

**Una experiencia de universidades iberoamericanas
que estudian las dificultades de los estudiantes universitarios
en los cursos introductorios de Física**

Autores: María Del Carmen Pérez De Landazábal, José C. Otero, Ascensión Macías, Susana B. Pandiella, Paulo Godoy y Grupo ACEM¹

Instituciones: Consejo de Investigaciones Científicas (España) - Departamento de Física - Universidad de Alcalá Madrid – España. Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales - Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes - Universidad Nacional de San Juan - Argentina

Palabras clave: conocimientos conceptuales - conocimientos procedimentales - estudiantes universitarios de ciencias

Los estudios realizados por siete universidades iberoamericanas constituyen un claro ejemplo del trabajo en redes². El mismo ha consistido en determinar tanto el conocimiento conceptual como algunas habilidades básicas de ingresantes a la universidad en carreras de Ciencias e Ingeniería. El diagnóstico indaga en lo conceptual sobre temas de cinemática lineal, fuerzas, energía, circuitos eléctricos resistivos y fuerza eléctrica. En lo procedimental se estudia el reconocimiento de una hipótesis de trabajo, identificación de las variables en un fenómeno físico, control de variables en un experimento, interpretación de datos experimentales en forma de tabla o gráfico, entre otros. Las preguntas de las dos pruebas fueron seleccionadas de tests utilizadas en reconocidos trabajos científicos.

La investigación es cuasi experimental con pruebas iguales de pre y postest. Para esta presentación se han elegido los resultados obtenidos en el periodo 2006-2008. Los resultados del pretest, de ambas pruebas, son bajos y revelan que los estudiantes tienen conocimientos conceptuales y procedimentales muy pobres. Estos datos alertan sobre las

¹ Grupo ACEM: Coordinadores: J. Otero y M.C. P.Landazábal (Universidad de Alcalá, España) e integrado por A. Macías, N. Nappa, S. Pandiella y P. Godoy (Universidad de San Juan, Argentina); J. Benegas y M. Villegas (Universidad de San Luis, Argentina); W. Ahumada y R. Espejo (Universidad Católica del Norte, Chile); J. Cabrera (Universidad de Pinar del Río, Cuba); S. Espejo (Universidad de Santiago, Chile) y H. Alarcón y G. Zavala (Instituto Tecnológico de Monterrey, México).

² Financiado por AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, Gobierno de España).

dificultades que tienen estos alumnos en los cursos introductorios universitarios de Física, donde se supone familiaridad con estos conocimientos básicos. Los resultados posinstrucción corroboran esa predicción e indican que los estudiantes no han alcanzado los niveles deseados en las dimensiones investigadas. Los problemas son similares en las diferentes universidades.

Los datos alertan sobre la necesidad de desarrollar estrategias de enseñanza en la universidad que involucren a los estudiantes en la participación activa de sus propios procesos de formación para tratar de revertir estos resultados.

FUNDAMENTACIÓN

Desde el año 2006 un grupo de profesores pertenecientes a universidades iberoamericanas (Argentina, Chile, Cuba, España y México) estamos abocados a determinar algunos de los problemas que tienen los alumnos ingresantes a la universidad en carreras de Ciencias e Ingeniería, tanto en lo que se refiere al conocimiento conceptual como a ciertas habilidades consideradas como básicas para su aprendizaje. Esta cooperación internacional entre las universidades se basa en la realización de actividades conjuntas y en la asociación para la concreción de nuevos planteamientos. Estamos elaborando estudios, favorecemos la realización de actividades comunes y a la vez promovemos redes temáticas de colaboración. Estas acciones están apoyadas por la Agencia Española de Cooperación y Desarrollo (Ministerio de Relaciones Exteriores y de Cooperación) que subvenciona la movilidad de los profesores y está permitiendo reuniones en las diferentes universidades para intercambio de propuestas y puestas al día de las investigaciones en curso.

Las investigaciones realizadas, hasta el momento, nos están permitiendo determinar los inconvenientes a los que se enfrentan los estudiantes y a la vez proponer líneas de acción para mejorar la enseñanza científica en el nivel preuniversitario y universitario básico. Además, hasta el momento se han implementado metodologías de aprendizaje activo en algunas de las universidades participantes.

Podemos señalar que nuestros trabajos están guiados por tres objetivos: (1) Diagnosticar la situación inicial de los alumnos que ingresan en el primer curso de carreras relacionadas con la física. (2) Determinar los condicionantes de tipo académico que inciden en el rendimiento, tratando de identificar factores que influyen de modo importante en el éxito en las asignaturas de física introductoria. (3) Ensayar acciones de mejora fundamentadas en enfoques activos de enseñanza, que respondan a fortalezas y deficiencias encontradas en el diagnóstico (PÉREZ DE LANDAZÁBAL et al., 2009).

MARCO TEÓRICO

La problemática que abordamos es muy conocida y debatida tanto en los foros universitarios como en los medios de comunicación. Nos estamos refiriendo a que el número de alumnos que aprueban el curso de ingreso en las universidades es bajo y a la vez es notoria la deserción en los primeros años en la universidad. Todo esto hace que los procesos de transición a la enseñanza superior y la integración en la vida universitaria en el primer año sea uno de los focos de atención prioritaria para luchar contra el abandono en la universidad (Cabrera et al., 2006). Para Vélez (2005) los estudiantes al ingresar a la universidad tienen un nuevo encuentro (o desencuentro) con los conocimientos científicos, filosóficos o literarios propios de la carrera elegida y esto redundará en la falta de dominio de los saberes esperados por la universidad, tanto en lo que respecta al campo conceptual como a los procedimientos que se utilizan para aprender. Esto se debe a una realidad socioeducativa en muchos sistemas educativos de diversos países iberoamericanos, que indica un bajo nivel de logro de los estudiantes de Ciencias que ingresan en la universidad, tanto en Matemáticas como en otras disciplinas científicas como la Física (Benegas, 2007).

Dentro de la complejidad de esta situación, realizamos estudios cuyos resultados obtenidos en las pruebas evaluadas (conocimientos conceptuales y procedimentales) muestran semejanzas en las diferentes universidades participantes de este proyecto. Resultados análogos aparecen en otras universidades, como por ejemplo en la Universidad de Washington (Estados Unidos), donde se destaca que es de particular interés las fallas aparentes en las estrategias metodológicas utilizadas en las clases de Ciencias para ayudar a los alumnos preuniversitarios a desarrollar un entendimiento conceptual del material que se espera que aprendan (MCDERMOTT, 1984). Esta investigadora y su equipo llevan años de investigación educativa en Física y tienen propuestas basadas en el aprendizaje activo para el mejoramiento de la comprensión conceptual en esta disciplina. Los trabajos realizados han demostrado, en numerosas investigaciones y aplicaciones experimentales, que son más efectivas que la instrucción tradicional (Benegas et al., 2006; Godoy et al., 2009). Son notorios los avances que están logrando con nuevas metodologías y han conseguido mejorar los resultados en los aprendizajes de los estudiantes (MCDERMOTT y REDISH, 1999). Las experiencias son ofrecidas en el material sobre Tutoriales que se está implementando desde el año 2007 en la Universidad Nacional de San Juan (NAPPA et al., 2008; PÉREZ DE LANDAZÁBAL et al., 2009).

Los Tutoriales de MCDERMOTT y SHAFFER (2001) están diseñados para desarrollar la comprensión conceptual de los temas de Física básica, así como el razonamiento cualitativo y utilizan como estrategia de aprendizaje el conflicto cognitivo, tendiendo puentes entre lo que el alumno cree o sabe y el conocimiento científico que se quiere incorporar (BENEGAS, 2007). Los Tutoriales corresponden a estrategias de aprendizaje activo y reproducen el proceso científico en el aula y ayudan al desarrollo de las capacidades de razonamiento

(THORNTON y SOKOLOFF, 1990; LAWS, 1991). Los mismos permiten a los estudiantes realizar predicciones, discusiones en pequeños grupos, observaciones y comparaciones entre los resultados experimentales con las predicciones. De esta forma el estudiante toma conciencia de las diferencias entre las creencias con que llega a la clase de Física y las leyes de esta ciencia que gobiernan el mundo real (BENEGAS, 2007).

Las metodologías de aprendizaje activo, que como hemos señalado es el resultado de años de investigación educativa en la enseñanza de la Física y han producido un mejoramiento mensurable en la comprensión conceptual de esta Ciencia. Permiten que:

- los estudiantes se involucren activamente en las clases, participen en actividades relacionadas con los temas expuestos, aumenten su motivación, desarrollen su capacidad de análisis, de síntesis y de evaluación a través de los debates o discusiones surgidos a lo largo del desarrollo de la actividad o trabajo propuesto.
- el docente que dirige una estrategia de aprendizaje activo debe fundamentalmente quitar énfasis a la transmisión de la información para esforzarse en explorar las habilidades, aptitudes y valores de los estudiantes (MCDERMOTT y REDISH, 1999).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Los estudios realizados nos han mostrado que las deficiencias en las diferentes universidades son similares, tanto en competencias matemáticas básicas, en conocimientos relativos al concepto de aceleración, comprensión de la segunda y tercera ley de la Dinámica, y distinción entre los conceptos de fuerza y energía, como en lo procedimental donde deben reconocer una hipótesis de trabajo, identificar las variables en un experimento, interpretar datos experimentales en forma de tabla o gráfico, entre otros (OTERO et al., 2010; PÉREZ DE LANDAZÁBAL et al., 2009).

En este trabajo presentamos como antecedente los estudios realizados en la dimensión conceptual y procedimental a diversos grupos de estudiantes universitarios. Acompaña a esta ponencia los resultados de la implementación en un primer año universitario de Tutoriales para Física introductoria.

Prueba de conocimientos conceptuales

La prueba conceptual incluye temas básicos de Matemáticas y Física desarrollados en los currícula de la escuela media. La prueba contiene preguntas de opción múltiple de respuesta única seleccionadas de otras muy conocidas. Por ejemplo, para Mecánica utilizamos preguntas de otras muy conocidas, probadas y desarrolladas en investigaciones,

como por ejemplo del test Force Concept Inventory (FCI) (HESTENES et al., 1992), de tiro vertical (WATTS y ZYLBERSZTAJN, 1981) y para fuerza y energía (BLISS et al., 1988), entre otras.

La prueba la realizaron los estudiantes ingresantes en cursos introductorios de Física universitaria al iniciar el curso y al finalizar. Los resultados que presentamos a continuación corresponden al año 2006 y se relacionan con las siguientes universidades: Universidad de Alcalá (España) (UAH); Universidad Católica del Norte (Chile) (UCN); Universidad Nacional de San Luis (Argentina) (UNSL) y Universidad Nacional de San Juan (Argentina) (UNSJ). La muestra estuvo constituida por 541 estudiantes distribuidos como se muestra en la Tabla 1:

Universidad	Nº de estudiantes	Estudios
UAH	56	Biología
UCN	393	Ingeniería civil. Geología
UNSL	60	Profesorado de Matemáticas y Lic. en Biología. Matemáticas y Física.
UNSJ	32	Ingeniería
TOTAL	541	

Tabla 1: Número de estudiantes por universidades

A modo de ejemplo presentamos los resultados obtenidos, en el mencionado año, de una de las preguntas referida al concepto de la tercera ley de la Dinámica. En el Cuadro 1 presentamos la pregunta y en los Gráficos 1 y 2 los resultados obtenidos.

1. Un camión grande se avería en la carretera y un pequeño automóvil lo empuja de regreso a la ciudad tal como se muestra en la figura adjunta.



Mientras el automóvil que empuja al camión acelera para alcanzar la velocidad de marcha:

- a) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es igual a la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- b) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es menor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- c) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- d) dado que el motor del automóvil está en marcha, éste puede empujar al camión, pero el motor del camión no está funcionando, de modo que el camión no puede empujar al auto. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
- e) ni el camión ni el automóvil ejercen fuerza alguna sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.

Cuadro 1: *Pregunta referida a la tercera Ley de la Dinámica*

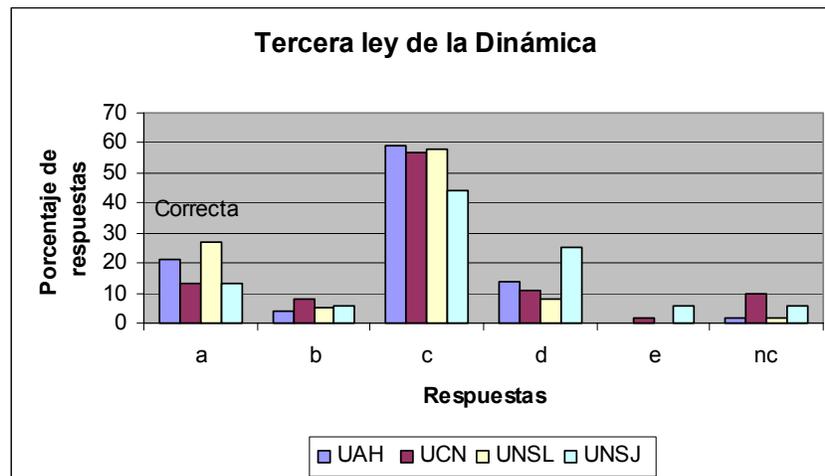


Gráfico 1: *Resultados de respuestas a la pregunta sobre la tercera ley de la Dinámica antes de cursar en la universidad un curso introductorio de Física*

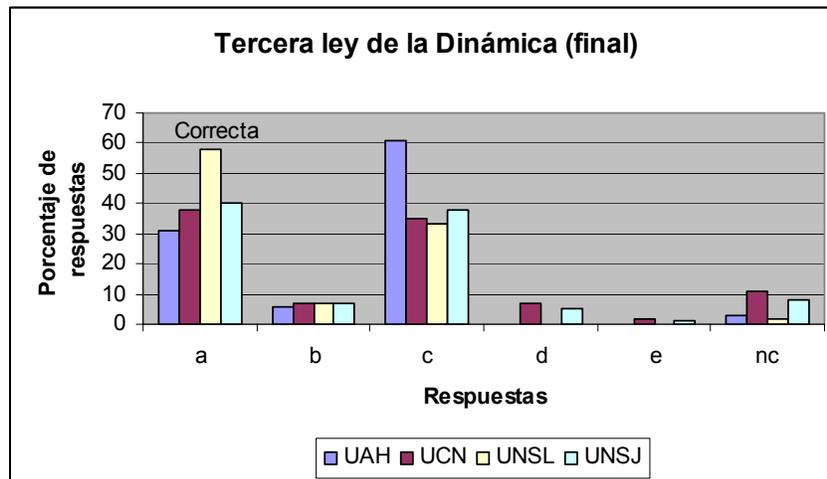


Gráfico 2: Resultados de respuestas a la pregunta sobre la tercera ley de la Dinámica después de cursar en la universidad un curso introductorio de Física

Observamos que al iniciar el curso ningún curso llega al 30% en las respuestas correcta. En la prueba final los porcentajes de respuestas correctas son menores del 40%, sólo en la UNSL alcanza el 58%. Estos resultados reflejan una marcada relación entre el desempeño de los estudiantes de las diferentes universidades participantes. La respuesta (c) *“la fuerza que el automóvil ejerce sobre el camión, en el sentido del movimiento, es mayor que la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil”* es una conceptualización identificada entre las concepciones alternativas y determinada en otras investigaciones. Es así que el estudio de las mencionadas concepciones alternativas ha sido tomado como base para el desarrollo de metodologías de enseñanza activa en la universidad (BENEGAS, 2007). Muestra de estos estudios son los Tutoriales desarrollados por MCDERMOTT y su equipo (MCDERMOTT y SHAFFER, 2001).

Con el objeto de revertir estos inconvenientes, desde el 2007 en la Universidad Nacional de San Juan, se propuso en un curso de Primer año de la Facultad de Ingeniería, implementar Tutoriales en algunos temas de Física I. El objetivo que guió esta propuesta ha sido la de favorecer el proceso de enseñanza y de aprendizaje, ya que la metodología permite construir los conceptos, desarrollar el razonamiento y relacionar el formalismo físico con fenómenos del mundo real (NAPPA et al., 2008). En el caso de nuestra experiencia, trabajamos con los Tutoriales de Cinemática y Dinámica como material de instrucción.

Cada Tutorial es una guía de actividades que los alumnos deben desarrollar trabajando en grupos de 3 ó 4 estudiantes. En algunos Tutoriales el trabajo de lápiz y papel se complementa con dispositivos experimentales, como en el caso del Tutorial

“Representaciones de movimiento”, en el cual los estudiantes deben reproducir, con su propio desplazamiento, el movimiento indicado en forma textual o por medio de una gráfica [$x= x(t)$, $v= v(t)$ y $a= a(t)$] en cada uno de los ejercicios propuestos. El equipamiento experimental, consistente en un detector electrónico de movimiento, asociado con la correspondiente interfase analógico-digital y la computadora, y sirve como elemento verificador de las respuestas dadas. En este proceso, donde los estudiantes están activamente involucrados, realizan movimientos, controlan resultados, discuten sus ideas y conclusiones, obteniendo así un conocimiento práctico de las variables cinemáticas y de su representación. En clase de Tutorial el docente supervisa la tarea de los grupos, observando la discusión, razonamiento y conclusiones de cada tarea e interviniendo además en aquellos casos en que el Tutorial demanda que los alumnos presenten sus conclusiones al docente. Estos puntos de supervisión tienen por objetivo que los estudiantes no avancen sobre el siguiente material/concepto sin haber entendido aquellos que le servirán de base para la comprensión de los aspectos siguientes, asegurando la continuidad del aprendizaje. El docente también regula el uso del tiempo para que la labor estudiantil sea efectiva. En esta experiencia cada Tutorial fue realizado en el horario y el lugar destinado a las actividades de laboratorio. Este ambiente es adecuado pues permite que grupos pequeños de tres o cuatro alumnos interactúen directamente en cada mesa de trabajo. Los Ejercicios Complementarios de Tutorial (deberes) se realizaron en forma individual y fuera del horario de clase. La resolución de estos problemas fue evaluada y, eventualmente, analizada durante la clase siguiente, discutiendo dudas remanentes, afirmando y controlando los conceptos adquiridos. En total se realizaron los siguientes Tutoriales: “Representaciones de movimiento”, “Aceleración en una dimensión”, “Fuerzas”, “segunda y tercera ley de la Dinámica” y “Tensión”.

Mejores resultados en las pruebas conceptuales se han encontrado después de la aplicación de los Tutoriales. Por ejemplo en la pregunta que hemos presentado en los Gráficos 1 y 2, en los años de implementación hallamos mejores valores de respuestas correctas. En la Gráfico 3 ofrecemos esos resultados. Hemos incluido el Índice de Hake que permite confrontar los resultados de pruebas de conocimientos (inicial y final) y se vale de lo que denomina ganancia normalizada promedio $\langle g \rangle$, donde $\langle g \rangle = (\langle \text{Post} \rangle - \langle \text{Pre} \rangle) / (100 - \langle \text{Pre} \rangle)$. Este índice permite cotejar ambas pruebas con los siguientes criterios: gran ganancia ($> 0,7$), ganancia media ($0,7 > g > 0,3$) y baja ganancia ($< 0,3$) (HAKE, 1998).

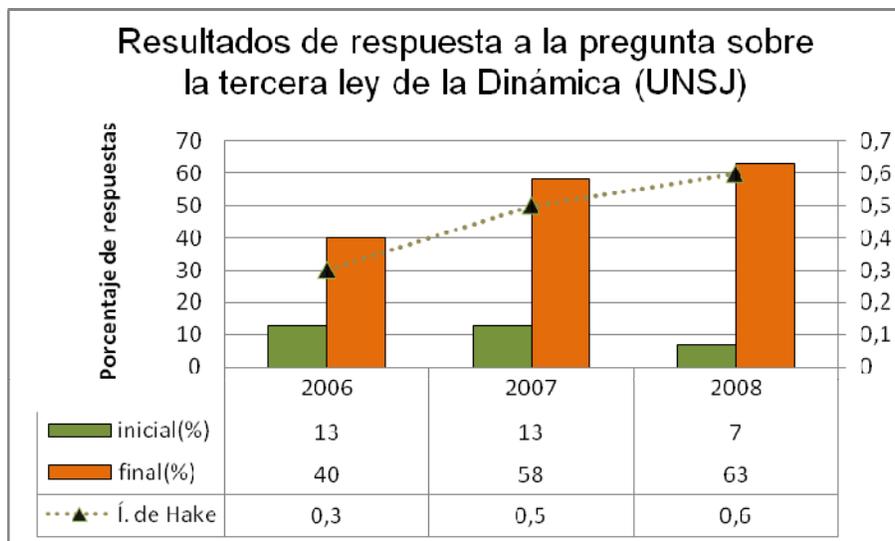


Gráfico 3: *Resultados de respuesta a la pregunta sobre la tercera ley de la Dinámica, después de aplicar Tutoriales en los años 2007 y 2008*

Observamos que el Índice de HAKE está marcando mejores ganancias medias en los resultados después de la aplicación de los Tutoriales en este tema referido a Dinámica.

Prueba de conocimientos procedimentales

Para conocer las destrezas con que cuentan los estudiantes, hemos diseñado esta prueba, que también se aplicó antes y después del curso introductorio de Física. Cuenta con preguntas que corresponden a estimación de mediciones, manejo de diferentes unidades, reconocimiento de una hipótesis de trabajo (NIEDA, et al., 2004), identificación de las variables dependientes e independientes en un fenómeno físico, control de variables en un experimento (NIEDA et al., 2004), interpretación de datos experimentales en forma de tabla o gráfico (NIEDA et al., 2004) y traducir la información proporcionada por unos datos experimentales en el modelo matemático correspondiente. La elección de estas preguntas se ha realizado considerando que son adecuadas al nivel de conocimientos procedimentales que deben poseer los estudiantes en todo curso introductorio de Física.

En lo referente a los resultados de las pruebas de conocimientos procedimentales, en general, podemos decir que los alumnos tienen dificultades, como en la pregunta que presentamos a continuación, en el Cuadro 2.



Pregunta D 8.2 – Traducción de la información de datos experimentales en una relación funcional

Se lleva a cabo un experimento en el que un resorte comprimido lanza una pelota a lo largo de una superficie horizontal áspera. La pelota rueda sin deslizar. La relación entre la longitud (x) en la que se comprime el resorte, la distancia (d) que rueda la pelota y el tiempo (t) durante el cual la pelota está rodando se muestra en la tabla siguiente:

x (cm)	0,50	1,00	2,00	4,00
t (s)	0,25	0,50	1,00	2,00
d (cm)	5,00	20,00	80,00	320,00

¿Cuál es la relación entre la longitud (x) en la que se comprime el resorte y la distancia (d) que rueda la pelota?

- a) $d = kx$; b) $d = kx^2$; c) $d^2 = kx$; d) $d = \frac{k}{x}$

Cuadro 2: Preguntas de traducción de datos experimentales de la prueba de conocimientos procedimentales

Los resultados obtenidos en el año 2006 los mostramos en el Gráfico 4:

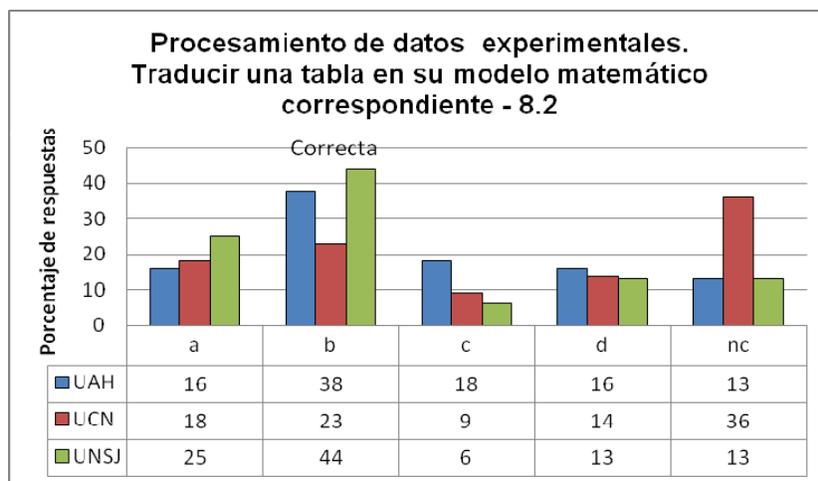


Gráfico 4: Resultados de respuestas a la pregunta 8.2, donde aparecen las diferentes respuestas que han dado los estudiantes.

Las deficiencias observadas ponen de manifiesto que no diferencian variables y que puede deberse a un escaso trabajo experimental en los estudios previos o a la realización de trabajo experimental rutinario donde han seguido instrucciones precisas (OTERO et al., 2008).

La ventaja de los Tutoriales es que además del aprendizaje activo de los aspectos conceptuales, aportan conocimientos procedimentales. A medida que se desarrolla un determinado Tutorial los estudiantes deben, por ejemplo: denominar vectores con símbolos matemáticos, transformar una tabla de datos en una gráfica, representaciones gráficas de vectores (velocidad, fuerza,...), entre otros.

Una manera en que hemos podido observar cómo se han superado los conocimientos procedimentales es considerando el promedio de los resultados de las calificaciones de Laboratorio. El Gráfico 5 muestra estos promedios para los años que son informados en este estudio.

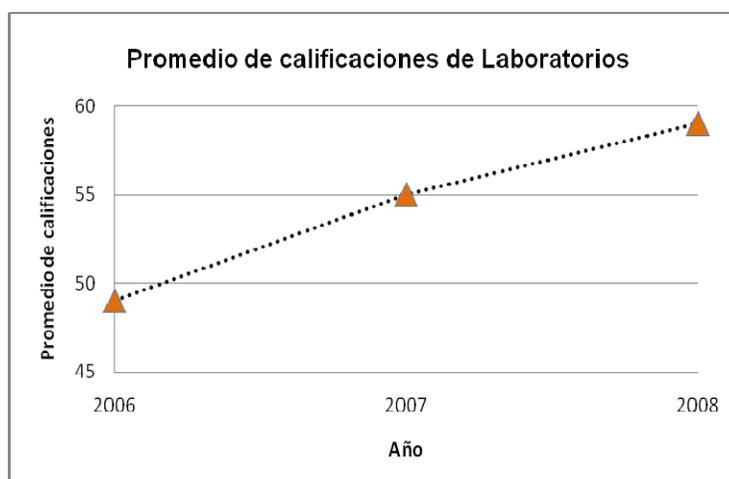


Gráfico 5: *Promedio de calificaciones finales de Laboratorio*

Evaluación final del desempeño de los estudiantes

Hasta ahora hemos obtenidos diferentes resultados en el análisis de los datos logrados en los cursos objetos de estudio, pero nos seguimos preguntando: ¿Los Tutoriales favorecen en forma activa el aprendizaje de los estudiantes en un curso introductorio de Física?

Para dar respuesta a este interrogante, analizamos otros datos que pueden afirmar lo comprobado en las exploraciones anteriores. Para esto, hemos trabajado con las muestras constituidas por los alumnos que cursaron Física I en la modalidad Ingeniería Electrónica desde 2005 al 2008. En estos cursos se ha mantenido el equipo docente y la única variación

ha sido la implementación de Tutoriales en un tercio de la materia en los años 2007 y 2008. Para el análisis hemos considerado las dos formas de promoción que la cátedra de Física I tiene implementado:

-Promoción final con coloquio (deben superar los tres parciales con más de 70 puntos).

-Promoción con examen final (aprobación de los tres parciales con más de 40 puntos).

El Gráfico 6 muestra los porcentajes de los alumnos período 2005 -2008 que acceden a la promoción final de la materia con coloquio integrador y los que en función de su desempeño deben rendir examen final.

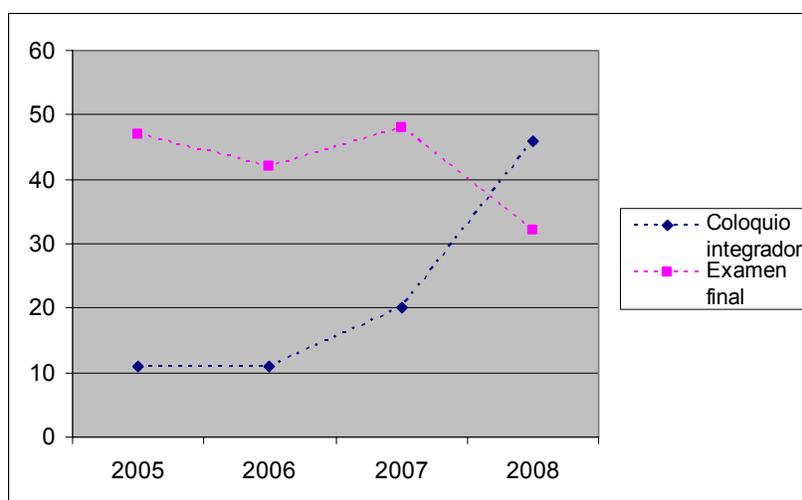


Gráfico 6: *Porcentaje de alumnos de las cohortes 2005 a 2008 que acceden a coloquio integrador o examen final para promocionar la materia Física I.*

A partir del año 2007 se apoya la enseñanza de la Cinemática y de la Dinámica con Tutoriales. Se puede observar cómo aumenta notablemente el porcentaje de alumnos que accede a la promoción de la asignatura a través del coloquio integrador. De un 11% en los años 2005 y 2006 asciende a un 20% en 2007 y a un 46% en 2008.

En el Gráfico 7 mostramos con una representación de cajas y bigotes (box-plot y whiskers) los resultados globales desde el año 2006 al 2008. Recurrimos a estas representaciones visuales con información para describir algunas características importantes como son la dispersión, mediana, simetría, entre otras. Los datos se valoraron teniendo en cuenta la calificación final (tanto de promoción o de examen final) y se adjudicó 0 (cero) al estudiante inscripto que no asistió, 1 (uno) al que al menos asistió y rindió algún parcial.

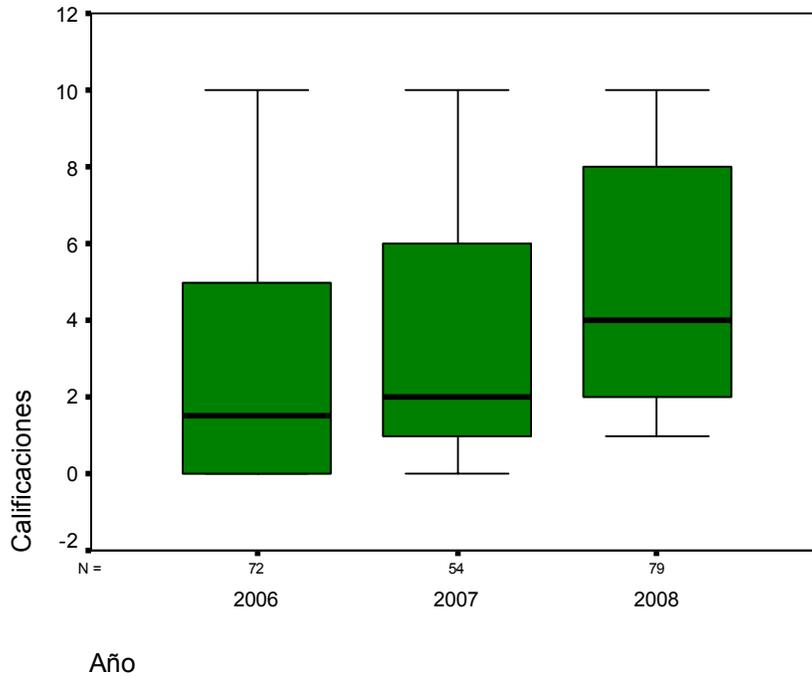


Gráfico 7: Cajas y bigotes para los resultados finales de los años: 2006, 2007 y 2008.

Podemos observar que se ofrece en estos rectángulos y bigotes la representación de los valores mínimo (0; 0 y 1) y máximo de los datos (10 para los tres bigotes). El interior de la caja nos permite encontrar los valores de los tres cuartiles cuyos datos figuran en la Tabla 2:

	2006	2007	2008
Número de datos	72	54	79
Primer Cuartil	0	1	2
Segundo Cuartil	1,5	2	4
Tercer Cuartil	5	6,25	8

Tabla 2: Datos estadísticos del Gráfico 7

El segundo cuartil coincide con la mediana (1,5; 2 y 4 respectivamente) que muestra que el promedio de notas es más alto en el año 2008. Por su parte la media para estos datos son: 2,76; 3,55 y 4,60 en orden de los años seleccionados para el estudio.

Resulta interesante observar la parte inferior de las cajas (por debajo de la mediana) que está indicando que los resultados comprendidos entre el 25% y el 50% de los datos están más concentrados que entre el 50% y el 75% donde los datos están más dispersos.

En el año 2006 y 2007 hubo deserción de estudiantes, antes de comenzar el dictado de la materia por lo que los datos de los “bigotes” parten de cero, en cambio en el 2008 no aparecen valores en cero, pero si hubo alumnos que iniciaron la materia y luego abandonaron, de allí que el bigote parte de 1 (uno).

CONCLUSIONES

Como recapitulación de lo presentado, los resultados recabados en ambas pruebas nos han permitido ratificar que los estudiantes, en la escuela secundaria no consiguen desarrollar competencias importantes y necesarias para desenvolverse en la universidad. Coincide con lo expresado por VÉLEZ (2005) los estudiantes al ingresar a la universidad tienen desencuentro con los conocimientos científicos de las carreras de su elección.

Los estudios realizados confirman que nuestros resultados coinciden con las de otras investigaciones. Creemos que la aportación original de esta investigación radica en la variedad de sistemas educativos que comparamos, dado que son de varias universidades de iberoamérica (OTERO et al., 2008). Se han reunido datos de universidades como UAH y UNSJ con curricula diferentes que sin embargo se aproximan de manera sorprendente en los resultados (OTERO et al.; 2010).

Además, después de cursar en la universidad una Física introductoria muchos errores conceptuales y procedimentales persisten. Esto puede revertirse con la aplicación de nuevas metodologías como la que provee los Tutoriales. Esto significa que es necesario desarrollar estrategias de enseñanza en la universidad que involucren a los estudiantes en la participación activa de sus propios procesos de formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEGAS, Julio. “Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física”. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.1, No. 1*, 38, México, 2007. <http://www.journal.lapen.org.mx> Consultado el 4 de marzo de 2010.

BENEGAS, Julio; VILLEGAS, Miriam; PÉREZ DE LANDAZÁBAL, María del Carmen y OTERO, José. “El frecuente absurdo educativo de cuando más es menos”. *Actas de SIEF VIII, 1*, 423-431, 2006.

BLISS, Joan, MORRISON, Ian and OGBORN, Jon.. A longitudinal study of dynamics concepts. *International Journal of Science Education* 10 (1), 1988. pp 99-110.

CABRERA, Lidia, BETHENCOURT, José Tomás, ALVAREZ PÉREZ, Pedro y GONZÁLEZ ALFONSO, Míriam “El problema del abandono de los estudios universitarios”. *RELIEVE*, v. 12, n 2. 2006. http://www.uv.es/RELIEVE/v12n2/RELIEVEv12n2_1.htm . Consultado el 17 de junio de 2010.

GODOY, Paulo; PANDIELLA, Susana; PÉREZ DE LANDAZÁBAL, María del Carmen; OTERO, José y BENEGAS, Julio. “Conceptual learning of Newton’s laws: a group comparison study of two teaching strategies with engineering students”. Congress of Science Education, Cartagena de Indias, Colombia 15-18 julio 2009.

HAKE, Richard. “Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-students-survey of mechanics test data for introductory physics courses”. *American Journal of Physics*, 66, 1998. pp 67-74.

HESTENES, David; WELLS Marcos and SWACKHAMER George. “Force Concept Inventory”. En *The Physics Teacher* 30 (3), 1992. p.141-158.

McDERMOTT, Lilian.”Research on conceptual understanding in mechanics”. *Physics Today*, 37, 1984. pp 24–32.

McDERMOTT, Lilian y REDISH, F. Edward. “Resource Letter: PER-1: Physics Education Research”. *American Journal of Physics* 67 (9). 1999. pp 755-767

McDERMOTT, Lilian y Shaffer, Peter S. *Tutoriales en Física Introductoria*. Buenos Aires: Prentice Hall. 2001.

NAPPA, Nora; GODOY Paulo; PANDIELLA, Susana y MACÍAS, Ascensión. Una experiencia para el mejoramiento de los aprendizajes de estudiantes que cursan Física en la Universidad. Primeras Jornadas: Acceso y permanencia a carreras científico tecnológicas. Universidad Nacional de Quilmes (Prov. de Bs. As.). 2008. Publicado en las Memorias.

THORNTON, Rolando y SOKOLOFF, David. Learning motion concepts using real-time, microcomputer-based laboratory tools. *Lat. Am J. Phys* 58, 1990. 858-867.

NIEDA, Juana, CAÑAS, Ana María Y MARTÍN-DÍAZ, María Jesús. *Actividades para evaluar Ciencias en Secundaria*. Madrid: A. Machado Libros. 2004.

LAWS, Priscilla. Calculus-based physics without lectures. *Physics Today* 44. 1991. 12, 24-31

OTERO, José; PÉREZ DE LANDAZÁBAL, María del Carmen; MACÍAS Ascensión; NAPPA, Nora; PANDIELLA, Susana y Godoy, Paulo. “Nuevos enfoques metodológicos y de diagnóstico en los cursos introductorios de ciencias en la universidad”. *IV Jornadas de Investigación y Creación de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de San Juan*. Publicado en las memorias. 2008.

OTERO, José; PÉREZ DE LANDAZÁBAL, María del Carmen; BENEGAS, Julio y Grupo ACEM (por UNSJ: Macías, A. et al.). "Comprensión de conceptos básicos de la Física por alumnos que acceden a las universidades en España e Iberoamérica: limitaciones y propuestas de mejora". Informe de proyecto presentado a AECID (Ministerio de relaciones exteriores y cooperación, España). 2010.

OTERO, José; PÉREZ DE LANDAZÁBAL, María del Carmen; MACÍAS Ascensión; NAPPA, Nora; PANDIELLA, Susana y Godoy, Paulo. "Estudio de las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes de física en los cursos introductorios en la universidad". I Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología. 2009.

PÉREZ DE LANDAZÁBAL, María del Carmen; OTERO, José; BENEGAS, Julio y Grupo ACEM (por UNSJ: Macías, A. et al.). "Conocimiento y destrezas iniciales de los alumnos que acceden a cursos introductorios de Física en 6 universidades iberoamericanas: cambio a lo largo del primer curso e incidencia en el éxito académico Enseñanza de las Ciencias". Número Extra VIII Congreso Internacional Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 2009-b. pp. 2335-2342. Disponible en: http://ice.uab.cat/congresos2009/eprints/cd_congres/propostes_htm/propostes/art-2342-2349.html. Consultado 4 de noviembre de 2009.

VÉLEZ, Gisela. *Aprender en la Universidad. Aprender el oficio de estudiante universitario. Colección de Cuadernillos de actualización para pensar la Enseñanza Universitaria*. Universidad Nacional de Río Cuarto. 2005.

WATTS, Michael and ZYLBERSZTAJN, Arden. "A survey of some children's ideas about force". *Physics Education* 16, 1981.pp 360-365.

Agradecimiento

Se agradece al Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan por brindarnos la posibilidad de concretar la experiencia.