

EXPERIENCIA CON SOPORTE TIC's EN UN MARCO DE APRENDIZAJE CONSTRUCTIVISTA Y COLABORATIVO SOBRE LA DINÁMICA Y LA CINEMÁTICA CIRCULAR

Gallego Juana¹ I, Devece Eugenio¹, Torroba Patricia L¹, Punte Graciela M¹

1 IMApEC. Ciencias Básicas. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata.
Calle 1 y 47. La Plata. chinchiya@gmail.com

Resumen

Como resultado de un análisis realizado sobre evaluaciones de cursos introductorios de Física, el alumnado manifiesta, en general, una dificultad en apropiarse de los conceptos ligados a la dinámica circular. Este quiebre en el aprendizaje significativo puede deberse, entre otros factores, a que el movimiento circular resulta poco intuitivo. Los tópicos que se repiten en cuanto a falencias en el aprendizaje son: el agente que produce el movimiento circular, el plano donde se describe la trayectoria y el tratamiento vectorial del tema. La propuesta para paliar esta situación consta de una batería de distintas experiencias llevadas a cabo en grupos de alumnos, haciendo uso de las TIC's. Esto permite abordar el tema desde diferentes ópticas, promoviendo el intercambio de ideas entre los alumnos. Se hace hincapié en el empleo de aproximaciones, suposiciones y modelado en el marco newtoniano, para generar en los estudiantes competencias necesarias para su desarrollo profesional.

Palabras Clave — Aprendizaje activo, competencias, dinámica circular, TIC's .

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una propuesta metodológica para aprehender conceptos ligados a la dinámica circular. El grupo al cual va destinado, podría tratarse de un curso de física introductoria en las carreras de Ingeniería o Ciencias, en el cual, previamente, se han abordado las Leyes de Newton y Cinemática lineal y circular.

A partir de un análisis realizado sobre evaluaciones de cursos introductorios de física de alumnos de ingeniería, surge la dificultad que encuentra el alumnado en la adquisición de conceptos asociados al movimiento circular. Una de las causas radica en situaciones experimentadas en la vida cotidiana [1]. Por ejemplo, cuando un auto toma una curva rápidamente el conductor siente que es "empujado", como si se alejara del centro de la curva. No es siempre obvio para los estudiantes que un cuerpo que describe una trayectoria circular debe tener una fuerza neta dirigida hacia el centro de la circunferencia. Además, el tratamiento en alguna bibliografía no favorece al entendimiento del tema porque denominan a esta fuerza neta "fuerza centrípeta" como si fuera una fuerza nueva o "misteriosa" que produce el movimiento circular.

En este trabajo se aborda el tema analizando una situación experimental, como elemento motivador, se formaliza desde el aspecto teórico y se profundiza o se complementa con el uso de las TIC's. El empleo de estas herramientas favorece la participación activa de los estudiantes y los ayuda en el entendimiento conceptual de las ciencias [2]-[5]. El trabajo experimental adecuadamente planeado puede constituir un arma poderosa tanto para el aprendizaje de conceptos como para el desarrollo de las competencias requeridas a los profesionales de las distintas ramas de la ingeniería.

Detección de falencias

Se han analizado una serie de evaluaciones de estudiantes de Física I de la Facultad de Ingeniería UNLP y las falencias encontradas se pueden clasificar en:

- 1) Los alumnos que no reconocen el agente que genera el movimiento circular.
- 2) Los alumnos que no pueden determinar el plano en donde se genera el movimiento circular. Por ejemplo, cuando un auto toma una curva peraltada.
- 3) Los alumnos que no reconocen si la fuerza de roce que genera un movimiento circular en un plano horizontal es estática o dinámica.
- 4) Los alumnos confunden sistema de coordenadas con sistema de referencia.
- 5) Los alumnos que confunden el sentido de la fuerza neta en la dirección radial.
- 6) Los alumnos que no reconocen los conceptos asociados con la componente de aceleración radial y tangencial.

ESTRATEGIA PARA EL TRATAMIENTO DEL TEMA

OBJETIVOS GENERALES:

Se desea que el alumno, trabajando en grupo, logre:

- Descubrir el agente que genera el movimiento circular.
- Establecer el sistema de coordenadas más adecuado a la geometría de cada experiencia.
- Discernir la correcta ubicación del sistema de referencia.
- Modelar correctamente la situación a tratar.
- Incorporar el carácter vectorial de las magnitudes cinemáticas lineales y circulares.

Método propuesto:

Los alumnos se dividirán en grupos de cuatro o cinco, e irán trabajando en diferentes experiencias. La manera de presentar las experiencias se estructura en tres etapas: orientación, ejecución y control [6].

En la etapa de orientación, se les brinda a los alumnos una oportunidad de identificar la situación, compararla con otras similares como motivación. Se les dan las pautas de trabajo, cómo manejar los instrumentos y el software, según el caso.

En la etapa de ejecución, los alumnos realizan la experiencia, prueban distintas variantes según su propio criterio, discuten resultados, identifican modelos apropiados a lo que observan y elaboran hipótesis.

Por último, en la etapa de control se hace una puesta en común entre los grupos de alumnos para elaborar conclusiones, y se genera una discusión para fijar conceptos.

Experiencia 1: Auto de juguete

Objetivo: Aplicar las Leyes de Newton cuando la interacción sólo modifica la dirección de la velocidad.

La experiencia consiste en poner en funcionamiento un auto de juguete sobre una superficie horizontal. Se utiliza un sensor de movimiento para comprobar que la velocidad es constante en el movimiento rectilíneo del auto. En la Figura 1 se puede observar el gráfico de la posición y velocidad del auto, en función del tiempo, obtenido con los datos recolectados por el sensor.

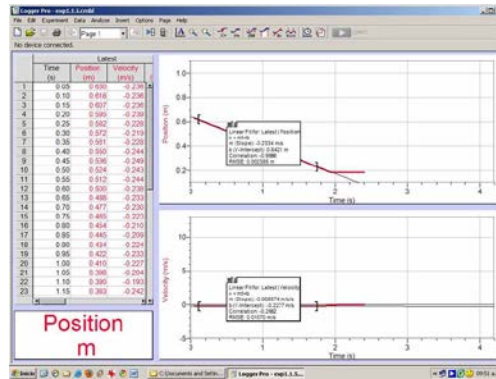


FIGURA 1

UN SENSOR DE MOVIMIENTO ES UBICADO DELANTE DE UN AUTO DE JUGUETE QUE DESCRIBE UNA TRAYECTORIA RECTILÍNEA. CON LA AYUDA DE UN SOFTWARE SE REPRESENTA LA POSICIÓN Y VELOCIDAD EN FUNCIÓN DEL TIEMPO. SE COMPRUEBA QUE EL AUTO SE MUEVE CON VELOCIDAD CONSTANTE

A continuación, con una cuerda, se procede a atarlo a un centro y se observa que el movimiento es circular. Al mismo tiempo, con un sensor de rotación y con ayuda del software, se mide la velocidad angular ver Figura (2). Luego, conociendo el radio, se determina la velocidad tangencial. Se resalta el vínculo vectorial entre dichas magnitudes cinemáticas. Se invita al grupo de alumnos a discutir los resultados, observando cómo cambia la trayectoria del móvil y su velocidad, y qué agente produce ese cambio.

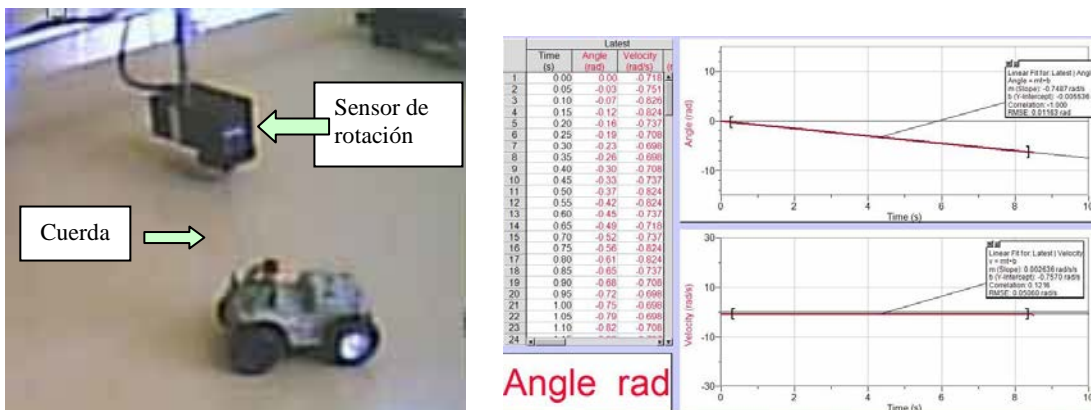


FIGURA 2

LA PARTE IZQUIERDA MUESTRA EL SENSOR DE ROTACIÓN Y EL AUTO SUJETO A UNA CUERDA MIENTRAS DESCRIBE EL MOVIMIENTO CIRCULAR. EN LA PARTE DERECHA, EL GRÁFICO REPRESENTA LA POSICIÓN Y VELOCIDAD ANGULAR DEL AUTO. SE OBSERVA QUE LA VELOCIDAD ANGULAR ES CONSTANTE.

A partir de las conclusiones a las que arribe el grupo, se les pide que realicen un diagrama de cuerpo libre sobre el auto en las dos situaciones.

Experiencia 2: Manivela

Objetivo: Aplicar las Leyes de Newton para determinar de qué variables depende la velocidad máxima con que puede moverse un cuerpo, sin deslizar respecto de la superficie sobre la cual está apoyado.

Primera Parte:

Sobre una plataforma circular se ubican dos cuerpos de masas diferentes, a la misma distancia del centro. La superficie de contacto de ambos cuerpos es la misma (μ es el mismo). Esta plataforma se encuentra adosada a una manivela mediante una cinta, de tal manera que se la puede hacer girar como muestra la Figura 3.

Se le propone al grupo de alumnos que prediga qué sucederá al girar la manivela y aumentar gradualmente la velocidad. Luego se realiza la experiencia.



FIGURA 3
DISPOSITIVO EMPLEADO EN LA EXPERIENCIA 2. LOS CUERPOS SE POSICIONAN A LA MISMA DISTANCIA DEL CENTRO DE LA PLATAFORMA.

Inicialmente, se va aumentando la velocidad angular hasta que se observa que los cuerpos comienzan a deslizarse alejándose del centro de la plataforma. Con la ayuda de un software se puede medir la posición de cada cuerpo en función del tiempo y visualizar la trayectoria que sigue cada cuerpo hasta salir fuera de la plataforma (Figura 4). También se puede verificar que los cuerpos comienzan a deslizar simultáneamente. Además, se conoce, por la medida realizada, la velocidad angular a la cual los cuerpos comienzan a alejarse del centro. Con estos datos se determina el radio y la velocidad tangencial en ese instante. Luego, se genera el interrogante: ¿de qué variables depende esta velocidad crítica?

Se propone al grupo de alumnos que, valiéndose de las Leyes de Newton [7] analicen por qué primeramente los cuerpos acompañaban el movimiento circular, y luego deslizar sobre la superficie. Para ello, deberán hallar de qué variables depende la velocidad tangencial crítica.

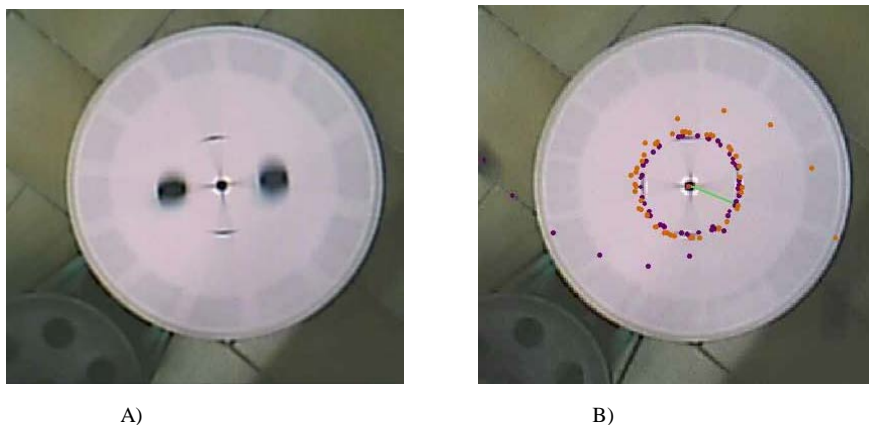


FIGURA 4
EN LA FIGURA 4 A) SE MUESTRAN LOS CUERPOS APOYADOS SOBRE LA PLATAFORMA QUE ESTÁ GIRANDO. LA FIGURA 4 B), ES UNA IMAGEN DIGITALIZADA EN LOS DIFERENTES INSTANTES EN DONDE SE INDICAN LAS POSICIONES POR LAS QUE PASAN LOS CUERPOS.

Segunda Parte:

Sobre la misma plataforma se colocan ahora dos cuerpos de igual masa, pero a distintos radios. Se repite la experiencia previa, para contrastar los resultados obtenidos en la primera parte.

Experiencia 3: El “centrifugador”

Objetivo: Aplicar las Leyes de Newton para determinar el agente responsable del movimiento circular.

Esta experiencia está basada en un juego de parque de diversiones. El juego, llamado “El centrifugador”, consiste en una plataforma circular que tiene adosada una pared, de tal manera que la gente se engancha a ella por todo el perímetro. Luego, la plataforma comienza a girar cada vez más velozmente, y se levanta formando un ángulo con el suelo. En la variante de laboratorio (ver Figura 5) la plataforma no se levanta, pero es posible separar el piso flotante de la campana de acrílico. De esta manera, se pueden colocar objetos de prueba sobre el piso. El dispositivo tiene un motor y un regulador de velocidad.



FIGURA 5
“CENTRIFUGADOR”, DISPOSITIVO EMPLEADO EN LA EXPERIENCIA 3

La experiencia consiste en colocar el cuerpo de prueba sobre el piso flotante, a una dada distancia del centro de la plataforma. Luego, se les sugiere a los alumnos que predigan que va a suceder con el cuerpo si: 1) Aumentan gradualmente la velocidad de la plataforma. Luego se realiza la experiencia. 2) Una vez que el cuerpo se ubica sobre el borde del piso flotante y dentro de la campana, se sigue aumentando la velocidad y se separa el piso de la campana. Luego se realiza la experiencia.

Se les propone a los alumnos que mediante el empleo de las Leyes de Newton justifiquen los resultados de la experiencia.

Con un fotogate se miden los diferentes períodos y como consecuencia las velocidades de la plataforma y se determinan las respectivas velocidades tangenciales del cuerpo. Este dispositivo se emplea para determinar el coeficiente de roce entre el cuerpo y cada superficie de contacto.

Experiencia 4: Avión de juguete colgado de un hilo

Objetivo: Aplicar las Leyes de Newton cuando la interacción modifica tanto la dirección de la velocidad, como su módulo.

En esta situación se dispone de un avión de juguete que tiene en su parte trasera una hélice y funciona a pila (Figura 6 a)). El avión se sujeta a una varilla mediante un hilo, se lo prende y se le da un impulso para que comience a realizar el movimiento circular (ver Figura 6 b)). Se observa que a medida que transcurre el tiempo, el avión sube describiendo trayectorias cuyos radios son cada vez mayores, hasta un radio máximo. A partir de este radio, el avión realiza un movimiento similar al de un péndulo cónico. Se les pide a los alumnos que luego

de observar la experiencia justifiquen el comportamiento del avión cuando ha alcanzado el radio máximo, empleando las Leyes de Newton.

Se compara cualitativamente esta situación con la de un auto que toma una curva peraltada.



A)



B)

FIGURA 6

LA FIGURA 6 A) MUESTRA EL AVIÓN CON UNA HÉLICE EN LA PARTE TRASERA. LA FIGURA 6 B) EL AVIÓN DESCRIBE UNA TRAYECTORIA CIRCULAR SIMILAR A UN PÉDNULO CÓNICO

REFLEXIONES FINALES

Este trabajo ilustra una manera de abordar con los alumnos el movimiento circular. La propuesta presentada analiza distintas situaciones con niveles de dificultad crecientes a partir de la observación de situaciones experimentales. Se pretende desarrollar en los estudiantes; mediante el trabajo en grupo, el intercambio de ideas, la toma de datos a tiempo real y su interpretación, aptitudes necesarias para su futuro desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina por su ayuda económica.

Bibliografía

- [1] Shanon McLaughlin, J., "Rounding up student's conceptions on circular motion", *Iowa Science Teachers Journal*, 33 (2) 2006.
- [2] Torroba P., Bordogna, C., Gagliardi P., Punte, G. "El empleo de las TIC's como herramienta didáctica complementaria en cursos introductorios de Física". *Current Developments in Technology-Assisted Education Vol III*, páginas 2052-2056, 2006.
- [3] Gallego J., Devece E., Bordogna C., Torroba, P. "El empleo de las TIC's en la conceptualización de la Tercera Ley de Newton". II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. UNLP, La Plata, octubre de 2009.
- [4] Gallego J., Devece E., Torroba P. Punte G. "Aprendizaje activo de cinemática empleando TIC's". 3er Taller Regional del Cono Sur sobre aprendizaje Activo de Electricidad y Magnetismo y 3ra Conferencia Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física. 24-28 de mayo de 2010, La Falda, Córdoba Argentina.
- [5] Bordogna C., Torroba P. "The use of ICT's for teaching energy transfer processes in courses of General Physics". *Research, Reflection and Innovations in Integrating ICT in Education*. Edited by A. Mendez-Vilas, A. Solano Martín, J. A. Mesa González and Mesa

González. Publisher by FORMATEX, Badajoz (Spain) 2009. ISBN of Collection: 978-84-692-1788-7 /ISBN VollIII: 978- 84-692-1791-7.

- [6] Campelo Arruda, J. R. "Un modelo didáctico para enseñar aprendizaje de la Física", *Revista brasileiro de Ensino de la Física*, 25 (1) San Pablo, 2003,
- [7] Bordogna C., Torroba P., Devece E. "Una adecuada selección de actividades teóricas, prácticas y experimentales para presentar una moderna interpretación de las Leyes de Newton", *Actas del XXII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería*. Facultad de ingeniería Universidad de La Serena. 2008