

Hacia la integración de las TIC en el aula: una propuesta de trabajo sobre cinemática utilizando sensores electrónicos de distancia

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Valeria L. Hurovich^{1,2} Santiago Azpiazu^{1,3} Graciela Cucci^{1,4},
María Joselevich^{1,5}

¹Módulo de Ciencias Naturales, Escuelas de Innovación, Programa Conectar Igualdad, ANSES.

²Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

³Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

⁴Equipo Técnico Regional de la Provincia de Buenos Aires

⁵Centro de Política Educativa, Universidad Nacional Arturo Jauretche

E-mail: valehurovich@gmail.com

Resumen

La implementación del Programa Conectar Igualdad (PCI), con la entrega a julio de 2015 de más de cinco millones de computadoras a estudiantes secundarios de la Argentina, trajo consigo un gran aumento en la demanda de nuevos materiales para la integración pedagógica de las TIC. El PCI es citado como una de las políticas de estado de inclusión digital de mayor envergadura de la región.¹ En este contexto presentamos una propuesta para la enseñanza de la Física que incorpora recursos TIC como facilitadores del aprendizaje, en línea con un enfoque indagatorio de la enseñanza de las ciencias. Presentamos una secuencia didáctica diseñada y llevada al aula en una serie de jornadas de capacitación a docentes de escuelas secundarias de la Provincia de Buenos Aires. La misma aborda los contenidos básicos de cinemática utilizando sensores electrónicos de distancia, que 60 escuelas participantes recibieron en el marco de un proyecto piloto del Plan Escuelas de Innovación (Conectar Igualdad, ANSES).

La propuesta consiste en la realización de diferentes movimientos con velocidad constante y el análisis de los gráficos de distancia en función del tiempo que se obtienen con el sensor, en tiempo real. Al realizar los movimientos y obtener gráficos en tiempo real, la asociación entre los mismos presenta un contexto favorable para el análisis (Newton, 1997; Brasell, 1987) y reinterpretación de gráficos en relación a los movimientos realizados y al concepto de velocidad.

Palabras clave: Cinemática, TIC, Análisis de gráficos, Sensores electrónicos, Capacitación docente.

Abstract

The implementation of Conectar Igualdad Program (PCI), with the distribution until July 2015 of five million of computers to high school students of Argentina, came with a increase of demand for new materials for the pedagogical integration of TIC. The PCI is quoted as one of the larger digital inclusion policies of the region. In this context we present a project for physics teaching that includes TIC resources as facilitators of learning, in line with a indagation approach of science learning. We present this didactic sequence, designed and brought to the classroom through a series of capacitation activities for the teachers of the Provincia de Buenos Aires middle schools. It covers the basics content of cinematics using electronic sensors of distance that the 60 schools participants from a pilot proyect of Escuelas de Innovación plan.

The proposition consist in the perform of diferent movements with constant velocity and the analisis of the distance-time graphics made in real time live. The link between them presents a favoral context for the analisis and reinterpretation of the grapics, the movements and the velocity concept.

Keywords: Cinematics, TIC, Charts analisis, MBL, Teachers formation.

¹Informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina. Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina. (2014).SITEAL. Ibertic. Unesco. OEI.

I. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2010, se desarrolla en la Argentina el Programa Conectar Igualdad (<http://www.conectarigualdad.gob.ar/>), en cuyo marco se han entregado más de 5 millones de netbooks a estudiantes y docentes de escuelas secundarias públicas e institutos de formación docente de todo el país. Consecuentemente, ha crecido enormemente la necesidad de recursos que faciliten a los docentes la integración de la tecnología en sus propuestas de enseñanza.

En este contexto, y en el marco del PCI, surge en el año 2011 el Plan Escuelas de Innovación (<http://www.escuelasdeinnovacion.conectarigualdad.gob.ar/>), un proyecto piloto de capacitación docente en servicio estructurado por áreas disciplinares (Gvirtz y Necuzzi, 2011; Borsani, 2012). Este proyecto fue diseñado en función de uno de los objetivos principales del Programa, el de fomentar las innovaciones en las prácticas de enseñanza². Desde EI, se invita a los docentes a transitar propuestas de trabajo en el aula que integran las dimensiones didáctica, disciplinar y tecnológica. Hacia allí apunta esta propuesta.

Durante el primer cuatrimestre de 2015, en el marco de este Plan, se entregaron en sesenta escuelas correspondientes a cinco agrupamientos de la Provincia de Buenos Aires, cinco valijas por escuela, conteniendo cada una diez sensores electrónicos que se conectan vía USB a las netbooks de los estudiantes y permiten medir: pH, humedad, concentración de dióxido de carbono, distancia, intensidad de corriente, voltaje, luz, presión relativa, aceleración e intensidad de luz.

La presente propuesta fue diseñada para desarrollarse en el primero de cinco encuentros, de capacitación para docentes del área de Ciencias Naturales de las escuelas participantes del programa.

La opción de nuestro equipo de trabajo se ubica, en grandes líneas, en una perspectiva indagatoria de la enseñanza (Harlen, 2013). Desde esta óptica, propugnamos por una integración de la tecnología que abone prácticas en las cuales los estudiantes sean activos partícipes de su aprendizaje, y no meros receptores de información. Esta visión implica un desafío, porque es posible incorporar –de manera alternativa- las *netbooks* a una lógica de clase expositiva. Podemos imaginar a los alumnos como receptores pasivos, en quienes se sigue buscando depositar información, con la sola novedad de que ahora eso ocurre mediante videos que reproducen en sus computadoras. Pero también es posible lograr clases donde los estudiantes sean activos constructores de su propio aprendizaje, en las cuales las computadoras funcionen como una herramienta que nos ayude a lograr nuestros propósitos como docentes en pos de una genuina alfabetización científica. Para ello, entendemos que es necesario realizar un profundo trabajo con los docentes para que estos recursos cobren sentido en función de la potencialidad que un uso adecuado conlleva.

II. PROPUESTA DIDÁCTICA

A. Contexto de los grupos de trabajo

La siguiente propuesta se ha desarrollado en el marco de una capacitación a docentes de secundaria (de física, química, biología, ciencias naturales y asignaturas afines) de sesenta escuelas organizadas en cinco grupos de localidades de la Provincia de Buenos Aires: Lobos-Mercedes-Navarro, Tandil-Necochea, Berisso-Ensenada, Partido de la Costa y General Madariaga-Pinamar-Ostende-Villa Gesell.

La modalidad elegida consiste en trabajar sobre propuestas diseñadas para alumnos secundarios y analizarlas desde el punto de vista docente. La secuencia aquí presentada está dirigida al tercer año de la Escuela Secundaria (14-15 años). La dinámica de las jornadas de capacitación consistió en invitar a los docentes participantes a ubicarse por momentos en el rol de estudiantes y por momentos en el rol de profesores. Por un lado, transitar las actividades en rol de alumno permite a los profesores acercarse a la visión de los estudiantes, “vivir” la clase tal cual está planificada. Por otro lado, desde la mirada docente, se invita a la reflexión acerca de diversos aspectos sobre los cuales está construida la propuesta de trabajo (criterios para la elección de los contenidos; concepciones alternativas y algunas posibles dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje; elección y potencia de los recursos que se utilizan), así como posibles alternativas a la planificación propuesta.

²Educación y tecnologías: las voces de los expertos/compilado por Silvina Gvirtz y Constanza Necuzzi. - 1a ed. – CABA: ANSES, 2011

En cada uno de estos agrupamientos, se trabajó con un grupo de entre quince y treinta y cinco docentes.

B. Fundamentación

En el estudio de la cinemática, numerosos autores señalan que los estudiantes suelen enfrentar los siguientes obstáculos didácticos, en cuya generalización puede encontrarse algunos obstáculos epistemológicos subyacentes:

- “Las múltiple-representación está relacionada con la utilización de lenguajes distintos para explicar y representar el mismo fenómeno. En el caso de la mecánica, existe una diversidad de lenguajes en liza: el lenguaje verbal (técnico y no técnico), el lenguaje matemático (escalar y vectorial), el lenguaje gráfico y el lenguaje iconográfico (estática y cinética). Es muy probable que, en la mente del alumno, ocurran interferencias entre otros tipos de lenguajes. De ellas pueden resultar serios impedimentos de aprendizaje. Por esta razón, se hace imprescindible establecer estrategias que minimicen los efectos negativos de estas interferencias. Tales estrategias deben llevar al alumno a discriminar claramente los diversos lenguajes y a ser capaz de traducirlas entre sí.”(Valente y Neto, 1992)

- “Muchos estudiantes en los cursos introductorios de física parecen carecer de la habilidad de usar gráficos tanto para comunicar como para extraer información. [...] Parte de la motivación para realizar este estudio ha sido la convicción de que la facilidad para realizar e interpretar gráficos es de una importancia crítica para desarrollar una comprensión de muchos temas en física.” (McDermott, Rosenquist y van Zee, 1987)

- Es habitual que los estudiantes busquen conferir a sus gráficos de distancia en función del tiempo características similares a las de la trayectoria que recorre el objeto en cuestión: “Investigaciones han establecido que los estudiantes de los primeros cursos de física tienen consistentemente dificultades con la interpretación de gráficos en cinemática, es decir gráficos de distancia, velocidad o aceleración vs. tiempo. Probablemente el error en la comprensión de estos gráficos que es más común observar es la creencia en que los gráficos son una forma de réplica cuasi fotográfica del evento del movimiento. [...] los estudiantes crean gráficos de y vs. x en lugar de y (u otra variable cinemática) vs. t .” (Beichner, 1996)

- Los estudiantes no encuentran sencilla la interpretación de gráficos correspondientes a móviles que se desplazan con distinta velocidad. Es habitual que confundan el hecho de que un móvil se encuentre delante de otro con la diferencia de velocidades entre ambos. (McDermott, 1980)

- Los alumnos de este nivel suelen hallar dificultades para caracterizar un movimiento respecto a un sistema de referencia. Utilizan sistemas de referencia independientes cuando lo que se está analizando es un fenómeno que debe interpretarse como interacción de elementos.

Para abordar las mencionadas dificultades, se invitó a los docentes a trabajar sobre contenidos básicos de cinemática utilizando sensores electrónicos de distancia. Estos sensores funcionan con un programa que expresa los resultados en forma gráfica en tiempo real y permite luego exportar los datos obtenidos para trabajar sobre ellos con otro programa, por ejemplo una hoja de cálculos..

Para toda actividad con sensores, las herramientas TIC son indispensables; no hay sustituto posible, ya que el planteo mismo de la actividad las involucran. Los sensores son herramientas tecnológicas cuya función es registrar cambios, en este caso de distancia en función del tiempo. Permiten recolectar datos y presentarlos en tiempo real. Esta característica colabora para que los estudiantes puedan ver en forma inmediata múltiples representaciones de los datos mientras se realiza la experiencia. Este tipo de sensor de distancia emite pulsos de ultrasonido que son reflejados por el objeto a detectar y retomados al regresar al sensor el cual determina la distancia a la cual se encontraba el objeto. Se utiliza conectado a una computadora, en cuyo monitor se irán representando los datos en forma de gráfico.

En la secuencia didáctica que se presenta en este trabajo, se invita a los participantes a realizar diferentes movimientos frente al sensor de distancia y luego analizar los gráficos de distancia en función del tiempo que se obtienen en la pantalla de la computadora a la cual está enlazado.

El llevar a cabo la práctica y obtener gráficos en tiempo real, hace que la interpretación de los mismos se vea enormemente facilitada, y puede ayudar a zanjar las frecuentes dificultades de los estudiantes en este tema y en el análisis de gráficos en general.

A partir de la información que se extrae de los gráficos, realizando un análisis cualitativo y observando las diferencias en los gráficos cuando, por ejemplo, se modifica la velocidad o el sentido del movimiento, se pretende que los participantes se apropien del concepto de velocidad, caractericen un movimiento a velocidad constante y lo distingan de otros tipos de movimiento.

Se propone además poner especial énfasis en la importancia de trabajar con datos experimentales y las ventajas de abordar el estudio de la cinemática a partir de la interpretación y análisis de gráficos de diferentes movimientos.

C. Desarrollo de la secuencia

En un primer momento, se comparten con los docentes material referido a los principales obstáculos que se pueden encontrar en la bibliografía en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la cinemática.

Luego se realiza una primera actividad cuya finalidad es que los docentes se familiaricen con el sensor de movimiento y el dispositivo experimental que utilizarán a lo largo de la secuencia didáctica.

Se les pide a los profesores que se ubiquen en un rol de alumnos para atravesar la secuencia didáctica que se presenta. Se les entrega un archivo con el texto que se ve abajo donde se explicitan las consignas de trabajo.

Actividad 1

1. *Reúnanse en grupos de tres o cuatro integrantes. Conservarán estos grupos durante toda la secuencia. Armen el dispositivo experimental según el esquema presentado y cópienlo en su cuaderno de laboratorio.*
2. *Enciendan la computadora y prendan el sensor de distancia.*
3. *Tomen algún objeto que se asemeje a una pantalla plana, y realicen movimientos delante del sensor. Cuiden de colocar la pantalla de frente al sensor y perpendicular al piso.
¿Qué observan en el monitor de la computadora?*

Como segunda actividad, los participantes obtienen gráficos produciendo distintos movimientos y realizan un análisis comparativo cualitativo de ellos.

Actividad 2

1. *Realicen un movimiento a velocidad constante, acercándose al sensor y copien el gráfico obtenidos en su informe.*
2. *Realicen otro movimiento, ahora alejándose del sensor y copien también ese gráfico*
3. *Analicen ambos gráficos a partir de las siguientes preguntas:*
 - a. *¿Observan algún tipo de orden en la distribución de los puntos de los gráficos? ¿Cuál?*
 - b. *¿Qué diferencias notan entre los dos gráficos de esta actividad? ¿A qué pueden atribuir las?*

En este punto se busca que los participantes noten, en primer lugar, que los puntos obtenidos en cada gráfico siguen cierto ordenamiento; se ve que están alineados y que, si su movimiento fue a velocidad constante, podrían unirse por una recta.

Luego se espera que observen que la diferencia entre los dos gráficos está dada por el signo de la pendiente (positiva o negativa). El mismo marca una tendencia en los datos creciente o decreciente e indica el sentido del movimiento: alejándose o acercándose al sensor.

No es un objetivo de esta secuencia didáctica el introducir un lenguaje científico. Se prefiere usar un lenguaje coloquial para hacer más significativa la interpretación de estas experiencias. Por eso, en lugar de hablar de pendiente negativa o positiva, en las capacitaciones se habla de inclinación hacia arriba o hacia abajo, y en lugar de módulo de la pendiente, sugerimos hablar de magnitud de la inclinación.

Esta actividad invita a reflexionar sobre el significado del uso de un sistema de referencia para la descripción del movimiento.

Actividad 3

1. *Realicen un nuevo movimiento acercándose al sensor. Recorran una parte de la trayectoria a una velocidad y otra parte con otra velocidad, ambas constantes. Procuren que el cambio entre estas velocidades sea repentino.*
2. *Nuevamente copien los gráficos que obtienen y completen el informe guiado por las siguientes preguntas:*
 - a. *¿Qué diferencias notan entre el gráfico de esta actividad y los gráficos de la actividad anterior?*
 - b. *¿Podrían identificar en este gráfico en qué instante cambió la velocidad del movimiento?*

Se espera que los docentes observen que en estos nuevos gráficos, los movimientos siguen pudiéndose describir con líneas rectas. Además, deberán notar que al variar la velocidad del movimiento lo que cambia en el gráfico es el módulo de la pendiente pero no su signo (nombrados, como se explicitó más arriba, como la magnitud y la dirección de la inclinación).

Actividad 4

Utilizando el sensor de movimiento realicen, si es posible, gráficos similares a los que se ven en las siguientes figuras (Fig. 1a, 1b y 1c). Expliquen cómo los hicieron.

En esta actividad, en lugar de darles a los participantes instrucciones para realizar el movimiento, se pide que realicen, a partir de movimientos que detecte el sensor, gráficos similares a los que se observan en determinadas figuras, en caso de ser posible.

Actividad 5

Realicen un dibujo similar a los anteriores y escriban las instrucciones que le darían a un compañero para que pueda realizar ese movimiento y obtener un gráfico análogo con el sensor de movimiento.

Una vez realizada toda la clase con el sensor, se propone terminar la misma proponiéndoles a los participantes que hagan un dibujo similar a los anteriormente trabajados (dibujos de movimientos posibles, no como en el caso del corazón) y escriban qué instrucciones le darían a un compañero para realizarlo. Es propósito de esta actividad que una vez que los participantes hayan tenido la posibilidad de probar cada uno de los movimientos y estudiado los gráficos resultantes, puedan realizar una abstracción y trabajar sólo a partir del análisis de un gráfico.

Una vez que los docentes han realizado todas las actividades y completado el informe correspondiente, se realiza una puesta en común. Primero tomando el trabajo que ellos realizaron en su rol de alumnos: los gráficos que obtuvieron y cómo fueron respondiendo a cada una de las preguntas planteadas.

En un segundo momento, tomando su rol de docentes, se propone hacer una reflexión de la secuencia vivenciada, analizando en qué medida la propuesta con uso de las TIC aborda las problemáticas relacionadas con los procesos de enseñanza y aprendizaje de la cinemática presentadas al principio de la clase.

III. FIGURAS

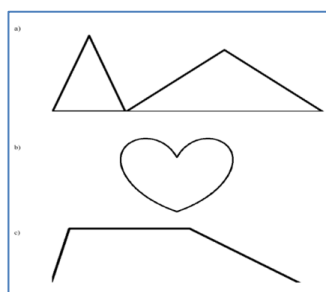


FIGURA 1: Esquema de movimientos a representar en la Actividad 4

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En todos los agrupamientos se presentaron los obstáculos en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos que se trabajan en la clase y la mayoría de los docentes (no sólo de física si no de todas las disciplinas) reconocía la mayoría de las dificultades presentadas, sobre todo en lo que implica la interpretación de gráficos. De esta manera, se enmarcó la capacitación sobre un problema concreto a abordar.

Se trabajó de manera dual, tanto en una proyección en pantalla para todo el grupo como también con las netbooks de cada docente.

En la presentación de esta secuencia didáctica hemos encontrado una muy buena disposición por parte de los de los docentes participantes a ubicarse en el “rol de alumnos” e intentar resolver las situaciones presentadas de manera genuina. Este cambio de roles contribuye a llevar adelante la capacitación en un marco distendido y lúdico a la vez que permite al docente correrse del lugar de

poseedor del conocimiento, permitiéndole equivocarse y realizar la clase sin poner en juego juicios de valor.

Siendo que se trataba de la primera capacitación del ciclo, era necesario familiarizarse con el kit de sensores, con el software de adquisición de datos y la secuencia didáctica presentada, generando una numerosa cantidad de dudas e inquietudes.

Para la realización de la actividad los docentes debieron explorar el software de adquisición de datos y trabajar cada grupo de manera autónoma, teniendo que definir los rangos de medición, la velocidad de movimiento y el tiempo de adquisición. Al software realizar los gráficos en tiempo real permite ajustar la experiencia y los parámetros de la misma en tiempo real también y repetir los movimientos las veces que fuera necesario hasta obtener lo buscado de una manera más dinámica.

Este monitoreo en tiempo real permite comprender mucho más profundamente la naturaleza del fenómeno que se está estudiando, ya que ofrece posibilidades de ir modificando las condiciones en función de los datos que están siendo obtenidos. Con esta herramienta es posible afrontar las dificultades que pueden tener en la interpretación de gráficos correspondientes por ejemplo a móviles que se desplazan con distinta velocidad.

Para realizar los movimientos los docentes dispusieron del aula o buscaron algún espacio apropiado dentro de la escuela, siendo ellos mismos los que detectaron necesidad de espacios amplios para evitar mediciones erróneas debidas a rebotes indeseados del sensor.

La realización de los diferentes movimientos y observar la representación gráfica de los mismos en tiempo real, permite a los participantes distinguir claramente entre un gráfico de trayectoria y uno de posición en función del tiempo. Esto resulta muy importante dado que es habitual que los alumnos traten de conferirles a ambos características similares. También ayuda para que puedan diferenciar posición y desplazamiento. La asociación entre el gráfico y el movimiento se ve enormemente favorecida al utilizar este tipo de herramientas.

El uso del sensor y los gráficos que se obtienen colaboran para que los participantes logren conceptualizar el cociente de dos magnitudes distintas como ser el desplazamiento y la duración de un intervalo de tiempo, estableciendo la relación de proporcionalidad directa de la que surge la velocidad.

La necesidad de definir un sistema de referencia que resulta tan compleja aquí se manifiesta de manera innata. Para interpretar los gráficos es necesario considerar el sistema de referencia del sensor. Se ve de esta manera que las distancias se miden desde la posición del sensor, con lo cual la misma aumenta a medida que el movimiento se realiza alejándose del mismo. Esta interpretación les resulta muy intuitiva al realizar los primeros movimientos y observar la representación gráfica de los mismos.

Al software realizar los gráficos en tiempo real, y que los participantes tengan la consigna de generar un gráfico determinado, esto genera un contexto favorable para la resignificación del análisis de los gráficos y su relación con el movimiento asociado.

Para la puesta en común se proyectaron las producciones de los diferentes grupos. Se discutieron los resultados y las dificultades que fueron surgiendo en las mediciones, sobre todo en relación a las velocidades y tiempos de adquisición. Se discutió también por qué es que no se podía representar el movimiento del corazón.

La consigna de representar el corazón generó incertidumbre y discusión en la mayoría de los grupos de los distintos agrupamientos. Al realizar diferentes tipos de movimientos, se vieron imposibilitados de obtener el gráfico solicitado. En general, llegado este punto, se acercaban a preguntar, se los invitaba a reflexionar sobre lo que se estaba representando en dicha gráfica. En algunos agrupamientos los docentes de matemática manifestaron su inquietud al ver que sus colegas intentaban obtener el gráfico de un movimiento que no era posible.

Los otros dibujos no generaron tantas dificultades y los docentes pudieron obtener los gráficos correspondientes.

Una vez finalizada la propuesta de clase, se invitó a los docentes a abandonar el rol de alumnos y hacer una reflexión crítica de la misma. Se elaboraron entre todos las conclusiones en relación a cómo se abordan en la clase los obstáculos presentados en la enseñanza y aprendizaje de este tema. En general les pareció muy intuitiva la asociación de los distintos movimientos con la representación gráfica, la definición del sistema de referencia y todos manifestaban que la actividad iba a resultar muy convocante para sus alumnos y destacaron la facilidad para apropiarse de los recursos utilizados.

Hecho este análisis, la clase cierra en cuanto retoma las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de este tema haciendo explícito por qué el trabajo con el sensor y los gráficos en tiempo real dan una propuesta innovadora de abordaje.

Como se explicitó anteriormente, esta propuesta permite abordar una de las dificultades más recurrentes en cinemática a partir de una implementación muy sencilla y potente.

REFERENCIAS

Beichner, R. (1996). The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. *Am. J. Phys.*, 64 (10), pp. 750-762.

Borsani V. et al. (2012). "Iniciando el camino con GeoGebra." *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*. ISSN 2237-9657(1): CCV-CCXV.

Brasell, H. (1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representation of distance and velocity. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(2), pp. 385 – 395.

Gvirtz, S., Necuzzi, C. (Comp.) (2011). *Educación y tecnologías, Las voces de los expertos*. Buenos Aires: ANSES.

Harlen, W. (2013) "Inquiry-based learning in science and mathematics" *Review of science, mathematics and ICT education*, 7(2), pp. 9-33.

McDermott, L., Rosenquist, M. and E. van Zee (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *Am. J. Phys.*, 55 (6), pp. 503-513.

Newton, L. (1997). Graph talk: some observations and reflections on students' data-logging. *School Science Review*, 79(287), pp. 49 – 53.

Trowbridge, D. and McDermott, L. (1980). Investigation of the student concept of velocity in one dimension. *Am. J. Phys.*, 48(12), pp. 1020-1028.

Valente, M., Neto, A. J. (1992). El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades de aprendizaje en mecánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), pp. 80-85.