

EL EMPLEO DE LAS TIC'S EN LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA TERCERA LEY DE NEWTON

GALLEGO, J.; DEVECE, E.; BORDOGNA, C.; TORROBA, P.

IMApEC Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, La Plata, Argentina *chinchia@gmail.com eugdvc@gmail.com patricia.torroba@gmail.com cleliabordogna@yahoo.com.ar*

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica que tiene como eje principal el tratamiento de la *Tercera Ley de Newton* en los cursos introductorios de Física en las carreras de Ingeniería. La idea se inicia con la detección de las falencias de los alumnos en el aprendizaje del contenido conceptual de dicha Ley y luego se diseñan una serie de experiencias empleando TIC's para superar los inconvenientes que habitualmente encuentran los alumnos en su entendimiento. El empleo de herramientas informáticas requiere de un trabajo integral de diseño e implementación de estrategias de enseñanza. En las experiencias se emplean sensores de fuerza como medio de adquisición de datos y los resultados se visualizan en pantalla en tiempo real. Finalmente, se analizan en lápiz y papel las situaciones tratadas experimentalmente destacando el modelado, rango de validez y se contrasta los sistemas reales con los modelos estudiados.

Palabras clave: tic's, experiencias, física, conceptualización, mecánica.

INTRODUCCIÓN

A partir de los resultados de evaluaciones realizadas en cursos introductorios de Física en las carreras de ingeniería surge que existen dificultades por parte de los alumnos en adquirir los conceptos asociados a las Leyes de Newton. Este inconveniente es reforzado por algunos libros de textos en donde distintos autores enuncian las leyes de manera diversa (Sawicki, 1996, Cotignola, 2000). Estas diferencias se originan en que las Leyes fueron enunciadas por Newton empleando magnitudes físicas distintas a las que se emplean actualmente. Por este motivo, en nuestros cursos se introducen como una moderna interpretación de las Leyes de Newton.

En este trabajo se aborda principalmente la tercera Ley y para ayudar al alumnado en su entendimiento se emplean TIC's. El uso de estas herramientas tiene además como propósito fortalecer la formación experimental en los estudiantes, producir un llamado a la curiosidad, resaltar el significado de la medida, correlacionar los sistemas reales y los modelos estudiados. Estas estrategias didácticas se dan en el marco de un trabajo más extenso que se ha realizado a lo largo de los tres últimos años y tienen como objetivo ir desarrollando en los estudiantes distintas aptitudes que hacen de su educación formal (Bordogna 2007, Torroba 2007, Bordogna 2008).

Una moderna interpretación de las Leyes de Newton

En la instancia en que se comienzan a tratar las Leyes de Newton, los estudiantes ya han aprendido a modelar un dado sistema físico, específicamente el modelo de partícula. Se empieza por tratar las Leyes de una manera cualitativa y luego formalmente.

Enunciado formal de las Leyes de Newton

Primera Ley:

$$\text{Si } \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} \vec{P} = \vec{0} \\ \vec{P} = cte \end{cases} \quad (1)$$

Siempre que el sistema físico o sistema bajo estudio se observe desde un Sistema Inercial de referencia y viceversa ¿Cómo se define un Sistema Inercial de Referencia? Aquel en el que el

observador de un sistema físico encuentra que $\begin{cases} \vec{P} = \vec{0} \\ \vec{P} = cte \end{cases}$, cuando la $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0}$ (2)

Segunda Ley:

Sobre un sistema físico la $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \frac{d\vec{P}_{\text{Sistema}}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$ (3). Si $m=cte \Rightarrow \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \frac{m d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$ (4)

Llamamos $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_{\text{Resultante}}$. El primer miembro de la igualdad (3) nos indica las interacciones de los agentes exteriores. El segundo miembro el estado dinámico del sistema físico.

Tercera Ley:

Si el cuerpo A (agente exterior) ejerce sobre el cuerpo B (sistema físico) una fuerza \mathbf{F} llamada acción, entonces en forma simultánea B ejerce sobre A una fuerza \mathbf{F}' llamada reacción de igual módulo y dirección, sentido contrario y distinto punto de aplicación, como muestra la Figura 1.

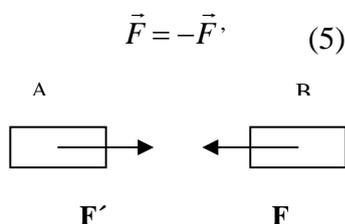


Figura 1. Esquema representativo de la tercera ley de Newton.

Detección de las falencias y propuesta didáctica para abordar la Tercera Ley

En las evaluaciones de los estudiantes se han detectado las siguientes dificultades relacionadas con la Tercera ley:

Determinar, en algunas situaciones, la magnitud de la fuerza \mathbf{F} llamada acción y la magnitud de la \mathbf{F}' llamada reacción.

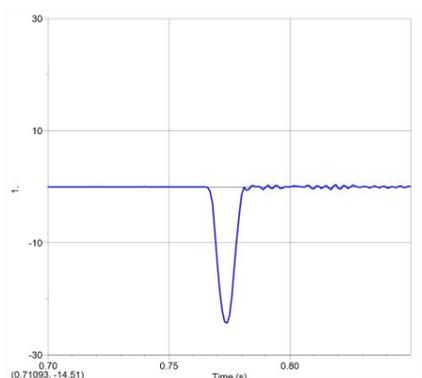
Primera actividad. Cuando en el aula se evalúa la comprensión del tema (por ejemplo) mediante el choque entre un camión y un auto, se hace una pregunta sobre cómo es la intensidad de la fuerza que el camión hace sobre el auto comparada con la fuerza que el auto hace sobre el camión en el momento del impacto. Un alto porcentaje del alumnado responde que la fuerza que ejerce el camión es mayor que la que ejerce el auto.

Para superar la falencia descrita anteriormente, se propone emplear el dispositivo que se muestra en la Figura 2, que consiste de un riel y dos carritos. Cada uno de ellos tiene adosado un sensor de fuerza conectado a un adquisidor de datos. La experiencia consiste en provocar un choque frontal entre ambos carritos y ver en pantalla la representación de los datos tomados por ambos sensores en función del tiempo. La propuesta didáctica reside en que los alumnos predigan que es lo que va a suceder y luego se formaliza desde el aspecto teórico.

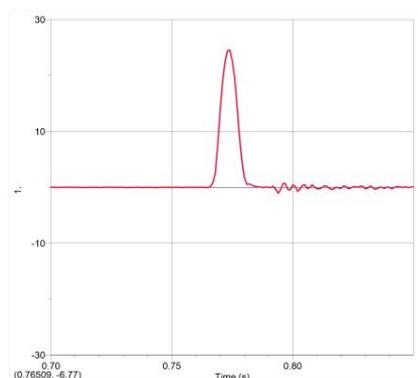


Figura 2. Dispositivo utilizado

Se resalta la importancia de aclarar las aproximaciones y suposiciones que se tienen en cuenta en cada sistema físico bajo estudio y su modelado, explicitando su rango de validez. Los datos de la experiencia se muestran en la Figura 3 e indican que la fuerza que un carrito ejerce sobre el otro tiene la misma intensidad y sentidos opuestos.



Fuerza 1 vs tiempo



Fuerza 2 vs tiempo

Figura 3

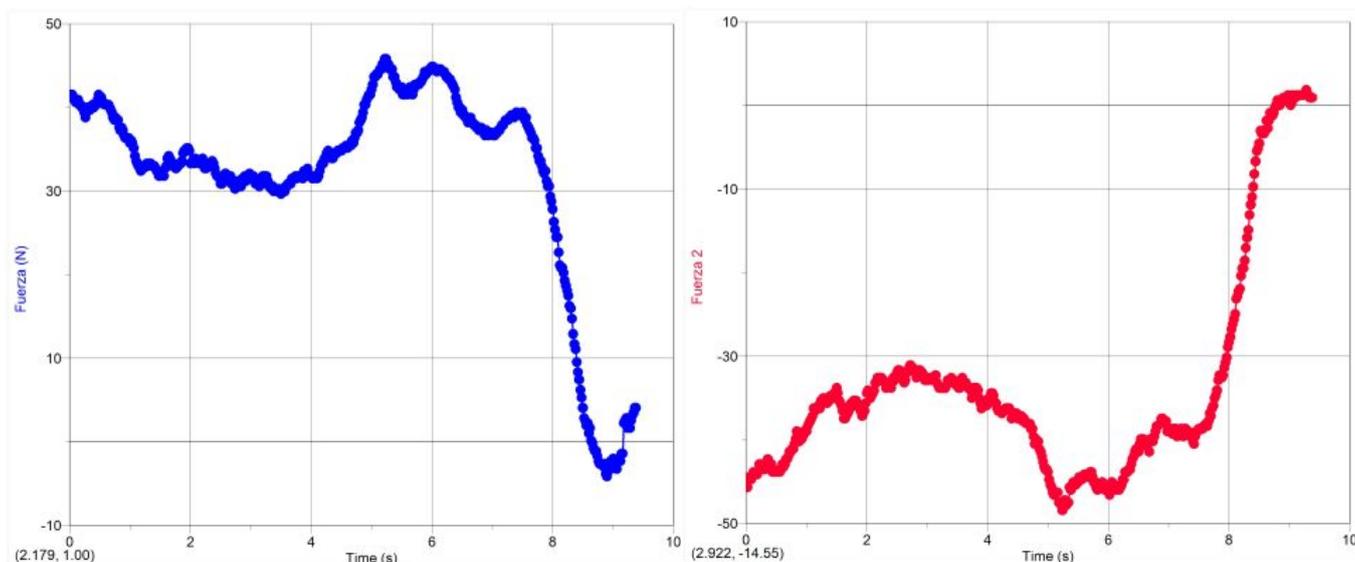
Segunda actividad. Una afirmación común en los alumnos es que los sensores miden iguales valores de fuerza en función del tiempo debido a que los carros tienen la misma masa. Por lo tanto, la siguiente propuesta es colocar sobre uno de los carritos una masa adicional y se realiza nuevamente la experiencia. Los gráficos obtenidos siguen indicando que la fuerza que un carro hace sobre el otro son iguales, señalando la independencia de la masa de cada uno de los sistemas físicos sobre los que está actuando la fuerza.

Tercera actividad. Otra situación que tiene como objetivo superar esta clase de inconveniente, es emplear dos balanzas apoyadas una sobre otra como se muestra en la Figura 4. Cada uno de los dispositivos tiene un sensor de fuerza conectado a un adquisidor. Se sugiere que dos alumnos cualesquiera realicen la experiencia y observen los datos en pantalla a tiempo real. Se pueden intercambiar los protagonistas, para hacer evidente la independencia del comportamiento de las fuerzas en relación a la masa de las personas involucradas.

También, se puede verificar que las intensidades de las fuerzas son iguales (Figura 5), independientemente si los alumnos caminan o si están en reposo.



Figura 4. Desarrollo de tercera actividad



Fuerza 1 vs tiempo

Fuerza 2 vs tiempo

Figura 5. Fuerzas versus tiempo

b) Reconocer el punto de aplicación de \mathbf{F} y de \mathbf{F}' .

La falencia por parte de los estudiantes en determinar los puntos de aplicación del par de fuerzas acción reacción, viene acompañada por diagramas de fuerzas confusos mostrados en algunos libros de textos, en donde coinciden ambos puntos de aplicación (Serway.Jewett 2004).

En sistemas donde intervienen cuerpos vinculados por medio de una soga o varilla ideal, se evidencia una dificultad de los alumnos para identificar los puntos de aplicación de los pares de fuerzas acción-reacción. A modo de ejemplo se analiza la siguiente situación:

Dos bloques de masas m_1 y m_2 están unidos por una varilla ideal y el conjunto es arrastrado sobre una superficie horizontal lisa mediante una fuerza horizontal \vec{F} (Figura 6). a) Realizar el diagrama de fuerzas sobre m_1 y sobre m_2 . b) Indicar en diagramas separados las respectivas reacciones c) Determinar la aceleración del sistema.

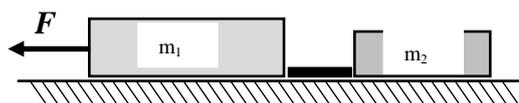


Figura 6

Cuando los alumnos hacen el diagrama de cuerpo libre sobre m_1 , indican correctamente la fuerza normal ejercida por la superficie, la fuerza \mathbf{F} ejercida por un agente externo que puede ser una mano, la fuerza que ejerce la Tierra (el peso) y la fuerza que hace la soga. Pero,

cuando señalan la reacción a esta última fuerza algunos estudiantes la dibujan sobre el cuerpo m_2 .

Se propone para superar dicha dificultad emplear el dispositivo mostrado en la Figura 7. La experiencia consiste de dos carritos unidos por una varilla de masa despreciable, sobre cada carrito está fijo un sensor de fuerza conectado a un adquisidor y ambos carritos se trasladan horizontalmente mediante una fuerza que se aplica sobre el hilo ubicado hacia la izquierda de la Figura 7.

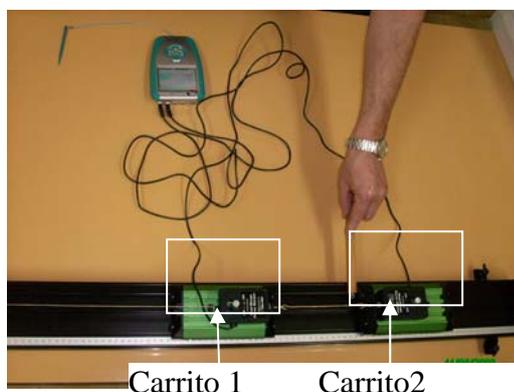


Figura 7. Dispositivo empleado



Figura 8. Vínculos (varillas) de masa creciente

Los sensores miden la intensidad de fuerza que hace cada extremo de la varilla sobre cada carrito. Inicialmente, el vínculo es ideal y por lo tanto tiene masa despreciable frente a la masa de los carritos. En esta situación, la intensidad de la tensión se transmite sin disminuir a lo largo de la varilla y las lecturas de los sensores lo corroboran. A continuación, se cambia el vínculo; primero por otro de mayor masa y luego por otro de masa aun mayor como se muestra en la Figura 8. Los resultados de los datos tomados por los sensores cuando se coloca el vínculo de mayor masa se muestra en la Figura 9.

A partir de la Figura 9 se evidencia que las intensidades de las fuerzas son distintas, por lo tanto no pueden ser pares de acción reacción. Si se llama acción a la fuerza que la varilla ejerce sobre el cuerpo m_1 , la reacción es la fuerza que el cuerpo ejerce, aplicada sobre la varilla. Finalmente se resuelve la situación planteada, en el marco teórico Newtoniano, teniendo en cuenta el modelado, las aproximaciones, suposiciones y se correlaciona el modelo descrito con el sistema real. Todas las experiencias descritas se filman con el objetivo de ser proyectadas en el aula y puedan ser vistas por un gran número de alumnos.

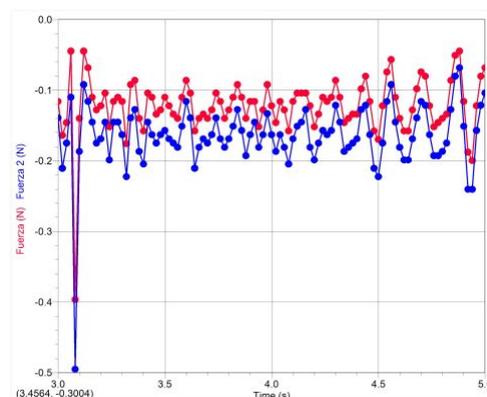


Figura 9. Resultados obtenidos

CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica para el tratamiento de la Tercera Ley de Newton. Se han diseñado e implementado experiencias empleando sensores de fuerza e interfaces para superar las falencias detectadas en los alumnos en el abordaje de dicha Ley. El empleo de estas herramientas favorece la participación activa de los estudiantes, fortalece la

formación experimental y los ayuda en el entendimiento conceptual de las ciencias. Además, el empleo de TIC's incorpora el significado de la medida y sus limitaciones intrínsecas. Esta estrategia puede ser empleada tanto en grupos reducidos de alumnos como en aquellos numerosos. A lo largo de los últimos años, se puede notar un mejor desempeño por parte de los alumnos, que se ve reflejado en las estadísticas que se hicieron a tal fin.

BIBLIOGRAFÍA

Bordogna C.; Torroba P.; Melgarejo A.; Cappannini O. (2007), El rol de los laboratorios en la articulación de clases teórico-prácticas de Física. *Memorias de la REF XV*. ISBN:987-987-24009-0-3.

Bordogna C.; Torroba P.; Devece E. (2008), 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*.

Cotignola M.; Cappannini O.; Punte G.; Bordogna C. (2000), Newton y los textos: ¿Una relación confusa? *Memorias del Tercer Congreso Argentino de Enseñanza de Ingeniería*. Bahía Blanca, Argentina. Tomo I, pág. 405 a 410.

Serway R; Jewett J. (2004). *Física I*, Mexico, Thomson, pag 117.

Sawicki M. (1996), What's Wrong in the Nine Most Popular Text, *The Physics Teacher*, 34, 147-149.

Torroba, P.; Bordogna C. ; Devece E. ; Cabral F.; Punte G. (2007). Análisis de un sistema mecánico compuesto por dos cuerpos que se mueven sin vínculos entre ellos. *Memorias del XXI Congreso Chileno de Educación en Ingeniería*.