

EXPERIENCIA DIDÁCTICA MEDIADA POR TIC Y ELEMENTOS TRADICIONALES PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO CIRCULAR

Videla Fabián¹², Torroba, Patricia², Devece, Eugenio² y Aquilano, Luisina²

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIC CONICET UNLP) Cno. Centenario y 506 La Plata Argentina

1 y 47, La Plata, Buenos Aires, Argentina

² IMApEC, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata

1 y 47, La Plata, Buenos Aires, Argentina

patricia.torroba@gmail.com

Resumen: En este trabajo se presenta una propuesta didáctica implementada y evaluada para abordar conceptos ligados con la dinámica y cinemática circular. Como resultado de un análisis realizado sobre evaluaciones hechas en cursos introductorios de Física I, los alumnos presentan en general, dificultades en apropiarse de los conceptos ligados al movimiento circular. Con el objetivo de favorecer el entendimiento de este movimiento, docentes de Física I, han realizado actividades de diseño y desarrollo de dispositivos didácticos. En particular, en este trabajo, se propone emplear una serie de herramientas didácticas utilizando TIC y otros materiales tradicionales, así como simulaciones en el tratamiento de situaciones de dinámica circular con grado progresivo de complejidad y su posterior evaluación. El objetivo de emplear esta estrategia fue indagar sobre: a) Identificación de los agentes responsables del movimiento circular. b) Identificación del plano en donde se realiza el movimiento circular. c) El diagrama de fuerzas en la dirección radial y tangencial. La evaluación completa incluye además un problema integrador. El porcentaje de respuestas correctas fue mayor en los cursos donde fue implementada la propuesta en relación a aquellos en donde no se hizo.

Palabras clave: TIC, Simulaciones, Refuerzo de destrezas para resolver problemas.

1 Introducción

Dentro de la cátedra de Física I del Departamento de Ciencias Básicas, se realizan actividades de diseño y desarrollo tanto de dispositivos como de propuestas didácticas para la enseñanza de Física [1], [2], [3], [4].

La comprensión de este movimiento es un objetivo ineludible tanto en el área de las ciencias físicas como en el de la ingeniería aplicada ya que tiene muchas aplicaciones en la industria y en la tecnología y en la vida cotidiana. Algunos ejemplos son la rueda de bicicleta, las aspas de un ventilador, el movimiento de las agujas de un reloj.

Los dispositivos desarrollados en la cátedra consisten en plataformas circulares dispuestas en forma horizontal y vertical. En ellas, es posible, en algunos casos, variar su velocidad angular y así controlar las condiciones experimentales de situaciones diseñadas específicamente para mejorar su comprensión, tales como a) la condición de máxima velocidad tangencial para que un cuerpo no deslice durante el movimiento b) la dependencia de la fuerza que origina el movimiento con la masa del cuerpo c) y el concepto de máxima tensión.

En este trabajo se presenta la implementación de una propuesta didáctica [5] y su evaluación que pretende mitigar las dificultades para incorporar los conceptos involucrados en el estudio del movimiento circular

2 Algunos fundamentos teóricos

Los fundamentos teóricos involucrados en el tema así como sus expresiones algebraicas están tratados en la bibliografía recomendada por la cátedra [6], [7], [8], [9].

A partir de la relación entre la velocidad tangencial y angular:

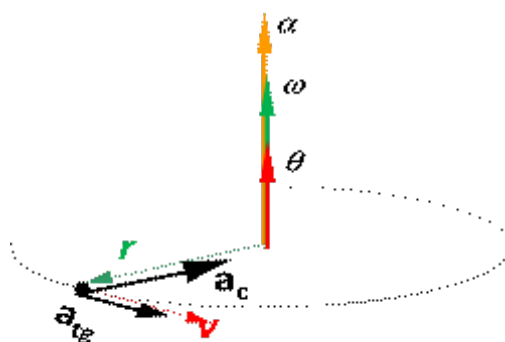
$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

Si derivamos la velocidad respecto del tiempo obtendremos la aceleración resultante

$$\vec{a}_{resultante} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(\vec{\omega} \times \vec{r})}{dt} \quad \vec{a}_{resultante} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{a}_{resultante} = \vec{a}_{tangencial} + \vec{a}_{centripeta} \quad \vec{a}_{resultante} = \vec{\alpha} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{v}$$

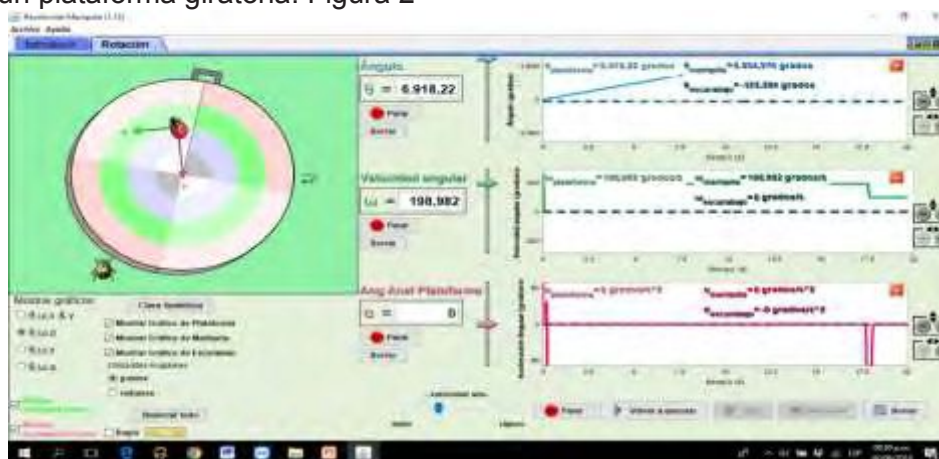
En la Figura 1 se grafican los vectores deducidos en las ecuaciones anteriores para una partícula con velocidad tangencial v y los planos donde se encuentran esos vectores.



Relación entre un elemento de arco recorrido y el ángulo rotado.(izquierda). Vectores deducidos con las ecuaciones (derecha)

Figura 1

En este trabajo se emplean además simulaciones que en particular fueron desarrolladas por la Universidad de Colorado PHET [10]. Estas contribuyen a visualizar algunas de las variables cinemáticas para el movimiento de rotación, describiendo el movimiento de una partícula en un plataforma giratoria. Figura 2



Vista del programa de simulación. Se aprecian las variables cinemáticas

Figura 2

3 Evaluación de la propuesta

La experiencia didáctica fue evaluada realizando tres preguntas con opciones múltiples en el grupo control y en un grupo testigo. En la tabla 1 se muestran las preguntas y las opciones de las respuestas.

En todas las situaciones problemáticas presentadas a los alumnos deben implícitamente analizar: la identificación de los agentes responsables del movimiento circular, la Identificación del plano en donde se realiza el movimiento circular y la construcción del diagrama de fuerzas en la dirección radial y tangencial.

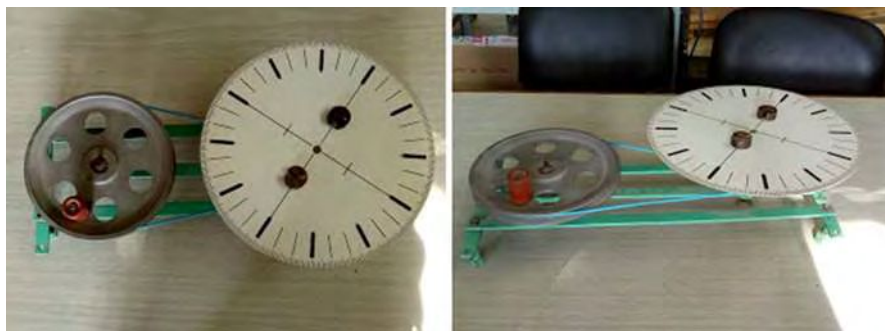
En la primera pregunta, en particular, se espera que los estudiantes mediante un simple planteo determinen que la velocidad máxima con que un cuerpo puede tomar una curva es independiente de su masa y solamente depende del radio de la curva y del coeficiente estático de roce. En la Figura 3 se muestra un disco con manivela graduado, empleado para analizar la situación descripta.

En la segunda pregunta se indaga sobre una situación similar a la tratada en el centrifugador (Figura 4) que adicionalmente fue resuelta en forma escrita.

En la última pregunta se analiza un movimiento con módulo de velocidad variable en un tramo de circunferencia vertical. Las respuestas obtenidas en las tres preguntas, en el grupo control (donde se desarrolló la experiencia) y en el grupo testigo (no se hizo la experiencia) se muestran en la Figura 5 y Figura 6 respectivamente.

<i>Pregunta 1</i>	<i>Pregunta 2</i>	<i>Pregunta 3</i>
Un auto y un camión entran en una curva, los dos tienen neumáticos de las mismas características y entran con la misma velocidad	En un tambor de un lavarropas de apertura superior se colocan primero un sobretodo y en otro ciclo de lavado una camiseta. Se observa que en proceso de escurrido ambos se pegan a las paredes	Tarzán trata de cruzar un río balanceándose en una liana y no sabe si puede cruzar el río a salvo porque teme que se corte la liana. De qué magnitudes depende que se corte la liana
a) El auto tiene más posibilidades de derrapar en la curva si la velocidad es excesiva.	a) El sobretodo se queda pegado a mayor velocidad	a) ¿El peso de Tarzán?
b) El camión tiene más posibilidades de derrapar en la curva si la velocidad es excesiva	b) La camiseta se queda pegada antes que el sobretodo	b) ¿La longitud de la liana?
c) Ambos tienen las mismas posibilidades de derrapar en la curva si la velocidad es excesiva	c) Ambos se quedan pegados a la misma velocidad	c) ¿De la velocidad de Tarzán en la parte más baja de su trayectoria?
d) Ambos permanecen en la curva sin derrapar independientemente de la velocidad en la que ingresen a la misma.	d) Quedan siempre en el fondo	d) ¿De ninguna de las anteriores?

Preguntas con opciones múltiples realizadas en el grupo control y en un grupo testigo
Tabla 1



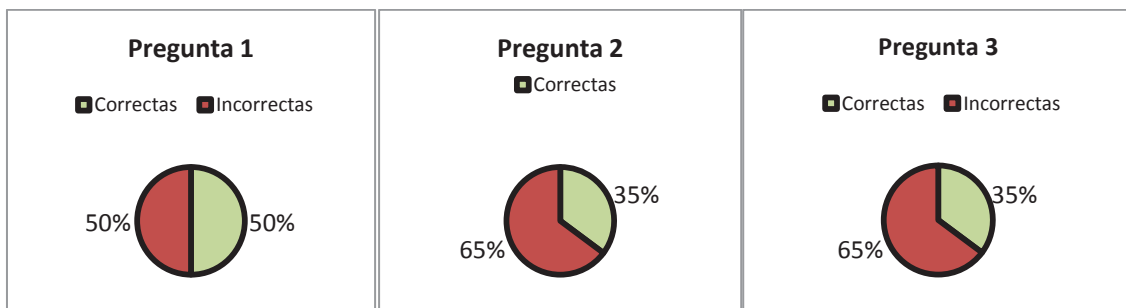
Disco con manivela graduado
Figura 3



Dispositivo empleado para analizar la interacción de una partícula con una pared lateral
Figura 4



Resultados del Grupo Control (donde se hizo la experiencia)
Figura 5



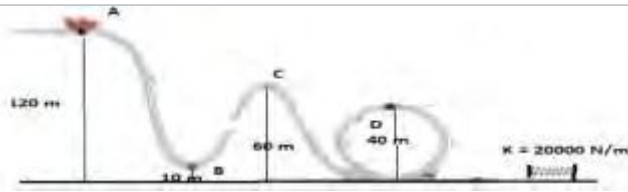
Resultados del Grupo Testigo (no hicieron la experiencia)
Figura 6

Por otra parte se analizaron las respuestas que los estudiantes dieron en un ejercicio (Figura 7) contenido en una de las evaluaciones de acreditación de la asignatura Física I.

Problemática:

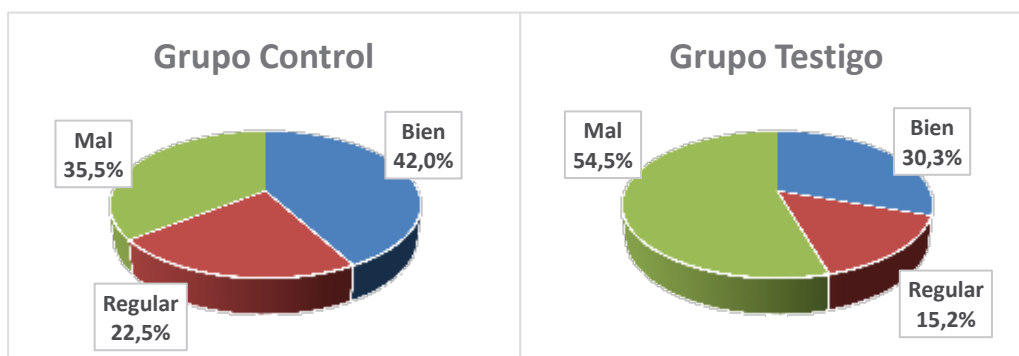
Una montaña rusa como la indicada en la figura comienza sobre una base ubicada a 120 metros de altura desde el reposo.

En todo el trayecto se puede considerar que no existe pérdida de energía mecánica. La masa del carro y de los pasajeros es de 600 Kg. Realice un diagrama de fuerzas en la base (punto B) y en el punto C ubicado en la parte superior de la pista, comparándolo con el valor crítico. ¿Existe alguna limitación (en cuanto a módulo de velocidad) si su radio es de 140 metros? ¿Cuál será el valor de la normal en ese punto? Ídem par el punto D con la salvedad de que el carro pasa por la parte interna de la pista.



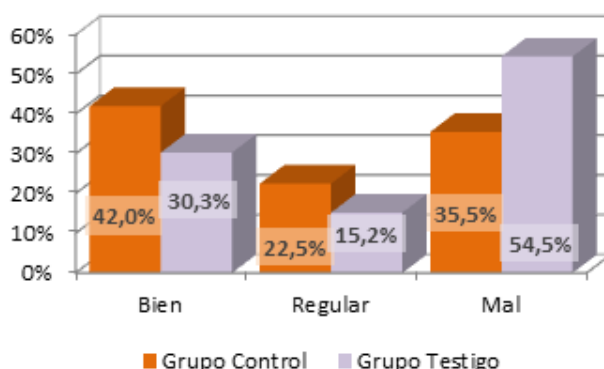
Ejercicio contenido en una de las evaluaciones de acreditación de la asignatura Física I. Figura 7

En este caso se hizo una evaluación integral del movimiento circular. En Figura 8 Se muestran los resultados obtenidos en el grupo control y en el testigo.



Resultados estadísticos del ejercicio propuesto para (a): grupo control y (b): grupo testigo.

Figura 8



Información comparativa de los resultados obtenidos en los dos grupos analizados.

Figura 9

La Figura 9, muestra los resultados combinados en forma comparativa por calificación. Así observando grupos control y testigo tenemos 42% contra 30% de respuestas correctas. En las respuestas consideradas regulares, definidas como aquellas incorrectamente justificadas

o parcialmente respondidas, a su vez se obtuvo un 22,5% contra 15,2%. Respecto a las respuestas incorrectas, se invierte el comportamiento anterior, observándose para el grupo testigo 54,5% y 35,5% para el grupo control. Esto remarca que la implementación de la actividad presenta un impacto positivo en los *alumnos*. El incremento de la eficiencia en el tratamiento de aspectos analíticos es a su vez acompañado por una mejor comprensión de los aspectos conceptuales como se deduce de la Figura 5 y Figura 6.

4 Conclusiones

A partir de la Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8 y Figura 9, se deduce que la implementación de la propuesta didáctica con el uso de simulaciones y dispositivos diseñados en la cátedra da resultados positivos en relación a la incorporación por parte de los alumnos de los conceptos relacionado con el movimiento circular.

Del análisis realizado en la Figura 9 surge que la cantidad de respuestas correctas obtenidas en el grupo que participó de la actividad es mayor que las obtenidas en la parte del curso que no estuvo expuesto a la misma. Los resultados incorrectos por su parte, resultaron en menor cantidad para el grupo control, lo que indica que la implementación de la actividad presenta un impacto positivo en los *alumnos*.

Referencias.

- [1] Torroba, P., Devece, E., Trípoli, M., Aquilano, L. (2016). Cinemática y el análisis de una función: una propuesta didáctica para su articulación en el contexto de una Facultad de Ingeniería. *Revista de la Enseñanza de la Física*, v. 28, p. 91-99.
- [2] Devece, E., Torroba, P., Videla, F. (2015). El empleo de las TIC para validar los modelos teóricos en el estudio del movimiento de rototraslación. *Revista de la Enseñanza de la Física*, v. 27, p. 411-417.
- [3] Costa V., Torroba P., Devece, E., (2013). Articulación en la enseñanza en carreras de ingeniería: el movimiento armónico simple y las ecuaciones diferenciales de segundo orden lineal. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* v.7, p.350-356.
- [4] Devece, E., Torroba, P., Mendoza Zélis P., Czerwien, J. C., Aquilano, L. (2017) Diseño de un dispositivo para la enseñanza de modelos que describen fluidos en movimiento. *Cuartas Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión. Secretaría de la Facultad de Ingeniería.*
- [5] Devece, E., Torroba, P., Videla, F. Aquilano, L. (2018). Movimiento circular: una propuesta didáctica mediada por TIC basada en simulaciones y mostraciones. 4° Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) y 10° Congreso Argentino de la enseñanza de la Ingeniería (CAEDI). Septiembre 2018. Córdoba, Argentina.
- [6] Tipler, P. A. (2001). *Física*, Barcelona. Primera y Cuarta edición. (Ed) REVERTÉ.
- [7] Serway, R. A. (1999). *Física Volumen I*. México, *tercera o cuarta edición*. Mc Graw-Hill
- [8] Sears, Zemansky, Young. (1999). *Física universitaria, Volumen I*. México, 9ª.ed.
- [9] Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. (2008). *Física, Volumen 1*, México Quinta edición. (C.E.C.S.A.)
- [10] <https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/motion>