

ENSEÑANZA DE CIRCUITOS: ¿DEPENDEN LOS RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA DEL DOCENTE?

SIRUR FLORES J¹., LENHE G³., SANCHEZ E¹. Y BENEGAS J^{1,2}.

1- Departamento de Física, Universidad Nacional de San Luis

2- IMASL-CONICET/UNSL

3- Colegio San Luis Gonzaga, San Luis

e-mail: jflores@unsl.edu.ar

El objetivo de este trabajo es mostrar como depende la efectividad de la instrucción de la experiencia del docente. Para ello se comparan los resultados obtenidos por tres docentes de muy distinta experiencia, un profesor con más de 20 años de experiencia docente y dos alumnos de Profesorado en Física, que realizaron esta instrucción como parte de sus prácticas docentes. La estrategia utilizada en las tres clases experimentales fue Tutoriales para Física Introductoria, que fue implementada en similares condiciones en distintas clases de la escuela secundaria. En todos los casos el conocimiento conceptual fue determinada con el test DIRECT. Trabajos previos de nuestro grupo había mostrado que Tutoriales produce un aprendizaje conceptual más profundo y duradero que la instrucción tradicional, independientemente del género y condición socio-económica de los estudiantes. El presente trabajo muestra que los buenos resultados se mantienen independientemente de la experiencia del docente, siempre que el mismo haya tenido un adecuado entrenamiento en la utilización de metodologías de enseñanza para el aprendizaje activo.

The aim of this work is to show how the efficiency of instruction depends on teacher's experience. The conceptual knowledge on electric circuits have been measured with the test DIRECT on four classes taught by three teachers of very different experience: one with more than 20 years of teaching experience, and other two that taught this subject as part of their pre-graduation training. Tutorials for Introductory Physics was the active-learning teaching strategy used in all cases, implemented under similar conditions. The present results indicate that the efficiency of instruction was the same for all teachers, provided they use the same teaching strategy and have been properly trained for it. It also confirmed, for these inexperienced teachers, that Tutorials is clearly more efficient than traditional instruction in fostering conceptual learning.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas se han realizado investigaciones educativas examinando las dificultades de aprendizaje características de distintos temas de física. Estas investigaciones se han orientado a conocer la forma en que los estudiantes adquieren el conocimiento, mostrando que en el proceso de enseñanza aprendizaje, los alumnos arriban al aula con un conocimiento práctico sobre leyes o fenómenos físicos con los cuales explican como funcionan las cosas en el mundo real. Estas ideas previas, o preconcepciones, generalmente no coinciden con el punto de vista aceptado por la disciplina científica. Las actuales estrategias de enseñanza para el aprendizaje activo reconocen estos preconceptos en la población estudiantil y proponen actividades para modificarlos a través de la instrucción, construyendo así los nuevos esquemas conceptuales correctos⁽¹⁾.

Con esta base científica de conocimientos algunos grupos de investigación han diseñado currículum destinado a obtener un aprendizaje conceptual y significativo de la física en alumnos de nivel secundario y universitario⁽²⁾. Una de estas estrategias didácticas es "Tutoriales para Física Introductoria"⁽³⁾ (de aquí en mas "Tutoriales"), desarrollada por el grupo de investigación en enseñanza de la física que lidera la Prof. Lillian McDermott en el

Dpto. de Física de la University of Washington en Seattle, USA, para su uso en los cursos universitarios de física básica dictados para alumnos universitarios de ciencias e ingeniería.

En trabajos previos^(4,5) hemos mostrado que el material didáctico de Tutoriales, si bien desarrollado para alumnos de otro nivel y sistema educativo, se adapta perfectamente para ser utilizado en nuestras escuelas secundarias, con una notable diferencia en los aprendizajes logrados, respecto de la instrucción tradicional. Mostramos además que estas mejoras eran independientes de la condición socioeconómica y genero de los estudiantes, tanto en escuelas de gestión pública como privada. El objetivo principal del presente trabajo es mostrar hasta que punto los resultados de la instrucción dependen de la experiencia del docente, bajo la condición que se siga utilizando la estrategia de Tutoriales. Proponemos además reafirmar, bajo estas condiciones, la mayor eficiencia de la instrucción por Tutoriales respecto a la instrucción tradicional. Con tal fin confrontaremos los resultados obtenidos por tres docentes de muy distinta experiencia, pero que utilizaron la misma estrategia de enseñanza en las clases experimentales, ente sí y con los logrados en un curso de similares características, pero donde se practicó la instrucción tradicional.

II. EL EXPERIMENTO

A. Docentes

La Tabla I sintetiza las características principales de los docentes de este experimento. El docente A es un profesor con una importante experiencia, tanto en años de trabajo como en la cantidad de cursos de perfeccionamiento docente realizados. Es además alumno egresable (solo le falta defender su trabajo de tesis) de la Maestría en Enseñanza de la Física, que se dicta en la Universidad Nacional de San Luis. Este profesor fue responsable del dictado de uno de los cursos experimentales y también del dictado con la metodología tradicional en el curso Control. Los docentes B y C son alumnos egresables del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de San Luis que dictaron este tema como parte de su práctica docente. El docente B lo hizo durante 2007 en una escuela de gestión pública, mixta, mientras que el docente C lo hizo durante 2008 en una escuela de gestión privada, confesional solo para mujeres.

utilizada hasta el año 2005. El docente B realizó sus prácticas finales de Profesorado durante 2007 en la escuela estatal mixta, mientras que el docente C las llevó a cabo durante el año académico 2008 en una escuela confesional. Llamaremos "1" a la población experimental del colegio privado confesional sólo de mujeres instruida por el docente A, "2" a la población experimental correspondiente a la otra división del colegio estatal mixto instruido por el docente B y "3" a la población experimental del colegio privado confesional sólo de mujeres instruida por el docente C.

Excepto por las diferencias de género y porque el colegio estatal tiene una población de nivel socioeconómico algo más bajo que la del privado, las demás condiciones de la instrucción (contenidos, conocimiento matemático, crédito horario y recursos didácticos) fueron similares. En particular en ninguna de las escuelas hay un espacio especial para el laboratorio, realizándose las prácticas de estas experiencias en el aula normal.

C. Instrumento de medición

TABLA I: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS DOCENTES DE ESTA EXPERIENCIA. N° DE CURSOS SE REFIERE A LA CANTIDAD DE CURSOS DE DESARROLLO PROFESIONAL APROBADOS POR EL DOCENTE.

Docente	Título	Estudios	N° Cursos	Cursos Tutoriales	Experiencia docente
A	Profesor	Maestría	19	2	22 años
B	No	Profesorado	4	1	0,5 año
C	No	Profesorado	4	1	0,5 año

TABLA II: CARACTERÍSTICAS DE LAS POBLACIONES EXPERIMENTALES (1, 2 Y 3) Y DE CONTROL DESCRIPTAS EN EL TEXTO. CADA MÓDULO HORARIO SEMANAL TIENE 80 MINUTOS DE DURACIÓN.

Grupo	Profesor	Tipo de Escuela	Orientación	Género	Edad (años)	Módulos semanales	No. Alumnos
Control	A	Estatad	Cs. Naturales	Mixto	16-17	2	31
1	A	Privado Religioso	Cs. Naturales	Mujeres	16-17	2	30
2	B	Estatad	Cs. Naturales	Mixto	16-17	2	30
3	C	Privado Religioso	Cs. Naturales	Mujeres	16-17	2	29

B. Estudiantes

El presente estudio se llevó a cabo en cuatro divisiones de 5° Año del Secundario actual (11° año de instrucción, alumnos de 16-17 años) con orientación en Ciencia Naturales de dos colegios diferentes: una escuela de gestión privada, confesional, solo para mujeres (cursos experimentales a cargo de los profesores A y C), mientras que la otra escuela es mixta y de gestión estatal (curso experimental a cargo del profesor B y curso Control, enseñado por el profesor A). Las cuatro divisiones tuvieron casi igual número de estudiantes (ver Tabla II). En la división del colegio estatal que se asignó como curso Control o testigo el profesor A enseñó según la aproximación tradicional

El aprendizaje conceptual de los distintos aspectos de circuitos eléctricos resistivos simples se determinó mediante el test "Determining and Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test"(6) (DIRECT) que consiste de 29 preguntas. Cada pregunta tiene 5 opciones de respuesta, con distractores que corresponden a las concepciones previas y dificultades de aprendizaje más características sobre circuitos eléctricos. Su aplicación como diagnóstico pre-instrucción (Pre-test) proporciona una distribución de esas dificultades de aprendizaje y preconcepciones en la población estudiantil, mientras que su aplicación post-instrucción (Pos-test), además de medir la ganancia o efectividad de la instrucción, permite al docente reconocer qué conceptos han sido mejor captados por los estudiantes y en cuales la instrucción ha sido menos

efectiva. En este trabajo utilizaremos la combinación pre/post test para medir la ganancia o efectividad de cada instrucción de una manera normalizada, que nos permite además comparar esta experiencia con otras de otros sistemas educativos.

D. La instrucción por medio de Tutoriales para Física Introductoria sobre circuitos eléctricos de los grupos experimentales

En las tres poblaciones experimentales la instrucción consistió únicamente de las tareas de Tutoriales⁽³⁾, que comprenden un conjunto integrado de tres actividades complementarias: pre-test, guías de trabajo (el Tutorial propiamente dicho) y los Ejercicios Complementarios, que consisten en tareas para ejercitar y afirmar los conocimientos desarrollados en el Tutorial.

El Pretest de Tutorial es administrado inmediatamente antes de la realización de cada Tutorial y consiste en unas pocas preguntas cualitativas a desarrollar. Cada Pre-test tiene dos objetivos: informar al docente sobre el estado de conocimientos de sus alumnos, mostrando con que ideas llegan a la instrucción, y ayudar a que los alumnos comprendan que se espera que sepan, alistándolos para el aprendizaje.

Cada Tutorial es una guía de actividades que los alumnos deben desarrollar trabajando en grupos de 3 o 4 estudiantes. En el caso particular de circuitos eléctricos el trabajo de lápiz y papel se complementa con experimentos simples (con focos, cables y baterías) en los cuales cada grupo de estudiantes realiza actividades, controla resultados y obtiene, por inducción y generalización, las leyes de circuitos eléctricos simples. El docente no debe “dar clase” o responder en forma directa a las distintas preguntas, sino guiarlos con preguntas adecuadas, observar la tarea de los grupos y controlar las conclusiones de cada tarea. En estas experiencias se utilizaron los dos Tutoriales de “Modelos para Circuito”: Parte 1-“Corriente y Resistencia” y Parte 2- “Diferencia de Potencial”. Los Ejercicios Complementarios fueron realizados en forma individual y fuera de clase (deberes), pero discutidos luego grupalmente en clase, con el profesor guiando las discusiones y evaluando el trabajo estudiantil.

El total de actividades de cada Tutorial demandó alrededor de 3 módulos completos, es decir que todo el tema de circuitos eléctricos (6 módulos) es cubierto en 3 semanas de instrucción. Se tuvo especial cuidado en que se utilizara el mismo tiempo de instrucción en aula que el utilizado por la población de Control.

C. La instrucción tradicional del grupo control

El grupo Control siguió una instrucción de tipo tradicional, consistente en este caso en presentaciones teóricas del profesor, que incluían las principales definiciones y ejemplos de aplicación, acompañados con algunas experiencias demostrativas simples. El profesor resolvió problemas tipo, de características

algorítmicas siguiendo estrategias que luego eran replicadas por los estudiantes en problemas de características similares, trabajando en pequeños grupos, modalidad usual en este curso.

III. RESULTADOS

Las Figuras 1,2,3 y 4 muestran el rendimiento por alumno en los pre y post tests de DIRECT en las cuatro clases de esta experiencia.

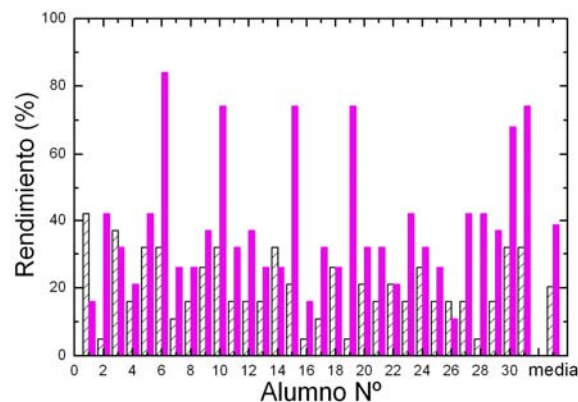


Figura 1: Rendimiento medio (%) en los 29 ítems del test DIRECT por alumno de la División A (población de control). Pre-test (barras rayadas) y post test (barras rellenas). Las dos últimas barras muestran el rendimiento medio pre y post instrucción de toda la clase.

Las características más salientes son:

- Gran uniformidad de los resultados pre-instrucción, tanto por alumno como en la comparación de las cuatro clases. El rendimiento global es ligeramente por debajo del 20%, que es el valor de la respuesta al azar.
- Importante diferencia en el rendimiento global post instrucción entre las tres clases que utilizaron Tutoriales respecto de la población de Control.
- El rendimiento post instrucción de las tres clases que utilizaron Tutoriales fue muy similar (en torno a 60%), sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas.
- Enorme diferencia en los resultados obtenidos por el docente experimentado (A), según la estrategia de enseñanza seguida.
- Solo unos pocos alumnos (20%) en la población de control logró un rendimiento post instrucción de al menos el 40%. En las tres clases experimentales la gran mayoría de los estudiantes logró ese nivel de rendimiento post instrucción.

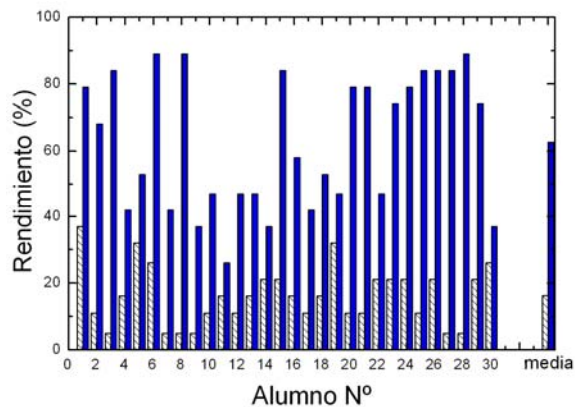


Figura 2: Rendimiento medio (%) en los 29 ítems del test DIRECT por alumno del Grupo 1. Pre-test (barras rayadas) y Post-test (barras rellenas). Las dos últimas barras a la derecha muestran el rendimiento medio pre y post instrucción de toda la clase.

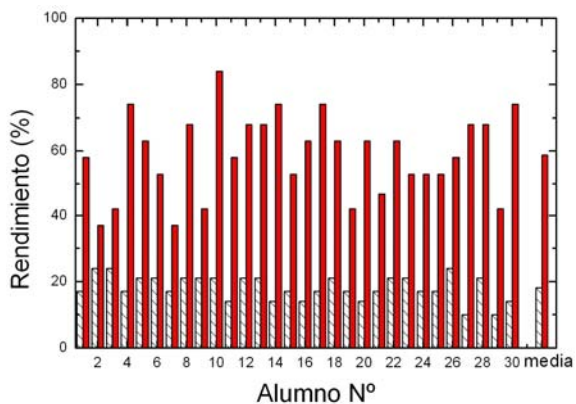


Figura 3: Rendimiento medio (%) en los 29 ítems del test DIRECT por alumno del Grupo 2. Pre-test (barras rayadas) y Post-test (barras rellenas). Las dos últimas barras a la derecha muestran el rendimiento medio pre y post instrucción de toda la clase.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados de esta experiencia parecen afirmar que, en el tema y en las condiciones de esta experiencia, la efectividad de la instrucción no depende significativamente de los años de experiencia docente del profesor. Parecen confirmar además la segunda hipótesis de trabajo: la enorme diferencia en los aprendizajes logrados mediante Tutoriales, en comparación con la enseñanza de tipo tradicional. Pensando en políticas o estrategias eficientes para el mejoramiento de la enseñanza de la física en nuestras escuelas secundarias, estas experiencias aportan dos aspectos fundamentales: la estrategia de Tutoriales es beneficiosa para la gran mayoría de estudiantes, independientemente del género, condición socioeconómica, afinidad del estudiante por las ciencias y experiencia del profesor. El otro aspecto fundamental es que la preparación del docente para llevar adelante esta estrategia es rápida y simple: se puede lograr con

un curso relativamente corto⁽⁷⁾ y no debe preparar material didáctico, o adaptar el utilizado en el curso de actualización docente, a sus necesidades de aula, condición esencial para el éxito de cualquier reforma educativa.

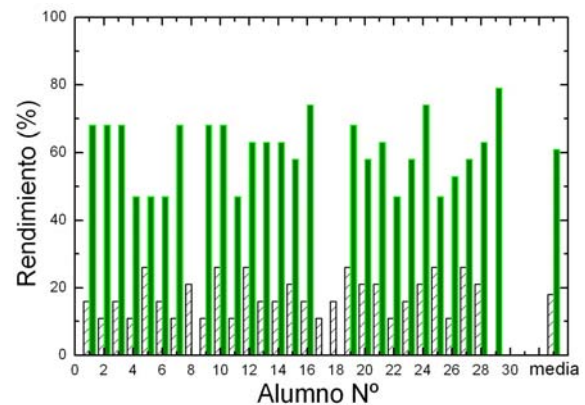


Figura 4: Rendimiento medio (%) en los 29 ítems del test DIRECT por alumno del Grupo 3. Pre-test (barras rayadas) y Post-test (barras rellenas). Las dos últimas barras a la derecha muestran el rendimiento medio pre y post instrucción de toda la clase.

Por último, y aunque no se reportan los resultados aquí, puede agregarse que en las tres clases experimentales los estudiantes trabajaron con entusiasmo, dedicación y buena disciplina, aún con los docentes de poca experiencia. Esta es una característica general de las estrategias de aprendizaje activo, donde los estudiantes están permanentemente ocupados, desarrollando las actividades propuestas y discutiendo.

En conclusión si bien los resultados de la instrucción no parecen depender de la experiencia del docente, el punto fundamental para ello es que los tres docentes han tenido un entrenamiento adecuado en la utilización de metodologías de enseñanza para el aprendizaje activo y sobre Tutoriales en particular. Este entrenamiento incluyó además el estudio de las dificultades de aprendizaje y modelos alternativos característicos del tema, así como herramientas de evaluación, condiciones básicas para el éxito de la instrucción.

Bibliografía:

1. Ausubel, D., Novak J. y Hasenian H. (1976) Psicología Educativa: Un punto de vista Cognoscitivo, Ed. Trillas, Méjico.
2. McDermott L. C. and Redish, E. F. Am. J. Phys. 67(9) 755-767 (1999).
3. McDermott L.C., Shaffer P.S., (2001), Tutoriales para Física Introductoria, Prentice Hall, Buenos Aires.
4. Benegas J. y Sirur Flores J., Actas de SIEF VIII, 1, 188-197, 2006
5. Sirur Flores J.,* y Benegas J., Rev. Ens. de las Ciencias, 26(2). P.245, 2008
6. Engelhardt, P. y Beichner, R., Am. J. of Physics , 72, pp. 98-115, 2004
7. Zavala G., Alarcón H. and Benegas J.C. Journal of Science Teacher Education, 18(4) pp 559-572, 2007.