

# La Ley de Ohm: resultados de una propuesta experimental desde el enfoque del Aprendizaje Activo de la Física

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Gilda Noemí Dima<sup>1</sup>, María Fernanda Reynoso Savio<sup>1,2</sup>,  
Cristian Alexander Glusko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Uruguay 151, Santa Rosa, CP 6300, La Pampa, Argentina

<sup>2</sup>Colegio Provincia de La Pampa, Chile 220, Santa Rosa, CP 6300, La Pampa, Argentina

**E-mail:** dimascari@cpenet.com.ar

(Recibido el 1 de septiembre de 2015; aceptado el 25 de noviembre de 2015)

## Resumen

En este artículo proponemos un cambio en el laboratorio tradicional, planteándolo de manera que favorezca el aprendizaje activo y reflexivo en estudiantes de nivel secundario. La tarea experimental es presentada de manera de integrar conceptos, procedimientos y actitudes en quienes la desarrollan. De los resultados alcanzados parece claro que recurrir a estas metodologías de enseñanza permite a los estudiantes acceder a niveles de aprendizaje superiores respecto de los niveles logrados en las clases tradicionales, y ayuda a que los alumnos comprendan la experiencia, interpreten los resultados alcanzados y se involucren en el proceso de su propio aprendizaje. Entendemos que, con una selección conveniente de actividades y adecuando la complejidad del trabajo experimental, es factible implementar esta técnica de trabajo activo, contribuyendo a mejorar significativamente aspectos algo deficientes en las aulas del nivel secundario, y ayudando a fomentar en estos jóvenes el interés por la Física.

**Palabras clave:** Estrategia didáctica, Nivel secundario, Prácticas de laboratorio, Aprendizaje activo de la física, Ley de Ohm.

## Abstract

In this article, we propose a change in the traditional laboratory in a way that favors the active and reflexive learning in students at Secondary Level. The experiential task is presented in a way that integrates concepts, procedures and attitudes in those who develop them. From the results achieved, it seems clear that recurring to these teaching methodologies allows students to access higher learning levels in comparison to the levels achieved during traditional lessons. Besides, these methodologies help students to understand the experience, interpret achieved results and get involved in their own learning process. We understand that, with the adequate selection of activities and the adaptation in the complexity of the experimental task, it is possible to implement this technique of active work. Thus, contributing to significantly improve lightly deficient aspects at Secondary Level classrooms and fostering students' interest in Physics.

**Keywords:** Teaching strategy, Secondary school, laboratory practices, Active learning of Physics, Ohm law.

## I. INTRODUCCIÓN

Quienes redactamos este trabajo nos encontramos dictando clases de Física desde hace algunos años en el nivel secundario de distintas escuelas públicas de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

En este quehacer hemos vivenciado que la tarea experimental, tal como la presentábamos, no contribuía a la participación activa de nuestros estudiantes, no fomentaba la discusión entre pares, no los preparaba para la interpretación y/o comunicación (tanto oral como escrita) de los resultados encontrados en el laboratorio. De la misma manera veíamos que no podíamos interesarlos en la tarea experimental propiamente dicha, no se interiorizaban ni por los instrumentos de medida con los que íbamos a trabajar ni participaban del armado del equipo. Sumado a todo esto los niveles de aprendizaje eran bajos.

Es así como nos detuvimos a analizar nuestro trabajo, y concluimos que el formato tradicional de la guía de laboratorio con el que planteábamos las actividades, era bastante guiado. Es decir, un formato

próximo a una “receta” que los alumnos debían seguir para poder “comprobar” alguna Ley Física que habíamos estudiado.

Frente a esta situación es que nos preguntamos cómo organizar la tarea de laboratorio de manera de promover el aprendizaje conceptual, desarrollar habilidades procedimentales como la toma de datos y su representación, mejorar las habilidades interpersonales como el trabajo en grupo, optimizar las habilidades de comunicación (discusión de actividades anteriores al laboratorio y de resultados), favorecer la redacción y presentación escrita de informes de laboratorio. Promoviendo de esta manera, que el papel del laboratorio sea unificador de conceptos, procedimientos y técnicas de trabajo.

Para poder alcanzar los objetivos anteriores es que recurrimos a las estrategias de enseñanza basadas en el Aprendizaje Activo, las cuales ponen el énfasis en el rol activo de quien aprende con el fin de que sea el propio alumno el responsable de la construcción de su propio conocimiento (Redish, 2004). Su papel es central, lo importante en esta aproximación no es lo que el profesor debe hacer, sino lo que el estudiante hace. De esta forma los estudiantes son capaces de construir conceptos que luego de aprendidos pueden ser transferidos a otros contextos y a distintas situaciones (Sokoloff y Thornton, 2004).

En esta metodología de trabajo se hace imprescindible que se respeten las etapas de:

- **Predicción:** en ella se ponen en evidencia las ideas previas que el estudiante trae sobre el concepto a estudiar, las cuales están basadas en sus experiencias diarias. Estas concepciones se reflotan con una batería de cuestiones elaboradas por el docente, las que deben ser respondidas *individualmente* por cada estudiante *antes* de desarrollar la experiencia.
- **Observación:** antes del desarrollo de la tarea experimental, el estudiante deberá responder, *individualmente*, una serie de preguntas que apuntan a hacerlo pensar sobre qué precauciones debe tomar para el armado del equipo, qué mediciones requieren mayor cuidado y por qué, cuántas debe efectuar, etc. Una vez que el grupo de trabajo llega a un acuerdo sobre los puntos anteriores se desarrolla la tarea experimental y los estudiantes toman nota de los datos obtenidos para analizarlos y poder extraer conclusiones.
- **Contrastación:** en esta etapa se confrontan las ideas previas de los alumnos con los resultados alcanzados en la experiencia. Se discuten y aclaran todas las inconsistencias que pudiera haber. Se busca que los estudiantes analicen e interpreten los datos hallados experimentalmente. Aquí el docente alienta la discusión entre los grupos de trabajo, su rol es el de *guía* en el proceso de aprendizaje del grupo de estudiantes.

Decidimos trabajar con dos cursos paralelos de quinto año del nivel secundario modalidad Ciencias Naturales, de un mismo colegio en los cuales dábamos clases dos de los autores del presente trabajo. En esta modalidad en primer año tienen Física I, donde estudian los conceptos de Mecánica. Mientras que en Física II se trabajan los conceptos de energía interna, calor, temperatura y electricidad. Dictábamos dos módulos semanales cada uno de ochenta minutos, para cada grupo.

Es en Física II donde implementamos la estrategia didáctica, aquí los laboratorios realizados fueron Calorimetría, Ley de Ohm, Circuitos Eléctricos y Transformación de energía eléctrica en térmica.

Presentamos los resultados alcanzados con esta estrategia didáctica específicamente en el laboratorio de Ley de Ohm. Esta práctica de laboratorio (al igual que las demás) se desarrolló una vez que los docentes habían explicado el tema de corriente, resistencia eléctrica y Ley de Ohm y que los alumnos habían resuelto los ejercicios y las cuestiones conceptuales incluidas en las guías de problemas.

Particularmente debemos mencionar aquí que en la guía de problemas del curso donde íbamos a plantear la estrategia (nos detenemos con más detalle a este respecto en la próxima sección) incluimos dos Problemas Ricos en Contexto (PRC) que debieron resolver en pequeños grupos y exponer frente a todos sus compañeros. En estos problemas (que forman parte de la estrategia de Aprendizaje Activo) se plantea una situación muy próxima a la vida real y su resolución no es sencilla. Con ellos se favorece la discusión en pequeños grupos de trabajo colaborativo y el docente es quien guía esta discusión y aclara aquellas inconsistencias que pudieran surgir. Esta estrategia didáctica fue desarrollada por el Grupo de Investigación de Enseñanza de la Física dirigido por Ken Heller y Pat Heller en la Universidad de Minnesota (Heller y Heller, 1999). Esta decisión la tomamos a efectos de no sorprender a los estudiantes en el laboratorio con una situación problemática alejada de las que habitualmente trabaja en clase, ya que la guía de Aprendizaje Activo comienza con un PRC (ver sección B).

## II. METODOLOGÍA

A efectos de poder medir si trabajar con metodologías de Aprendizaje Activo propiciaba mejoras respecto de lo conceptual, actitudinal y procedimental con la tarea de laboratorio, decidimos llevar adelante un estudio comparativo entre un curso experimental (GE) donde aplicamos la estrategia de Aprendizaje

Activo, y otro curso que identificamos como grupo control (GC). Este último trabajó con una metodología de características tradicionales (ver sección C). Cada uno de los grupos contaba con veintidós estudiantes, cuyas edades oscilaban entre los 16 y 17 años.

Entre los instrumentos a los que recurrimos para la toma de datos se encuentran los pretest. Éstos los tomamos a todos los alumnos antes de la experiencia de laboratorio, con el fin de obtener información sobre cuestiones pertinentes a lo conceptual y procedimental, y poder comprobar si las etapas de Predicción y Método (estas etapas forman parte de las guías de Aprendizaje Activo y se realizan antes de ejecutar el trabajo de laboratorio propiamente dicho, tal como muestra la figura 2) ayudaban a que los alumnos llegaran al laboratorio mejor preparados respecto de la tarea que iban a realizar. Consideramos además, como fuente de datos las respuestas que los estudiantes del GE dieron en las etapas de Predicción y Método, cuyo objetivo es que el alumno piense en la física involucrada en el laboratorio a desarrollar, en el armado del equipo y en los cuidados que debe tener para minimizar los errores experimentales.

Nos planteamos la necesidad de utilizar recursos que involucren la evaluación de todo tipo de contenidos, ya que ellos no sólo se refieren a conceptos propios de la disciplina en estudio, sino también a contenidos actitudinales y procedimentales. Para ello uno de los autores del presente relato llevó adelante una observación no participante de este laboratorio y utilizó una grilla validada y probada para evaluar actitudes y procedimientos en las clases experimentales.

Complementamos los datos con los informes escritos de laboratorio redactados por cada grupo de trabajo (ver sección D); en los que debía figurar el análisis de los datos obtenidos, conclusiones e incluir dos situaciones próximas a la vida real que involucren el concepto físico estudiado en este laboratorio.

### A. Características de los pretest

Con el propósito de contar con una puntuación inicial de cada estudiante y de cada grupo de trabajo, redactamos e implementamos un pretest antes de comenzar el laboratorio. El protocolo, básicamente de estructura cerrada, fue el mismo para el GC y para el GE, de esta manera nos asegurábamos que las respuestas dadas fueran comparables y poder certificar un análisis confiable.

Las preguntas incluidas en el pretest, perseguían el objetivo de obtener información sobre aspectos conceptuales y procedimentales referidos a la construcción de circuitos sencillos y a la disposición del amperímetro y el voltímetro para medir la corriente y la resistencia.

Los pretests los tomamos en el módulo en que íbamos a hacer la experiencia y antes de llevar adelante la misma. Tuvimos la precaución de que los integrantes del GE hubiesen discutido, entre ellos y con el docente, las etapas de Predicción y Método.

<i>Física II - CN</i>
<b>PRE TEST I: EXPERIENCIA DE LABORATORIO: LEY DE OHM</b>
<b>Nombre y Apellido:</b> _____ <b>Fecha:</b> _____
Un grupo de alumnos, <b>GRUPO A</b> , del año anterior llevó adelante una experiencia de laboratorio para averiguar el valor de una resistencia eléctrica (R) desconocida. Ellos utilizaron un voltímetro para medir la diferencia de potencial eléctrico entre los extremos de la resistencia y un amperímetro para medir la intensidad de corriente eléctrica que circulaba por ella.
<b>1.-</b> Dibuja el esquema del circuito que consideras que los alumnos armaron en el laboratorio para tomar los datos. Muestra cómo te parece que conectaron el voltímetro y el amperímetro para hacer las mediciones.
<b>2.-</b> Realiza un gráfico del potencial eléctrico en función de la corriente eléctrica que represente los datos hallados en la experiencia de laboratorio. ¿Qué indica la pendiente de la gráfica?
<b>3.-</b> Si otro grupo de alumnos, <b>GRUPO B</b> , contaba para trabajar con una resistencia de menos ohmios que el <b>GRUPO A</b> , ¿cómo se refleja esta diferencia en un gráfico de potencial eléctrico en función de la corriente eléctrica? Explica con tus palabras.

FIGURA 1: Pretest dado a los estudiantes

### B. Guías de Aprendizaje Activo con las que trabajó el GE

Las actividades de aprendizaje se inician con un Problema Rico en Contexto (PRC), al cual deben dar respuesta con los resultados encontrados en la experiencia de laboratorio que se realiza a posteriori. Luego de leer el PRC, los alumnos desarrollan dos tareas individuales y previas al laboratorio: Predicción y Método. En la etapa de Predicción dan respuesta a una serie de preguntas enfocadas a que relacionen los conceptos físicos involucrados con la situación presentada en el PRC, al inicio de la guía. En la etapa Método piensan en el diseño experimental y en las precauciones a tener en cuenta en la toma de datos. Estas labores previas hacen que cada estudiante recupere el concepto físico involucrado en la pregunta y argumente cada una de sus respuestas entre sus compañeros y el docente. Buscamos el tan necesario alistamiento para el aprendizaje, para que inicien el laboratorio más preparados y conociendo los objetivos del práctico. Una vez que discutieron y llegaron a un acuerdo grupal de cómo proceder, realizan las mediciones y elaboran conclusiones. Como última actividad obligatoria del práctico redactan, fuera del horario de clase, un informe escrito sobre lo realizado. En la figura se muestra la secuencia de actividades que realizó el GE. Nuestra labor consistió en coordinar la discusión entre los grupos.

La discusión de las respuestas a las preguntas incluidas en las etapas de Predicción y Método junto al desarrollo de la experiencia demandó un módulo completo (ochenta minutos). Un grupo reducido se quedó en el recreo para terminar de tomar los datos.

**FÍSICA II. CN**

**LABORATORIO LEY DE OHM**

Tu profesora de física ha preparado una evaluación para los conceptos de corriente eléctrica, diferencia de potencial eléctrico y resistencia eléctrica. La evaluación consistió en dar respuesta a la siguiente situación:

*Debes reemplazar la resistencia de una estufa eléctrica que hay en tu casa que se quemó. Sabes que el valor de la misma es de aproximadamente  $80\Omega$  y un amigo te regala una que tenía de sobra. El problema es que no sabes si es la adecuada pues no conoces el valor de su resistencia y no dispones de un óhmetro para medirla.  
¿A qué recurrirías para determinar el valor de esta resistencia desconocida y así asegurarte que es la que necesitas?*

Tu grupo de trabajo decide hablar con la profesora y proponerle que, para poder contestar esta pregunta, les permita realizar un laboratorio. Ella accede al pedido de ustedes; pero pone como condición que antes de hacer la tarea experimental respondan de manera INDIVIDUAL, las siguientes etapas. Quienes no lo hagan no podrán ir al aula de laboratorio.

**PREDICCIÓN**

Antes de la clase de laboratorio debes realizar, individualmente, la tarea de **Predicción**. Esta tarea tiene por objetivo que pienses en la física del problema experimental a resolver. Si no realizas el esfuerzo de entender la física de la situación planteada, muy poco podrás aprender en la clase de laboratorio y no tiene sentido que la realices.

- 1.- Dibuja tres circuitos con las siguientes características cada uno:
  - CIRCUITO A: una resistencia  $R$  en serie con una pila de fem  $\epsilon$ .
  - CIRCUITO B: una resistencia  $R$  en serie con dos pilas de fem  $\epsilon$  cada una, conectadas en serie entre ellas.
  - CIRCUITO C: una resistencia  $R$  en serie con tres pilas de fem  $\epsilon$ , conectadas en serie entre ellas.
- 2.- Ordena de mayor a menor las intensidades de corriente eléctrica que circulan por estos circuitos, indicando la relación entre estos valores. Fundamenta claramente tu respuesta.
- 3.- Ordena de mayor a menor las diferencias de potencial eléctrico entre los extremos de la resistencia eléctrica  $R$  en estos circuitos, indicando la relación entre estos valores. Fundamenta claramente tu respuesta.
- 4.- Sobre la base de tus respuestas anteriores, grafica en un sistema de ejes cartesianos ortogonales ( $x$ ,  $y$ ) la diferencia de potencial eléctrico ( $V$ ) en función de la corriente eléctrica ( $i$ ), considerando los pares de valores obtenidos en cada uno de los circuitos anteriores.
- 5.- ¿Consideras que siempre se dará la misma relación funcional entre diferencia de potencial e intensidad de corriente, cualquiera sea la resistencia utilizada?

### **MÉTODO**

Para verificar las respuestas dadas en la etapa de Predicción deberás trabajar con tus compañeros de grupo, con el equipo experimental con el que cuenta el laboratorio (fuente de alimentación de CC variable de 0-12 volt, resistencias eléctricas, cables de conexión, focos, amperímetro y voltímetro).

Para ello es necesario que respondas previamente, en forma INDIVIDUAL, las siguientes preguntas que te ayudarán a programar el experimento.

1. ¿Qué circuito armarías, en serie o en paralelo, con una sola fuente? Realiza un esquema del mismo.
2. ¿Qué variables debes medir?
3. ¿Qué precauciones debes tener para la toma de datos?
4. ¿Qué cantidad de mediciones consideras que debes realizar para verificar y asegurar tus predicciones?

Al comienzo del práctico el grupo de trabajo deberá discutir y llegar a un acuerdo sobre los puntos planteados.

### **LABORATORIO: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

#### **A. Discusión grupal.**

1. Antes de realizar la experiencia discutir con los integrantes del grupo de trabajo las predicciones individuales para arribar a un acuerdo y luego, discutirlo con el docente.

#### **B. Exploración y medidas.**

- Armar el circuito eléctrico sin cerrarlo.
- Verificar que todas las conexiones sean las correctas.
- Llamar al docente para que verifique el armado del circuito antes de cerrarlo.

#### **C. Análisis de los datos obtenidos**

- 1.- Realizar la experiencia y graficar el potencial eléctrico en función de la corriente eléctrica.
- 2.- Discutir con el grupo de trabajo si la gráfica obtenida en el punto anterior, está de acuerdo o no con la gráfica realizada en la etapa de **PREDICCIÓN**.
- 3.- ¿Cómo es la relación entre la diferencia de potencial eléctrico y la intensidad de corriente eléctrica?

### **CONCLUSIONES**

A partir de los datos experimentales obtenidos, realiza un análisis que te permita extraer una conclusión **experimental** adecuada para dar respuesta a la situación presentada en la evaluación por tu profesora. Explica en detalle y haciendo uso de lenguaje técnico apropiado, pero suficientemente simple para que sea entendido por una persona que no estudia física.

Enuncia al menos dos situaciones de la vida cotidiana similares a la estudiada.

**FIGURA 2:** Conjunto de actividades que realiza el Grupo Experimental

### **C. Guías con las que trabajó el GC**

La Guía con la que trabajó el GC explicita el objetivo de la tarea, las características de los equipos, la metodología de trabajo que se va a seguir, cuáles son las magnitudes que se deben medir y cuáles son las que deben calcular. La figura 3 muestra la guía con la que trabajó el GC.

Cuando los integrantes de este grupo llegaron al aula de laboratorio, sobre las mesas estaban los multímetros, fuente de voltaje, las resistencias eléctricas, los cables y las pinzas cocodrilo. Les pedimos que comenzaran a armar el circuito que solicitaba la guía de laboratorio y que cuando pensaran que estaba listo nos llamaran para verificar que estuviera correcto. Luego tomaron los datos y los volcaron en cuadros que ellos debían construir en su carpeta.

Seguidamente les solicitamos que realizaran los cálculos necesarios y que realizaran un gráfico con los datos obtenidos. Finalmente realizaron un análisis de este gráfico y extrajeron conclusiones.

**TRABAJO DE LABORATORIO N° 1: LEY DE OHM Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS****Objetivo**

- Comprender la Ley de Ohm.

**Materiales a utilizar**

- Resistencia eléctrica
- Cables y pinzas cocodrilo
- Multímetro
- Fuente de voltaje (1,5-12V).

**Procedimiento**

- Arma un circuito sencillo con una resistencia, una fuente de voltaje y un interruptor conectados en paralelo. Selecciona el voltaje que consideres adecuado (ten en cuenta que la fuente provee aproximadamente dicho voltaje).
- Conecta en el circuito anterior un voltímetro y un amperímetro, de manera que te permitan medir el voltaje y la corriente eléctrica. Explica por qué los conectas de esa manera.
- Analiza, previamente a la medición, como debes colocar las terminales del multímetro para registrar la medida adecuada.
- Varía la cantidad de pilas en el circuito y realiza las mediciones de la corriente y el potencial eléctrico correspondientes en cada caso.
- Registra todos los resultados y cálculos en tu carpeta. Puedes ayudarte de un cuadro.
- Realiza un gráfico del potencial eléctrico en función de la corriente. Calcula la pendiente de esta recta ( $\Delta V/\Delta i$ ) y analiza su significado.

**Análisis de los datos obtenidos**

A partir de los datos y los gráficos obtenidos, analiza si tus predicciones fueron adecuadas o no.

**Conclusiones**

A partir de lo desarrollado determina las conclusiones a las que puedes arribar.

**FIGURA 3:** Guía de laboratorio con la que trabajó el Grupo de Control

**D. Informes de laboratorio**

Los informes escritos elaborados por ambos grupos, fueron considerados un instrumento de análisis cuyo contenido permitió observar la ausencia o la presencia de características que ayudaron al cambio conceptual y procedimental de los estudiantes. Para su análisis, los fotocopiámos y elaboramos grillas en las cuales volcamos los datos que se desprendían de su lectura.

El análisis de estos documentos lo realizamos bajo dos miradas:

- 1) Organización del material presentado: dentro de este punto evaluamos: a) los elementos usados en el texto y b) la estructura del texto.
- 2) Características del lenguaje empleado: aquí se incluyó tanto el lenguaje verbal, el cual tendría que ser comprensible y estar acorde con el nivel del estudiante que lo está redactando, y el lenguaje técnico de la ciencia física.

Es necesario recordar que esta ciencia (al igual que otras) presenta características de lenguaje que le son propias, como por ejemplo ecuaciones y símbolos.

**III. RESULTADOS**

En la presente sección buscamos relacionar y subrayar los resultados más relevantes alcanzados luego de aplicar esta metodología de trabajo. Para ello hemos organizados los datos en la Tabla 1y en ella indicamos los instrumentos de recolección de datos y logros en relación a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, alcanzados por cada grupo.

**TABLA I:** Resultados alcanzados por ambos grupos

Instrumento		Contenidos		
		Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
Pre test	GC	<p>Ningún integrante pudo ubicar correctamente los instrumentos de medida (pregunta 1).</p> <p>El 15% indicó que la pendiente de la recta de <math>V = f(i)</math> representa la resistencia eléctrica (pregunta 2).</p> <p>El 13% indicó que las pendientes de los gráficos de <math>V = f(i)</math> eran distintas sin más aclaración (pregunta 3).</p>	<p>Dibujan bien el circuito (pregunta 1).</p> <p>Un 55% graficó correctamente <math>V = f(i)</math> (pregunta 2).</p>	
	GE	<p>Ubicaron correctamente los instrumentos de medida (pregunta 1)</p> <p>El 91% indicó que la pendiente de la recta de <math>V = f(i)</math> representa la resistencia eléctrica (pregunta 2).</p> <p>El 61% explicó la diferencia entre las pendientes de los gráficos de <math>V = f(i)</math> (pregunta 3).</p>	<p>Dibujaron bien el circuito (pregunta 1)</p> <p>Un 73% graficó correctamente <math>V = (i)</math> (pregunta 2).</p>	
Informes de laboratorio	GC	<p>Unen los puntos experimentales para <math>V = f(i)</math>.</p> <p>No escriben ecuaciones que refieran al gráfico de <math>V = f(i)</math>. No indican qué representa la pendiente del mismo.</p>	<p>Transcriben en el informe, casi textualmente la guía de trabajo.</p> <p>No incluyeron una carátula y, en algunos casos, los integrantes del grupo sólo figuran con el nombre (omiten el apellido).</p> <p>Grafican el circuito y, en general, detallan minuciosamente el material utilizado en la experiencia.</p>	
	GE	<p>Escriben la ecuación que relaciona las variables para el gráfico de <math>V = f(i)</math>.</p> <p>Establecen con precisión el significado de los términos. Establecen relaciones adecuadas entre las conclusiones y el desarrollo.</p> <p>Utilizan mucho mejor el lenguaje gráfico que el lenguaje de la física.</p> <p>Presentan gráficas en ejes cartesianos e indican correctamente unidades las variables.</p> <p>Analizan los datos para las redactar sus conclusiones.</p>	<p>En su presentación incluyeron: carátula, objetivos y materiales de trabajo</p> <p>Discriminaron la información en distintas secciones, identificando cada uno de los integrantes del grupo, puntualizando muy bien la experiencia y escribiendo una conclusión.</p>	

<b>Observación no participante</b>	<b>GC</b>	Denotan dificultad para interpretar los gráficos solicitados en la guía.  Tienen un pobre lenguaje tanto gráfico como físico.	Muestran dificultad para graficar $V = f(i)$ , no pueden justificar por qué la pendiente de esta gráfica es R.	Dependen, en gran medida, de la ayuda del docente para llevar adelante la tarea.  Tienen dificultad para iniciar la actividad por sí solos.  No leen las consignas.  Escaso (casi nulo) análisis de la situación.
	<b>GE</b>	Establecen diferencias entre sus predicciones y los registros de la práctica.	Presentan escasa dificultad para realizar los gráficos	Comienzan por sí mismos con el trabajo de laboratorio  Tienen un mayor compromiso con la tarea en el laboratorio.
<b>Etapa de Predicción (incluida en la guía de Aprendizaje Activo)</b>	<b>GE</b>	Ordenan de menor a mayor, tanto $i$ como $V$ , entre los extremos de $R$ para los tres circuitos solicitados en las consignas 1, 2 y 3 (Tabla II). Justificando con frases como: <i>“al tener una fuente mayor, mayor es la corriente eléctrica que circula por el circuito”</i> .  El 37% de respuestas correctas. Sin embargo no escriben “relación funcional” en el sentido matemático, es decir no pudieron relacionar conceptos matemáticos con los físicos. Encontramos respuestas tales como: <i>“cambiar la R”</i> o <i>“de más carga”</i> .	Grafican correctamente los circuitos pedidos (pregunta 1).  Un 73% realiza un gráfico correcto para la pregunta 4	
<b>Etapa de Método (incluida en la guía de Aprendizaje Activo)</b>	<b>GE</b>	Definen bien el tipo de circuito que deben armar en el laboratorio (pregunta 1).  El 68% especifican mal qué mediciones hacer (pregunta 2); dado que indican que el valor de $R$ es una de las medidas a realizar.  El 43% opina que se requieren <i>“al menos 2 o 3 medidas para estar seguros”</i> (pregunta 4).	Refieren que las conexiones deben <i>“hacer buen contacto”</i> .  Aclaran que el material con el que van a trabajar <i>“debe estar funcionando correctamente”</i> para poder comenzar con la experiencia.	

### III. CONCLUSIONES

Con la evaluación a partir de cada uno de los instrumentos aplicados para la recolección de datos, podemos inferir que con la estrategia didáctica propuesta se han producido mejoras significativas en el desempeño académico de los alumnos del GE. Las diferencias entre los integrantes del GE y del GC se traducen en visibles diferencias respecto de los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales.

- Respecto a los contenidos conceptuales hemos observado que los integrantes del GE establecen correctamente la relación entre la corriente eléctrica y el potencial eléctrico e interpretan que la pendiente de la recta, para la gráfica de  $V = f(i)$ , es la resistencia eléctrica  $R$ . Además son capaces de establecer cómo se traduce un cambio en la pendiente de esta gráfica para distintos valores de  $R$ . Los gráficos que hicieron mostraron mayor detalle e información.



Nos parece importante mencionar que al momento de llevar adelante la tarea los estudiantes de este grupo pudieron ubicar de manera correcta los instrumentos de medida para dar comienzo a la toma de datos. Mientras que en el GC ningún integrante pudo hacerlo.

Los informes de laboratorio del GE presentan un aceptable nivel de relación entre los conceptos involucrados, un amplio uso del lenguaje específico de la física, una clara relación entre los objetivos y las conclusiones, un detalle de la información en distintas secciones. Se detienen en el análisis de los datos encontrados para, a partir de ellos, redactar sus conclusiones. Presentaron ejemplos claros distintos a los trabajados en el aula. A diferencia de los informes del GC los que mostraron escasa información y además, ausencia de ecuaciones y de relación entre las variables involucradas.

- Las consignas incluidas en las etapas de Predicción y Método (etapas éstas de la guía de Aprendizaje Activo, figura 2) prepararon a los estudiantes del grupo experimental con respecto a los cuidados y precauciones a tener en cuenta para el desarrollo de la experiencia. Esto redundó en una mejora en los contenidos procedimentales para este grupo con respecto al grupo control.

- Con respecto a contenidos actitudinales, los alumnos del GE fueron capaces de dar comienzo con la tarea por sí solos, tenían una idea clara de cómo realizar las mediciones, de qué manera disponer los instrumentos para comenzar a medir, sabían qué medir y que cuidados tener. Es decir se desarrollaron con mayor independencia frente a la actividad de laboratorio comparado a cómo se desarrollaron los estudiantes que trabajaron con la metodología tradicional. Se consiguió un trabajo grupal más cooperativo.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores parece claro que recurrir a metodologías de enseñanza de la Física que promuevan el Aprendizaje Activo, permite a los estudiantes alcanzar niveles de aprendizaje superiores respecto de los niveles logrados en las clases tradicionales.

Nos permitimos sugerir a nuestros colegas incorporar esta metodología de trabajo, sin modificar sustancialmente las actividades planificadas. Entendemos que con una selección conveniente de actividades y adecuando la complejidad del trabajo experimental es factible implementar esta técnica de trabajo activo, contribuyendo a mejorar significativamente aspectos algo deficientes en las aulas del nivel secundario, y ayudando, además, a fomentar en estos jóvenes el interés por la Física.

#### IV. REFERENCIAS

Heller, P. y Heller, K. (1999). *Cooperative Group Problem Solving in Physics*. Minneapolis, USA: University of Minnesota.

Redish, E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite*. Hoboken, N.J: Wiley.

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (2004). *Interactive lecture Demonstrations*. Hoboken, N. J: Wiley.