

Uso de TIC's en circuitos de corriente continua: propuesta didáctica y evaluación

Uso de TIC's em circuitos de corrente contínua: proposta didática e avaliação

TIC's use in circuits of direct current: didactic offer and evaluation

¹Claudio Mario Enrique

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo describir y analizar resultados obtenidos de una propuesta educativa basada en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) en circuitos eléctricos. En la experiencia se verifica experimentalmente la ley de Ohm, y se deduce la obtención de la resistencia equivalente para las disposiciones en serie y en paralelo. Luego, se analizan de manera descriptiva las redacciones de los informes del trabajo práctico, para vislumbrar si el aprendizaje ha sido significativo. Los alumnos investigados pertenecieron a las carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe, durante los años 2012 – 2013. Los resultados encontrados indican que los efectos sobre el aprendizaje son significativo, pero podrían ser mejores si los alumnos pasasen por un entrenamiento en el uso de TIC's antes de realizar la actividad propuesta.

Palabras clave: Física Universitaria; Electrodinámica; TIC's; Aprendizaje Significativo; Competencias.

Resumo: Este trabalho tem como objetivo descrever e analisar os resultados de uma proposta educacional baseada na utilização das Tecnologias de Informação e comunicação (TIC's) em circuitos elétricos. Na experiência é comprovada experimentalmente a lei de Ohm, e a obtenção da resistência equivalente é deduzida para as disposições em série e em paralelo. Em seguida, são analisados de forma descritiva as escritas dos relatórios do trabalho prático, com a intenção de vislumbrar se o a aprendizagem foi significativo. Os estudantes investigados pertenceram às carreiras de Engenharia da Universidad Tecnológica Nacional Facultad de Regional Santa Fé, durante os anos 2012 - 2013. Os resultados encontrados indicam que os efeitos sobre a aprendizagem foram significativos, porém, poderiam ser melhores se os alunos tivessem passado por um treinamento no uso de TIC's antes de realizar a atividade proposta.

Palabras-chave: Física Universitária; Eletrodinâmica; TIC's; Aprendizagem significativa; Competências.

Abstract: *This work has the intention of describing and analyzing the results obtained of an educational proposal based on the use of Information and Communication Technologies (TIC's) in electrical circuits. In the experiment, the Ohm's law is verified and the equivalent resistance is obtained for parallel and series dispositions. In the following, the drafts of the reports are analyzed in a descriptive way in order to glimpse if the learning has been significant. The students investigated belonged to the careers of Engineering of the Technological National University Regional Faculty Santa Fe, during the year 2012 - 2013. The results indicate that the effects on learning were significant, however, it could be better if the students were submitted to a training on the use of TIC's before carrying out the proposed activity.*

Key words: *University physics; Electrodynamics; TIC's; Significant Learning; Skills.*

¹UDB Física - Departamento de Materias Básicas - Facultad Regional Santa Fe- Universidad Tecnológica Nacional - Lavaisse 610, 3000 SantaFe- Argentina. E-mail: cenrique@frsf.utn.edu.ar.

1. Introducción

En la enseñanza de la Física, como en toda ciencia experimental, existe un consenso generalizado al considerar que los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL's) son de importancia vital en su currículum. Sin embargo, en la realidad, estas actividades muchas veces no contribuyen al aprendizaje significativo de dicha ciencia. Por ejemplo, Gil y Payá (1988) muestran en un estudio que los TPL's habituales no familiarizan a los alumnos con la metodología científica, sino que suelen dar una visión simplista y empírico-inductivista del trabajo científico. Por otro lado, es habitual que en los trabajos prácticos tradicionales se suelen seguir guiones o modelos, también llamados **recetas** (MARTÍNEZ Y PARRILLA PARRILLA, 1994, p. 394), en donde el alumno se limita a la reproducción de un fenómeno físico bajo condiciones controladas. Como apunta Manjares (2000), esta orientación que se le da al TPL ocasiona algo común entre los profesores que es separar la práctica de la teoría. Así, se constata que aunque normalmente los TPL's son considerados como un indicador de calidad y de motivación, no contribuyen necesariamente a un aprendizaje eficaz (SANMARTÍN, MÁRQUEZ Y GARCÍA ROVIRA, 2002). Entonces, lo que se necesita es la presentación de un material potencialmente significativo.

Para ello es necesario que el material que debe aprenderse posea un significado en sí mismo, es decir, que haya una relación no arbitraria o simplemente asociativa entre sus partes. Pero es necesario, además, que el alumno pueda asimilar ese significado (Pozo, 1994, pág. 207).

Dicho de otro modo, que sea potencialmente relacionable con la estructura cognitiva del que aprende de manera no arbitraria y sustantiva.

Otro de los elementos a considerar es el ambiente de trabajo – habitualmente, el laboratorio de Física- ; que no debe considerarse como un elemento estático e inerte sino como un espacio físico donde interactúan el docente, los alumnos, y el objeto de conocimiento. Los autores González y Flores (2000, p.100), señalan que:

[...] un medio ambiente de aprendizaje es el lugar donde la gente puede buscar recursos para dar sentido a las ideas y construir soluciones significativas para los problemas. Pensar en la instrucción como un medio ambiente destaca al 'lugar' o 'espacio' donde ocurre el aprendizaje. Los elementos de un medio ambiente de aprendizaje son: el alumno, un lugar o un espacio donde el alumno actúa, el uso de herramientas y artefactos para recoger e interpretar información, la interacción con otros, etcétera.

Junto al material potencialmente significativo y el medio ambiente de aprendizaje, según Herrera Batista (2006, pág. 2) también deben ser considerados los aspectos psicológicos, dado que debe favorecerse la participación activa del alumno en un ambiente que sea propicio para su aprendizaje. En este sentido, este autor comenta:

[...] también implica aspectos psicológicos que son sumamente importantes en el éxito - o el fracaso - de proyectos educativos. Puede generarse un ambiente propicio para la expresión abierta a la diversidad de opiniones o puede establecerse un ambiente poco tolerante y que imponga puntos de vista; así mismo puede generarse un espacio que motive la participación activa de los estudiantes o que la inhiba. En consecuencia, se puede reformular la definición de un ambiente de aprendizaje, considerándolo un entorno físico y psicológico de interactividad regulada en donde confluyen personas con propósitos educativos. Dichos entornos pueden proveer materiales y medios para instrumentar el proceso.

En esta investigación se considera que la elaboración de buenos materiales para la enseñanza implica la posibilidad de reutilización de los mismos, su adaptabilidad y versatilidad, para enfrentar diferentes situaciones según los destinatarios (LITWIN, 2008). Por lo tanto, el diseño y desarrollo de los materiales didácticos incluyendo TIC's puede constituir un campo de estudio, al considerarlos instrumentos de integración de contenidos, así como también herramientas ineludibles para el proceso de enseñanza - aprendizaje, generando situaciones susceptibles de ser sometidas al análisis, evaluación e investigación permanente.

En este trabajo se investigó sobre dos aspectos. En una primera etapa, se diseñó una experiencia de laboratorio basado en las TIC's; particularmente, mediante el uso de un sistema de toma de datos en tiempo real mediante una interfase unida a una PC. Respecto al análisis del aprendizaje significativo del alumnado, se realizó una indagación sobre si los alumnos de ingeniería manifiestan poseer competencias genéricas para que su aprendizaje sea productivo. Para ello, se evaluaron los informes del trabajo práctico realizados por cada comisión.

2. Trabajos Prácticos de Laboratorio, Enseñanza de la Física y TIC's.

Por otro lado, y dentro del grupo de herramientas o medios de interacción, han cobrado vital importancia el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's). Las experiencias asistidas por computadora responden a una tecnología hoy ampliamente disponible, cuyo aprovechamiento para la enseñanza es conveniente desde diferentes puntos de vista. Sin

embargo, no se trata sólo de una cuestión tecnológica, sino que presupone un definido enfoque pedagógico, en la medida que esta manera de llevar a cabo los experimentos, puede llegar a complementar los métodos tradicionales de laboratorio.

En algunos trabajos de investigación se ha observado que la aplicación de TIC's ha provocado un cambio cualitativo importante respecto a las aportaciones pedagógicas de las experiencias de laboratorio tradicionales (LI, 1998; NEWTON, 2000; BELTRÁN LLERA, 2003; SÁEZ, PINTÓ Y GARCÍA, 2005; YANITELLI, MASSA Y MOREIRA, 2010; TORRES CLIMENT, 2010). Como las actividades se agilizan y simplifican, hay una nueva redistribución temporal de las sesiones de prácticas, en las que se produce un énfasis de las etapas del trabajo experimental, como ser la discusión acerca del diseño de las experiencias y la elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos (MARTÍNEZ Y PARRILLA PARRILLA, 1994).

El uso de sensores en el desarrollo de la práctica de laboratorio puede sintetizarse como una dinámica de ensayo previo, predicción y ensayo de confirmación. ¿Qué ventajas se pueden remarcar con su incorporación? a) la rapidez en la adquisición de datos, b) la posibilidad de disponer de tablas y gráficos confeccionados por el programa inmediatamente de realizar la experiencia, c) la factibilidad de seleccionar y variar las escalas y, d) la posibilidad de incluir la predicción con la modificación de algún parámetro (FERRINI Y AVELEYRA, 2006; AVELEYRA, LIPOVETZKY Y GAREA, 2005).

Por otro lado, la **Motivación Intrínseca** definida por Larkin y Chabay (1996) como la voluntad a involucrarse en la actividad por sí misma y no por influencia de factores externos, depende de tres condiciones, que pueden darse – o no – de manera simultánea: **desafío, curiosidad, y control**. El diseño de los dispositivos experimentales y la modalidad de trabajo con los alumnos deberían contemplar estos aspectos.

Para finalizar, debe ser una condición innegociable la participación activa de los estudiantes de ingeniería – que deberían ser considerados **ingenieros en formación** - en la gestión de su aprendizaje, porque

[...] en función de que el estudiante debe desarrollar procesos reflexivos que permitan acercarlo al mundo y apropiarse del mismo a través de diferentes mecanismos implicados en el estudiar, es que se considera que debe contar con estrategias, técnicas y estilos que le permitan construir el conocimiento (CONFEDI, 2014, pág. 36).

3. Estudio de caso

Esta investigación se realizó con alumnos de las carreras Ingeniería Eléctrica (IE) e Ingeniería en Sistemas de Información (ISI) durante el cursado de la materia Física II en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, durante los años 2012 y 2013, siendo una población total de 122 alumnos.

Uno de los objetivos de este TPL es hacer uso de las TIC's para hallar experimentalmente los valores de resistencias de carbono y verificar su comportamiento lineal. Las experiencias en sí mismas fueron diseñadas para aprovechar su analogía. Para que se pueda corroborar el tipo de asociación, se emplearon dos resistencias que sean posibles de ser comparadas; por ello, las resistencias empleadas fueron de 10 y de 100 Ω . Como en un TPL anterior se hallaron sus valores mediante el código de colores y también se han medido con un ohmímetro, los alumnos disponen de los valores de referencia orientativos. En las dos primeras experiencias éstas están dispuestas de manera individual, y posteriormente, en las dos experiencias posteriores, se asocian en serie y en paralelo con el objeto de hallar y verificar la resistencia equivalente.

La ley de Ohm es una de las leyes fundamentales de la electrodinámica, y está estrechamente vinculada a las magnitudes físicas básicas presentes en cualquier circuito eléctrico como son la tensión o diferencia de potencial U , en voltios (V); la intensidad de corriente i , en amperios (A); y la Resistencia R , en ohmios (Ω); y la expresión matemática en que se asocian estas magnitudes es $U = i.R$.

El dispositivo empleado en este TPL emplea un sistema de adquisición de datos que permite la obtención simultánea del voltaje y de la corriente que pasa por el (los) resistor(es). Por lo tanto, y haciendo uso de la ley de Ohm, se obtendrá el valor de la resistencia – tanto individual como equivalente - mediante el cálculo de la pendiente de la gráfica del voltaje en función de la corriente. De acuerdo a las resistencias empleadas en el TPL - que son óhmicas - , la pendiente de dicha gráfica es una recta.

El otro objetivo de esta pesquisa fue indagar si los alumnos que realizaron el TPL han podido aprovechar las herramientas utilizadas, mediadas por las TIC's, para poder gestionar el conocimiento para que éste sea significativo. Para ello, se analizó de manera descriptiva la redacción de los informes del TPL confeccionados por comisiones, estando integrada cada comisión desde uno hasta cuatro alumnos inclusive. Con el objeto de identificar cada comisión y

a la vez mantener la confidencialidad de los datos, se decidió usar un código conformado por tres símbolos: un número perteneciente a una escala ordinal ascendente iniciándose en el doble cero, y considerando el mismo según el orden de la entrega del informe del TPL; junto a la carrera de ingeniería; y posteriormente según el año de cursado. Por ejemplo, el código 01 – IE – 2012 identifica la comisión que entregó el informe en segundo lugar, y pertenece a la carrera de Ingeniería Eléctrica - cohorte 2012.

A continuación se detallan la cantidad de alumnos y el número de comisiones por año y por carrera en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Cantidad de comisiones por año y por carrera.

Fuente: elaboración propia

Carrera	Año	Cantidad de alumnos	Cantidad de comisiones de TPL
IE	2012	18	5
	2013	41	14
ISI	2012	26	9
	2013	37	12
Totales		122	40

Dicho análisis estuvo orientado hacia los aspectos declarativos y procedimentales, para luego inferir las competencias básicas desarrolladas durante la experiencia didáctica de laboratorio. Se considera que la construcción del conocimiento científico involucra determinadas competencias tanto para la adquisición de conceptos como para el desarrollo de habilidades de proceso y de interacción en diferentes contextos de aprendizaje.

4. Materiales y equipos

Se han empleado criterios de flexibilidad en el equipamiento usado en esta experiencia, combinando los materiales presentes en el laboratorio tradicional de Física – como el tablero de resistencias y capacitores – junto al material propio de las TIC’s.

Los materiales y equipos usados en esta experiencia está conformado por los siguientes elementos: un tablero de resistencias y de capacitores; una interfase, un generador de señales; un sensor de voltaje; un software para la adquisición de datos en tiempo real; una PC; y cables banana doble; banana – cocodrilo; y cocodrilo doble.

La interfase cuenta con un generador de señales de manera interna, pero se eligió presentarlo como aparato externo con el objeto de hacerlo “visible” en la experiencia. La configuración de la señal generada por este dispositivo es la siguiente: forma de onda: rampa ascendente (voltaje creciente); amplitud: 1,0 V; frecuencia: 0,05 Hz. (equivale a un periodo o tiempo de barrido de 20 s); frecuencia de muestreo: 5 Hz (100 veces la frecuencia de la señal); condición de trabajo: auto (automático)

5. Técnica operatoria

Con el generador de señal de CC y el dispositivo conformado con interfase – software de toma de datos – voltímetro – PC, se conectan junto a las dos resistencias presentes en un banco de pruebas. Luego de armar el dispositivo y configurar tanto el generador de señal como el software, se miden la corriente (en amperios) y el voltaje (en voltios) en función del tiempo.

Los datos obtenidos en forma tabular se transfieren a una planilla de cálculo, y se construye la gráfica de V en función de i. Se analiza su comportamiento lineal y se obtienen los parámetros que la caracterizan: la pendiente de la recta; la ordenada al origen – que debe comprender el cero -; y el coeficiente de correlación, el cual indica la relación entre el modelo matemático – una recta – y el modelo físico – la ley de Ohm -.

Luego los alumnos deben verificar los datos hallados experimentalmente con la disposición de ambas resistencias, y tiene que comparar los resultados según el tipo de asociación. Finalmente, se les pide que evalúen en cuál de las asociaciones se comete menor error en los cálculos.

6. Resultados obtenidos

Como se indicó anteriormente, la primera experiencia del TPL implica la obtención de gráficas lineales, en las que deben hallarse e interpretarse sus parámetros característicos. Por ejemplo, para una resistencia de valor declarado de $(10,0 \pm 0,5) \Omega$, se obtuvo la presentada en la Figura 1.

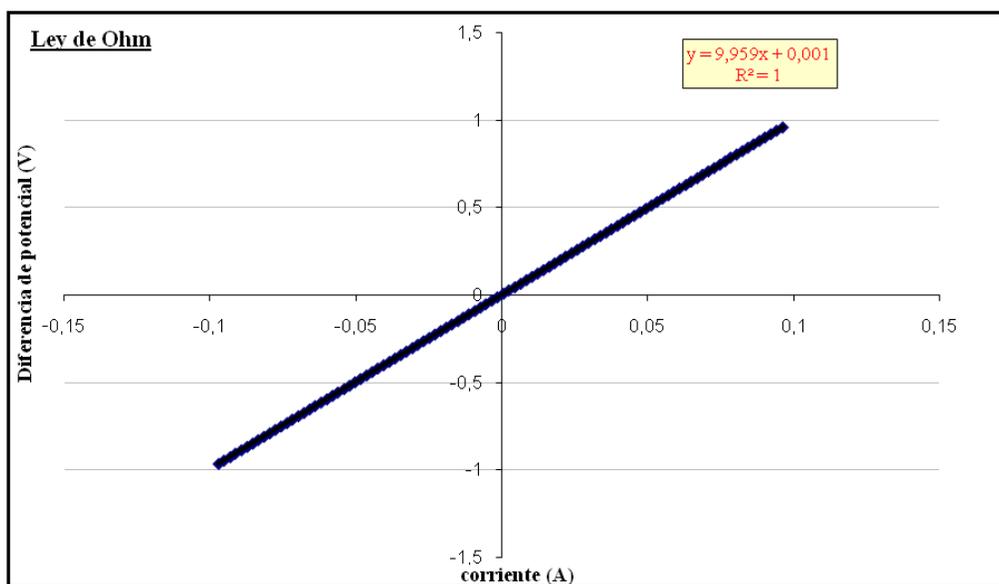


Figura 1: Gráfica de V en función de i, con los valores de la función correspondiente
Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran en las siguientes **Tablas (2 a 6)** los valores de referencia experimentales de las dos resistencias de 10 y de 100 Ω ; tanto individuales como asociadas. Se emplea un modelo lineal cuya función es $Y = A + B X$. Se presentan los parámetros A (ordenada al origen); B (pendiente de la recta); junto a los del modelo de regresión lineal: el coeficiente de correlación (R); su error estándar (SD); el número de datos procesados (N); y el nivel de significación (P). Las **Tablas 2 y 3** presentan los datos de cada resistencia individual, cuyos valores declarados por el fabricante fueron de 10 y de 100 Ω , respectivamente.

Tabla2: Parámetros de la Resistencia menor
Fuente: elaboración propia

Parámetro		Valor	Error
A		0,01429	0,00013902
B		10,30721	0,00251
R	SD	N	P
0,99999	0,00196	198	<0.0001

Tabla 3: Parámetros de la Resistencia mayor
Fuente: elaboración propia

Parámetro		Valor	Error
A		0,03672	0,000974109
B		98,49212	0,16783
R	SD	N	P
0,99972	0,01369	198	<0.0001

Las **Tablas 4 y 5** presentan los valores obtenidos para las asociaciones de las resistencias en serie y en paralelo, respectivamente.

Tabla 4: Parámetros de Resistencias en serie
Fuente: elaboración propia

Parámetro		Valor	Error
A		0,04564	0,00119
B		108,15734	0,22482
R	SD	N	P
0,99957	0,001682	199	<0.0001

Tabla 5: Parámetros de Resistencias en paralelo
Fuente: elaboración propia

Parámetro		Valor	Error
A		0,01353	0,000139529
B		9,32208	0,00227
R	SD	N	P
0,99999	0,00197	199	<0.0001

Finalmente, en la **Tabla 6** figuran los valores numéricos de las resistencias, tanto individuales como agrupadas, junto a su error.

Tabla 6: Valores obtenidos de Resistencias
Fuente: elaboración propia

Valor de R (Ω)	Error (Ω)
R mayor: 98,492 (98,5)	0,168 (0,2)
R menor: 10,307 (10,3)	0,003 (0,003)
R serie: 108,157 (108,2)	0,225 (0,2)
R paralelo: 9,322 (9,3)	0,002 (0,002)

A continuación, se presentan tabulados los valores calculados y hallados de las dos disposiciones de resistencias, junto a su error:

Tabla 7: comparación de valores obtenidos de asociaciones de resistencias
Fuente: elaboración propia

	Valores calculados (Ω)	Valores obtenidos (Ω)	Error relativo (%)
R_{eq} en serie	108.799	108.157	0.59
R_{eq} en paralelo	9.325	9.322	0.086

Para finalizar, vale destacar la notable la cantidad de valores medidos en cada experiencia: 198 y 199 ; algo que es casi imposible de obtener con exactitud y precisión si no fuese a través de las TIC's.

7. Análisis de los informes de los alumnos

El otro objetivo de esta investigación fue evaluar de manera descriptiva cómo los alumnos expresan su nivel de conocimiento alcanzado mediante la experiencia del TPL, a través del análisis de los informes presentados de manera grupal. Las actividades propuestas en el TPL asumen que los alumnos poseen las competencias básicas y genéricas necesarias para poder caracterizar el sistema mediante sus parámetros representativos, y además se considera que los contenidos básicos les han sido enseñados en la materias Análisis Matemático I y II, y Física I y II – esta última, en curso -. Las competencias básicas consideradas necesarias son: la comprensión lectora; la producción de textos; y la resolución de problemas o situaciones problemáticas. Dentro de las competencias específicas se consideran: el reconocimiento y la utilización de conceptos en Física; el análisis de una función o fenómeno físico sencillo a partir de su representación gráfica y/o a partir de sus ecuaciones matemáticas; la transferencia del conocimiento científico de Física a situaciones problemáticas variadas; y la utilización de la computadora aplicando lógica procedimental en la utilización del sistema operativo y de diversas aplicaciones, tal como una planilla de cálculo.

Como no se tenía la plena seguridad que los estudiantes puedan hacer uso de una planilla de cálculo según los requerimientos del TPL, durante la ejecución del mismo se les indicó cómo emplear el software para obtener los distintos valores y parámetros.

En base a los resultados obtenidos, se han considerado las siguientes categorías:

- a - Informes confeccionados de manera completa y correcta;**
- b - Informes incompletos;**
- c - Informes que presentaron deficiencias conceptuales muy serias;**
- d - Confusión con simulaciones.**

De manera detallada según las categorías presentadas en este capítulo, las conclusiones arribadas en este análisis descriptivo son las siguientes:

Cabe citar que los alumnos pertenecientes al grupo de **Informes confeccionados de manera completa y correcta**) es aproximadamente el 30% del grupo investigado, y según su cantidad es la categoría ubicada en el segundo lugar. Incluyen a las comisiones que realizaron el informe de acuerdo al diseño del TPL, completando todas las consignas y además respondiendo a las preguntas finales:

- Los resultados arribados, ¿son los esperados o predichos por la teoría?
- ¿En qué situación existe mayor diferencia entre valores medidos versus valores predichos? ¿Por qué?

Incluso, algunos grupos calcularon los errores relativos porcentuales para responder a la última pregunta.

A continuación, se citan las conclusiones de una de estas comisiones, integrada por 4 alumnos y perteneciente a la carrera de Ingeniería Eléctrica cohorte 2012:

Al realizar este práctico pudimos poner en él nuestros conocimientos adquiridos en la teoría. Se cumplió con el objetivo de analizar la dependencia entre voltaje y la corriente que circula por las resistencias de carbono y deducir la obtención de una resistencia equivalente para las disposiciones en serie y en paralelo. El software nos facilitó muchas cosas y gracias a él pudimos observar que la ley de Ohm se cumple en resistencias de carbono (Comisión 04: IE, 2012).

Si bien se puede objetar la no explicitación del tipo de software empleado, estas conclusiones, junto al texto del informe confeccionado según las consignas de la guía del TPL, indican que los alumnos intervinientes en la comisión han logrado gestionar su conocimiento de manera muy satisfactoria y favoreciendo sus aspectos actitudinales, procedimentales, y sociales, y aprovechando eficientemente sus competencias.

En la categoría de **Informes incompletos** hubo distintos comportamientos marcados, cuya consecuencia fue la no finalización del informe según las pautas establecidas en la guía del TPL: deficiencias en el uso y aprovechamiento de los parámetros del sistema; presentación inadecuada de los resultados obtenidos de las magnitudes físicas involucradas en el TPL; y confusiones en las tareas realizadas con la planilla de cálculo. Está conformado aproximadamente por el 60% de los alumnos.

-Una de las situaciones más frecuente fue tomar como valor de referencia de las resistencias el obtenido en el TPL anterior (código de colores y uso del multímetro), y no el de la pendiente de las gráficas para cada una de las resistencias individuales. Si bien su interpretación

no puede considerarse errónea, es inadecuada según los objetivos del TPL. Como ejemplo se presenta la imagen escaneada de un informe en la Figura 2, perteneciente a la **Comisión 11: IE, 2013**, conformada por tres alumnos.

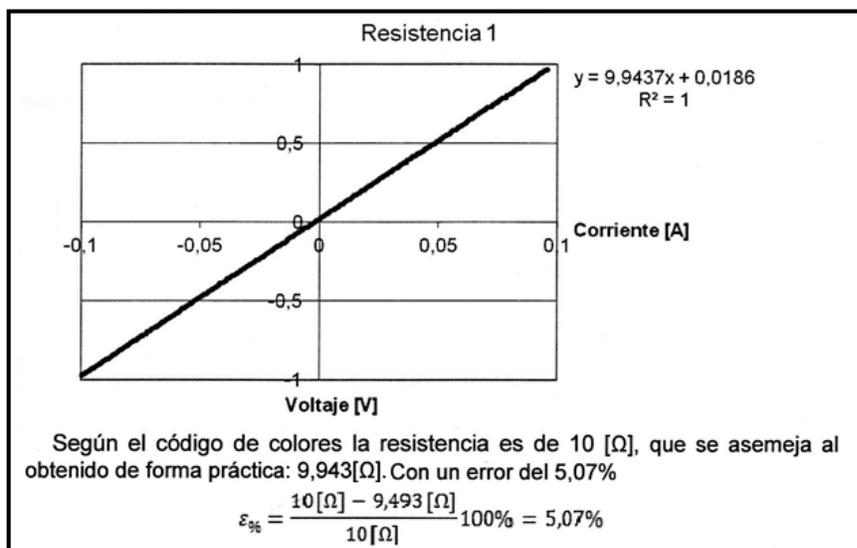


Figura 2: Obtención de R a través de una consigna inadecuada.
Fuente: Comisión 11– IE, 2013)

- En otras comisiones ubicadas dentro de esta categoría hubo una adecuada presentación de las gráficas con sus parámetros, pero el empleo de dichos parámetros no fue considerado como una tarea a seguir para demostrar las relaciones de las asociaciones serie y en paralelo, tal como se muestra en el siguiente texto, perteneciente al informe de la **Comisión 22–ISI, 2012**, conformada por 4 alumnos:

Resistencias de 10 y 100 ohm en serie: “Hecha la simulación para las resistencias de 10 Ω y 100 Ω conectadas en serie, se puede comprobar que la resistencia equivalente del circuito es la suma de todas las resistencias. En forma teórica: $R_{eq} = 100\Omega + 10\Omega = 110\Omega$. En forma práctica, a través de la pendiente de la gráfica 3, da como resultado: $R_{eq} = 106,99 \approx 107\Omega$. La diferenciase la podría considerar como mínima y de esta forma se verifica la obtención correcta de resistencias equivalentes dispuestas en serie.” (Comisión 22–ISI, 2012).

Por este motivo, los informes les fueron devueltos para que hagan las rectificaciones respectivas. Por ejemplo, una de las comisiones pertenecientes a esta categoría, la codificada como 19 perteneciente a la carrera de ISI cohorte 2012 que estuvo conformada por 2 alumnos, luego de las correcciones sugeridas, escribieron:

Utilizando los valores obtenidos en las figuras 1 y 2 junto con la ecuación de resistencia equivalente en serie obtenemos que $R_{eq} = R_1 + R_2 = 10,36 [\Omega] + 97,78 [\Omega] = 108,14 [\Omega]$. Que es un valor muy aproximado al que se obtiene con el programa en la figura 3 (Comisión 19-ISI, 2012).

- Además hubo conclusiones erróneas, a pesar de haberse realizado los cálculos de manera correcta. En la Figura 3 se evidencia esta situación, correspondiente a la **Comisión 02-ISI, 2012** (tres alumnos). Además de un manejo incorrecto de las cifras significativas, se evidencia la falta de asociación entre los valores de la pendiente de la gráfica, y del cálculo de la suma de las resistencias.

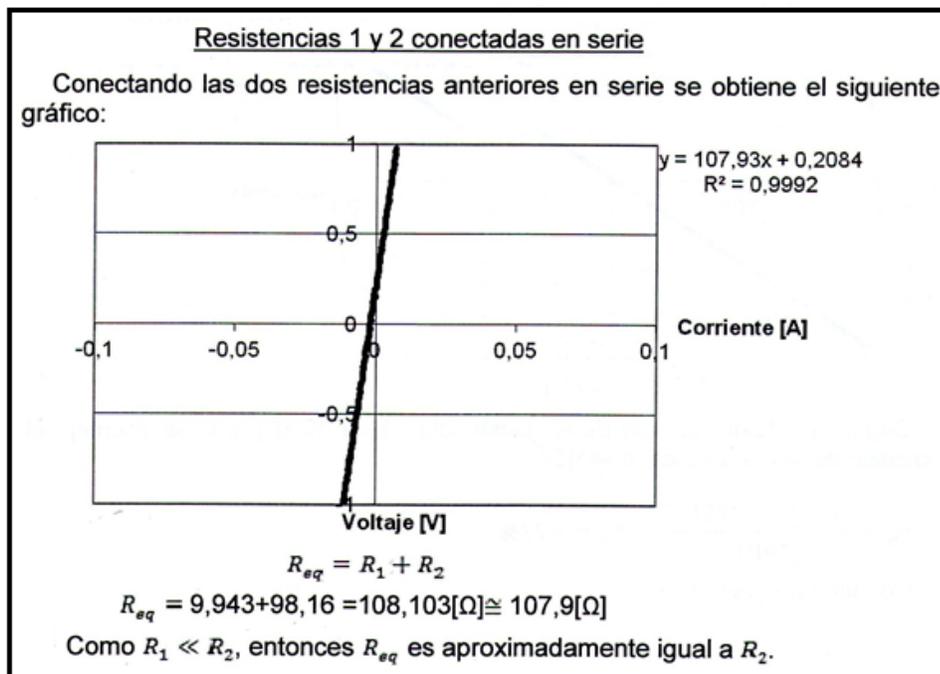


Figura 3: Cálculo de la Resistencia equivalente
Fuente: Comisión 02-ISI, 2012

- En varios informes se presentaron, junto a las gráficas, los datos numéricos en forma de tablas. Esto originó la disponibilidad de muchos valores numéricos de voltaje y de corriente innecesarios que obstaculizaron la posibilidad de explicitar las relaciones entre las variables del sistema, además de ocupar mucho espacio físico. Como consecuencia, en estos informes no se hicieron los cálculos de las resistencias equivalentes.

Pertenecen a categoría de **Informes que presentaron deficiencias conceptuales muy serias** el menor porcentaje del alumnado (aproximadamente 10%). Se considera que estas

deficiencias han ocurrido como producto de la falta de lectura de los contenidos básicos de la materia y de la guía del TPL.

Las deficiencias se manifestaron en conocimientos básicos, e insuficiencias en la capacidad lectora y, consecuentemente, en la comprensión de la guía del TPL. Esto originó poco interés y aprovechamiento de la experiencia del TPL mediado por TIC's, con su consecuencia en el proceso a aprendizaje. Por ejemplo, la comisión 07 de Ingeniería en Sistemas de Información cohorte 2013 integrada por 4 alumnos cita en las conclusiones:

Se pudo comprobar prácticamente las leyes de Kirchoff, donde pudimos medir y verificar los valores de corriente y de tensión de los circuitos de resistencia conectado en serie y en paralelo. Donde se pudo volcar los datos obtenidos en un software para verificar gráficamente los valores (Comisión 07-ISI, 2013).

Esto resulta inapropiado para la gestión del aprendizaje dado que se empleó como marco teórico una ley distinta a la propuesta (Kirchoff en vez de Ohm).

Como no se cumplieron con los objetivos esperados, se devolvió el informe a cada una de las comisiones para que primero hagan una lectura más comprensiva del material didáctico y luego entreguen dicho informe con las correcciones correspondientes. Una vez realizadas las rectificaciones, los alumnos lograron comprometerse con las tareas adeudadas y finalizaron con éxito la confección del informe técnico.

Esta última categoría, de **Confusión con simulaciones**, se debió a la presencia de una confusión bastante común que se evidenció en varios informes: la existente entre la toma de datos en tiempo real respecto de una simulación. Si bien se hizo hincapié en que en el TPL se hace una toma de datos en tiempo real tanto en la guía como también en la explicación previa del trabajo práctico, esta equivocación se ha manifestado en varios informes.

En varias comisiones se efectuaron las tareas de manera adecuada al inicio. Pero al final se confunde la realización de una simulación con una toma de datos en tiempo real. Como ejemplo, en el informe de la **Comisión 08- IE, 2013**, se puede observar este equívoco que se presenta en la Figura 4, al pie de la misma.

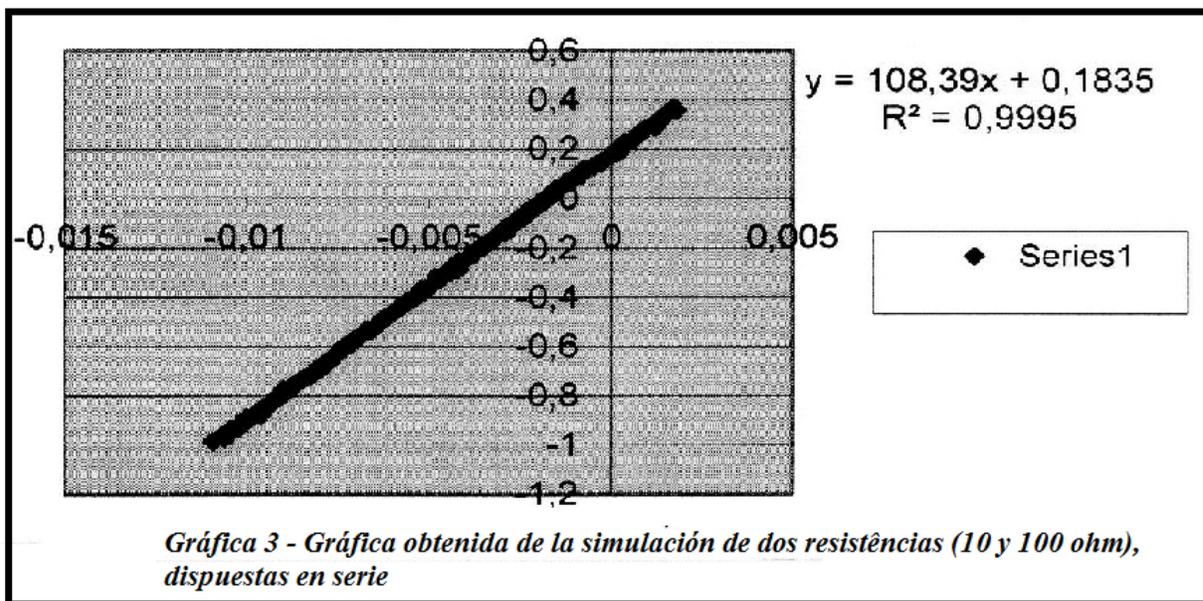


Figura 4: Cálculo de la Req
Fuente: Comisión 08-IE, 2013.

Fue un error presente en aproximadamente el 30% de las comisiones pertenecientes a la categoría **b**. Como acción correctiva, se decidió reunir a estos alumnos y explicarles las diferencias entre una simulación y una toma de datos.

Los resultados obtenidos en las comisiones investigadas y pertenecientes a las carreras de IE e ISI han evidenciado que la mayoría de los alumnos – alrededor del 70 % - necesitan modificar parcial o totalmente los contenidos desarrollados en un TPL donde se hace uso de las TIC's. Dicho de otro modo, no hay garantías de un aprovechamiento pleno del uso de TIC's si no tiene se tienen desarrolladas las competencias básicas.

Por lo tanto, se sugiere que antes de emplear TIC's en un entorno de aprendizaje colaborativo en un TPL, se deba hacer o una evaluación, o un desarrollo previo, sobre las herramientas que deberían manejar los alumnos – en nuestro caso, una planilla de cálculo y la estimación de distintos parámetros - , para así explicitar las competencias básicas necesarias y suficientes para que puedan gestionar su conocimiento de manera eficiente y eficaz.

Si bien no se ha realizado un análisis estadístico detallado, cualitativamente no ha habido diferencias significativas entre las dos carreras ingenieriles, aunque se ha notado mayor motivación e interés en los alumnos de IE.

8. Conclusiones

El uso de TIC's en el proceso de enseñanza – aprendizaje de cualquier disciplina académica y de la Física en particular puede representar un gran avance en la gestión del conocimiento. Sin embargo, éstas pueden generar una situación más compleja de lo deseado, por lo que se sugiere hacer investigaciones que aporten una visión crítica no sólo en su diseño sino también en su uso por parte de los alumnos que, suponemos, son los gestores de su conocimiento.

Sabemos que los estudiantes de hoy en día están familiarizados en lo que hace a tecnologías digitales como el uso de PC's, teléfonos celulares, tabletas, etc.; y a veces, con más facilidades y habilidades que los docentes. Esta es una oportunidad para que dichos alumnos puedan utilizar las herramientas digitales disponibles en la gestión de su conocimiento, aunque antes de su empleo deben conocer tanto sus potencialidades como los factores para su aprovechamiento pleno.

En la indagación se manifestó el interés del alumnado en la participación activa y colectiva en la experiencia práctica, por lo que se puede decir que se favoreció la motivación en los mismos.

Por otra parte, en este trabajo se evidenció que si bien la toma de datos en tiempo real de ciertas variables asociadas a un TPL es un proceso relativamente sencillo y rápido para los alumnos, el procesamiento de dicha información presenta ciertas dificultades procedimentales. Dicho de otro modo, las TIC's pueden ofrecer nuevas oportunidades para encontrar sentido y aplicación de las leyes científicas, pero no siempre es fácil inferir dichas leyes a partir de un conjunto de datos experimentales. Por lo tanto, se requiere la intervención del docente para guiar al alumno en la construcción de su conocimiento.

En consecuencia, se sugiere que antes de emplear las TIC's para las experiencias de TPL's de Física como es en este caso, los docentes debemos tener desarrolladas las competencias digitales para poder realizar un diseño adecuado de estas herramientas didácticas, de modo tal que los estudiantes puedan generar o gestionar su conocimiento aprovechando su uso, tanto de manera eficiente como eficaz. Pero también existe la otra cara de la moneda, que es que el alumnado debe tener desarrolladas las competencias básicas para poder aprovecharlas.

Para finalizar, se sugiere esta investigación con alumnos de Física II de otras cohortes, y/o con un análisis no solamente descriptivo como es en este caso, sino también estadístico para

disponer de mayor información. También, puede extenderse al empleo de cualquier TPL basado en las TIC's, tanto en la Física como en cualquier otra ciencia experimental.

9. Referencias bibliográficas

AVELEYRA E., LIPOVETZKY J. Y GAREA T. **Aplicación de las TIC's en el laboratorio de Física. Análisis de una experiencia con aplicación de sensores de fuerza y posición.** 1° Congreso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) en la Enseñanza de las Ciencias, La Plata. 2005.

BELTRÁN LLERA, J. **Enseñar a aprender.** *Conferencia de Clausura*, Segundo Congreso de EDUCARED. 2003

CONFEDI. **Documentos de CONFEDI: Competencias en Ingeniería.** Universidad FASTA Ediciones, 2014.

FERRINI A. Y AVELEYRA, E. El desarrollo de prácticas de laboratorio de física básica mediadas por las NTIC's, para la adquisición y análisis de datos, en una experiencia universitaria con modalidad b-learning. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, *TE&ET'06*, 1(1). 2006. Disponible en <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/14153>>. Consultado el día 1 de marzo de 2015.

GIL, D., Y PAYÁ, J. Los Trabajos Prácticos de Física y Química y la Metodología Científica. **Revista de Enseñanza de la Física**, 2 (2), 73-79, 1988. Disponible en <<http://www.uv.es/gil/publicaciones.htm>>. Consultado el 2 de febrero de 2015.

GONZÁLEZ, O., y FLORES, M. **El trabajo docente: enfoques innovadores para el diseño de un curso.** Ed. Trillas, México. 2000.

HERRERA BATISTA, M. A. Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. **Revista Iberoamericana de Educación**. 38.5: 2. 2006. Disponible en: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/1326Herrera.pdf>>. Consultado el día 12 de marzo de 2015.

LARKIN, H.; CHABAY, R. **La investigación sobre la enseñanza del pensamiento científico: implicaciones para la enseñanza basada en computadoras.** Recopilación de Resnick, L. y Klopfer, L. Currículum y cognición. Ed. AIQUE, Madrid. 1996.

LI, H. **Information-Technology-Based tools for reengineering construction engineering education.** *Computer Applications in Engineering Education*, 6 (1), pp.15-21, 1998.

LITWIN. E. **El oficio de enseñar.** Ed. Paidós, Buenos Aires. 2008.

MANJARES, G. **La dicotomía teoría-laboratorio, un proceso en la vida cotidiana de la enseñanza de las ciencias experimentales.** En Actas de los XIX encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 13-15 Septiembre, Madrid. 2000.

MARTÍNEZ, H. C.y PARRILLA PARRILLA, J. L. La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, noviembre, 12(3), 1994.

Disponibile en <<http://dialnet.unirioja.es/ejemplar/9354>>. Consultado el día 10 de febrero de 2015.

NEWTON, L.R. **Data logging in practical science: research and reality.** *International Journal of Science Education*, 22 (12), pp.1247-1259, 2000.

POZO, J. I. **Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal.** Visor Distribuciones, Madrid. 1994.

SÁEZ, M., PINTÓ, R. Y GARCÍA, P. Relaciones conceptuales en el uso de MBL para el estudio del movimiento. **Revista de Enseñanza de las Ciencias.** Número extraordinario VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, 2005.

SANMARTÍN, N., MÁRQUEZ, C. Y GARCIA-ROVIRA, P. **Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias.** Aula de innovación educativa, 113, 8-13, 2002. Disponible en: <http://aula.grao.com/revistas/aula/113_114-los-trabajos-practicos-de-investigacion>. Consultado el día 12 de marzo de 2015.

TORRES CLIMENT, A.L. Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la Enseñanza de la Física y Química de secundaria y bachillerato. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación en Ciencias**, 7 (3), pp.693-707, 2010.

YANITELLI, M., MASSA, M. & MOREIRA, M. **The use of personal computers in the resolution of experimental situations.** *Proceedings GIREP 2008 International Conference.* Nicosia, Chipre, 2010.

.....
Artigo recebido para avaliação em 26/05/2015 e aceito para publicação em 18/11/2015.