

APRENDIZAJE ACTIVO DE LAS LEYES DE NEWTON EN CURSOS DE INGENIERÍA: UNA EXPERIENCIA UTILIZANDO TUTORIALES PARA FÍSICA INTRODUCTORIA

GODOY, P. (1); PANDIELLA, S. (2); PEREZ, M. (3); OTERO, J. (4) y BENEGAS, J. (5)

(1) Física. Univ. de Alcalá pgodoy@unsj.edu.ar

(2) Univ. Nac. de San Juan. spandiella@yahoo.com

(3) Univ. de Alcalá. carmen.perez@uah.es

(4) Univ. de Alcalá. jose.otero@uah.es

(5) Universidad nacional de San Luis. jbenegas@unsl.edu.ar

Resumen

Los alumnos ingresantes a universidades de Ibero América tienen un bajo conocimiento de las leyes de física, situación compatible con los resultados de PISA 2006, condicionando los aprendizajes en los cursos introductorios universitarios de Física. Para contribuir a la solución de este problema, se realizó una experiencia con la estrategia de aprendizaje activo “Tutoriales para Física Introductoria”. Se utilizó un diseño de comparación de grupos preestablecidos, con determinación del conocimiento pre y post instrucción mediante el test Force Concept Inventory. El curso con Tutoriales tuvo una ganancia intrínseca doble que el tradicional. El rendimiento final depende del grupo y conocimiento inicial, con un importante efecto de tamaño de 0,536 (p

I- Introducción

El relevamiento PISA 2006 (OECD, 2007) muestra que el conocimiento que tienen los estudiantes secundarios de países de Ibero América sobre ciencias, y en particular de física, es muy pobre. Resultados del Proyecto AECID A/9261/07 “Nuevos enfoques metodológicos y de diagnóstico en los cursos introductorios de ciencias en la universidad” de cinco universidades de España y América Latina muestran con una impactante similitud (Benegas et al., 2008) que esta deficitaria situación quizás se agrava cuando estos estudiantes intentan ingresar a la universidad: alumnos de ciencias e

ingeniería tienen un conocimiento operativo de fuerza y movimiento en ejemplos de mecánica y electricidad inferior a 20%, valor de la respuesta al azar. Estos datos alertan sobre las dificultades que tendrán estos alumnos en los cursos introductorios universitarios de física, donde se supone familiaridad con estos conocimientos básicos.

II- Objetivos y Marco Teórico

Con estos antecedentes, y como parte de las actividades del citado Proyecto AECID, se decidió realizar una experiencia de aula para la enseñanza de las Leyes de Newton en el primer curso de física de una institución representativa de universidades latinoamericanas ubicadas en ciudades de mediano tamaño. Nuestra posición es que la enseñanza debe partir del estado inicial de conocimientos de alumno, logrando su activa participación en el proceso de aprendizaje. Por ello el objetivo de este trabajo es comparar los resultados obtenidos con una estrategia de enseñanza de aprendizaje activo, "Tutoriales para Física Introductoria" (McDermott y Shaffer, 2001, de aquí en más "Tutoriales"), con los obtenidos mediante la enseñanza tradicional utilizada hasta ahora.

III- El experimento

La experiencia se realizó en la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, por su mediano tamaño, pertenecer a una región alejada de los grandes centros urbanos y porque tiene en sus programas de ingeniería cursos de Física I que se desarrollan en paralelo, en similares condiciones de recursos humanos y materiales. Esto permitió diseñar un experimento de comparación de grupos preestablecidos, con determinación del conocimiento previo y posterior a la instrucción mediante el test de respuestas de opción múltiple Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes et al., 1992). Se tuvo especial cuidado en que objetivos, tiempos, condiciones de infraestructura, contenidos y equipo docente de ambos cursos fueran equivalentes. Los contenidos del curso, Cinemática y Dinámica de la partícula; Trabajo y Energía; Cantidad de Movimiento Lineal, Impulso y Colisiones; Cinemática y Dinámica del cuerpo rígido y Oscilaciones y Ondas, son similares a los de cursos introductorios de física de los países de la región, siendo requisito para cursar esta materia haber realizado la asignatura Cálculo I (cálculo en una variable). Física I se desarrolla en sesiones teórico-prácticas con exposición de contenidos, ejemplificación y discusión, problemas individuales y grupales y laboratorio. La evaluación consta de tres exámenes parciales y una evaluación integrativa final, cada uno con preguntas y problemas. Los contenidos, maneras y tiempos de evaluación son acordados previamente por todas las cátedras que funcionan en paralelo y coordinadas para minimizar diferencias entre el curso control y el experimental. El curso control continuó con esta estrategia clásica, mientras que en el experimental algunas actividades de explicación teórica y de ejercitación de problemas a cargo del profesor fueron reemplazadas por actividades de Tutoriales, desarrolladas a partir de estudios de dificultades características de aprendizaje, sujetos a pormenorizadas pruebas de rendimiento (McDermott, 2001). En esta experiencia se trataron solo los temas de cinemática y dinámica de la partícula, incluidos en los Tutoriales: "Representaciones de movimiento", "Aceleración en una dimensión", "Fuerzas", "2da. y 3ra. Leyes de Newton" y "Tensión". La muestra experimental estuvo constituida por 79 estudiantes de Ingeniería electrónica y el grupo control por 57 alumnos de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos. El FCI consta de 30 preguntas sobre las leyes de Newton y su relación con el estado de movimiento del cuerpo, incorporando en sus distractores los resultados de los estudios de dificultades características y concepciones alternativas sobre fuerza y movimiento. Por ello un análisis del pretest permite una verdadera "radiografía" del estado de conocimientos de cada población al comienzo de la instrucción. La aplicación pre/post test permite el estudio comparativo de la evolución del conocimiento del

concepto fuerza, identificando logros y problemas no resueltos en cada aproximación didáctica.

VI-Resultados

El conocimiento inicial fue apenas superior al rendimiento al azar (20%) y estadísticamente indiferenciable entre ambas muestras. El curso experimental obtuvo $26,36 \pm 10,74$, frente $24 \pm 12,64$ del curso control. El rendimiento post instrucción del grupo experimental, $67,09 \pm 15,56$, es claramente superior (p

CITACIÓN

GODOY, P.; PANDIELLA, S.; PEREZ, M.; OTERO, J. y BENEGAS, J. (2009). Aprendizaje activo de las leyes de newton en cursos de ingeniería: una experiencia utilizando tutoriales para física introductoria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 839-841

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-839-841.pdf>