

## **TICS: métodos de simulación en la enseñanza de la Ingeniería y aprendizaje significativo**

**Autores:** Edgardo Cámara y Gloria Alzugaray

**Institución:** GIEDI - Grupo de investigación en la enseñanza de la ingeniería - Facultad Regional Santa Fe de la Univ. Tecnológica Nacional - Argentina

**Palabras clave:** significativo - simulación - electricidad - electrotecnia

La idea de buscar en la realización de abundantes actividades prácticas, la superación de una enseñanza puramente memorística, y la solución a la falta de interés por el aprendizaje de las ciencias, llevó a realizar una investigación tendiente a evaluar las ventajas que, desde el punto de vista de la enseñanza-aprendizaje, tiene el uso de software de simulación.

Las técnicas de simulación permiten reproducir lo que ocurre en sistemas físicos reales, sea en la pantalla de una computadora, o en un ambiente que “simula” la realidad, con la ventaja de eliminar riesgos personales, economizar tiempos o tareas.

En esta investigación se considera que los trabajos prácticos reales son irremplazables, con lo cual la realización de trabajos prácticos virtuales representa un complemento importante para los mismos y para la enseñanza en general, aunque sin pretender eliminarlos.

La investigación se realizó con el software de simulación Electronics Workbench, capaz de simular circuitos eléctricos o electrónicos y se focalizó puntualmente en la asignatura Electrotecnia II, de la carrera “Ingeniería Eléctrica” en la Universidad Tecnológica Nacional Regional Santa Fe. No obstante se considera que los resultados se pueden extrapolar a otras asignaturas de esa carrera u otras carreras de ingeniería, como también a la enseñanza de la física o electricidad en la escuela media.

La investigación dio indicios respecto a que la simulación crea el medio para que el alumno pueda aprender en forma significativa, por descubrimiento, dando “rienda suelta” a la imaginación, “experimentando” en forma virtual, y favorece la motivación.

## **INTRODUCCIÓN.**

La investigación se formalizó en el marco de la tesis de maestría: “Análisis del impacto de la aplicación de métodos de simulación, en Electrotecnia II”, en torno a un software capaz de simular circuitos eléctricos, digitales o electrónicos. Electrotecnia II es una asignatura del tercer año de la carrera de Ingeniería Electricista, en la Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional.

### **Las técnicas de simulación**

Respecto al software y los métodos de simulación, resumidamente podemos decir que surgen en la década de 1960. Se implementan dispositivos y programas para simular eventos físicos, en principio para entrenar astronautas, luego para adiestramiento de pilotos de aeronaves. También la automatización, los sistemas realimentados de control, y el desarrollo del software, estimularon su empleo. Los programas de simulación siguieron la evolución del software, haciéndose más amigables, permitiendo que se “construyan” esquemas virtuales simplemente manipulando íconos que representan partes componentes de un sistema.

En el caso particular de los circuitos eléctricos, los mismos se simulan en un laboratorio virtual, el cual se visualiza en una pantalla de computadora. El programa de simulación, permite disponer de instrumentos de medida o control, y componentes tipo (como resistencias, capacitores, inductancias, etc...), variando a voluntad los valores de los mismos, como también condiciones ambientales, como la temperatura. En particular, en esta investigación y por el carácter de la misma, los resultados son independientes del software que se utilice, y de hecho hoy existe una gran variedad de programas, algunas de ellas con software libre.

Así, las computadoras personales (PC), con los variados softwares que se han desarrollado, tienen en sí mismas un gran potencial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, a fines que:

- El aprendizaje sea más interesante.
- El aprendizaje sea activo, no pasivo, en las aulas o fuera de ellas.
- Los estudiantes estén más motivados.
- El aprendizaje sea al ritmo del estudiante en forma personalizada.
- La educación sea permanente.

La utilización de software para la enseñanza ha experimentado un gran incremento en los países desarrollados. Lo que se observa, sin embargo es que cada institución trata de aplicarlo en la medida de sus posibilidades y necesidades, y experimenta en función de ello.

## **Trabajos prácticos en la enseñanza**

Los trabajos prácticos constituyen un campo de desarrollo e investigación cuyas implicancias en la enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados a las asignaturas básicas, son relevantes. Forman parte de una de las estrategias didácticas utilizadas con gran frecuencia por los docentes para favorecer la integración de contenidos tanto disciplinares como multidisciplinares, y de este modo resultan ser una herramienta valiosa en la enseñanza. Por ello el diseño y desarrollo de las actividades, constituyen un significativo campo de estudio, generando cuestiones de diversa índole, y son susceptibles de ser sometidos a análisis, evaluación e investigación permanente. Las prácticas de laboratorio, además de desarrollar destrezas relacionadas con habilidades procedimentales y actitudinales, pueden ayudar al alumno a comprender, reelaborar y/o afianzar conceptos fundamentales, así como también a posibilitar cambios conceptuales.

Dichas prácticas pueden desarrollarse hoy a través de dos tipos de laboratorio:

a) El laboratorio real: en él, el alumno a través de un contacto directo con los distintos materiales y equipos, manipula los dispositivos e instrumental requeridos para el experimento.

b) El laboratorio virtual: utilizando simulaciones interactivas programadas y ejecutadas en base a un software en una PC. Puede ser utilizado en distintos ámbitos físicos y con distintos grupos de alumnos, con el agregado que el educando lo puede repetir en cualquier lugar en que disponga de esos medios (vg. en su domicilio).

Dada la relevancia que revisten las actividades que se diseñan para la enseñanza, se considera importante que la inclusión de materiales curriculares – en particular el software - deba ir acompañada de un proceso reflexivo de los profesores, que fundamente la elección, teniendo en cuenta un planteamiento metodológico sistemático, en función de los objetivos de la enseñanza. No se trata tanto de qué software seleccionar, o qué material elaborar sólo por el atractivo o interés que conlleve en sí mismo, sino más bien, de cómo diseñar estrategias de enseñanza en el marco de determinados enfoques disciplinares y didácticos, evaluando para ello materiales y tecnologías coherentes con dicho planteamiento (ALZUGARAY, et.al. 2006).

## **Aprendizaje significativo**

A fines del siglo pasado, se han realizado importantes avances en lo que hace al proceso de enseñanza y aprendizaje, avances que no han logrado aún reemplazar formas clásicas de enseñar, ya que por desconocimiento, en parte, existe la tendencia a reproducir la forma en que se aprendió.

Es por ello que como objetivo de esta investigación se quiere poner énfasis no solamente en el software de simulación, sino también en el aprendizaje significativo, complementando lo tecnológico con las teorías cognitivas actuales, hecho este que no se suele dar en la práctica.

Se considera que el desafío actual de los docentes, es formarse e informarse tanto en lo que hace a nuevas tecnologías, como a los avances en las metodologías de enseñanza.

El objetivo de esta investigación, fue entonces, tomando como marco teórico la teoría constructivista de Ausubel, analizar en base a ella, el uso de software de simulación.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Aprendizaje significativo en la teoría de Ausubel**

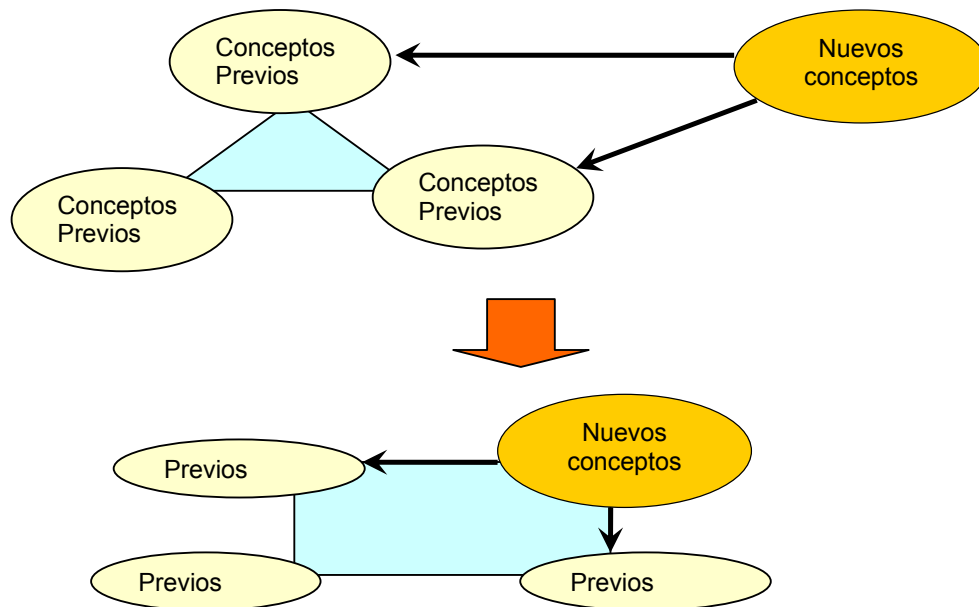
En el enfoque constructivista actual, las destrezas adquiridas en lo que hace al pensar y resolver problemas constituye y desempeña un papel fundamental en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias, dirigida a producir aprendizaje significativo y promover una evolución conceptual.

Se ha tomado la teoría cognitiva de AUSUBEL (1997) por ser uno de los desarrollos que, con una posición constructivista, está claramente orientado hacia la enseñanza, con referencia explícita a variables instruccionales.

Según Pozo: “Ausubel pone el acento de su teoría en la organización del conocimiento en estructuras, y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes en el sujeto y la nueva información. Pero, a diferencia de otras posiciones organicistas como la de Piaget y la propia Gestalt, Ausubel cree al igual que Vygotski, que, para que la reestructuración se produzca se precisa de una instrucción formalmente establecida, que presente de modo organizado y explícito la información que debe desequilibrar las estructuras existentes. La distinción entre la enseñanza y el aprendizaje es precisamente el punto de partida de la teoría de Ausubel” (POZO. 1997: 210).

El concepto central de la teoría de Ausubel es el de *aprendizaje significativo*. Para él, este aprendizaje es un proceso a través del cual una nueva información se relaciona con un aspecto relevante de la estructura de conocimiento del que aprende. El aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. En ese proceso, no literal y no arbitrario, el nuevo conocimiento adquiere significado y el conocimiento previo se enriquece, se diferencia, se adquiere mayor comprensión de su significado y se vuelve más estable. Ella pone acento en la organización del conocimiento

en estructuras, y las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes y la nueva información (Fig. 1).

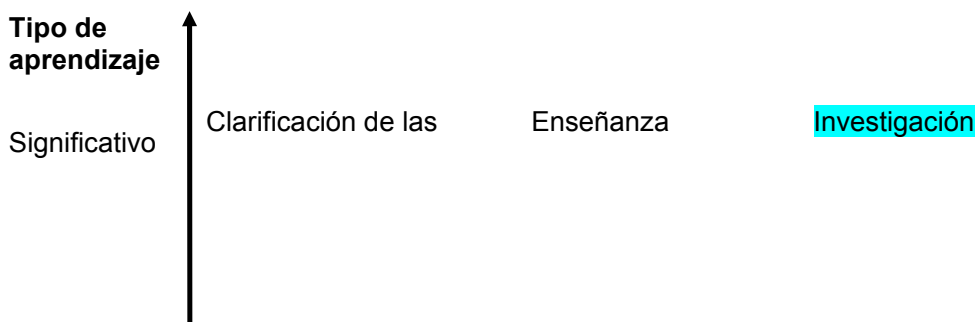


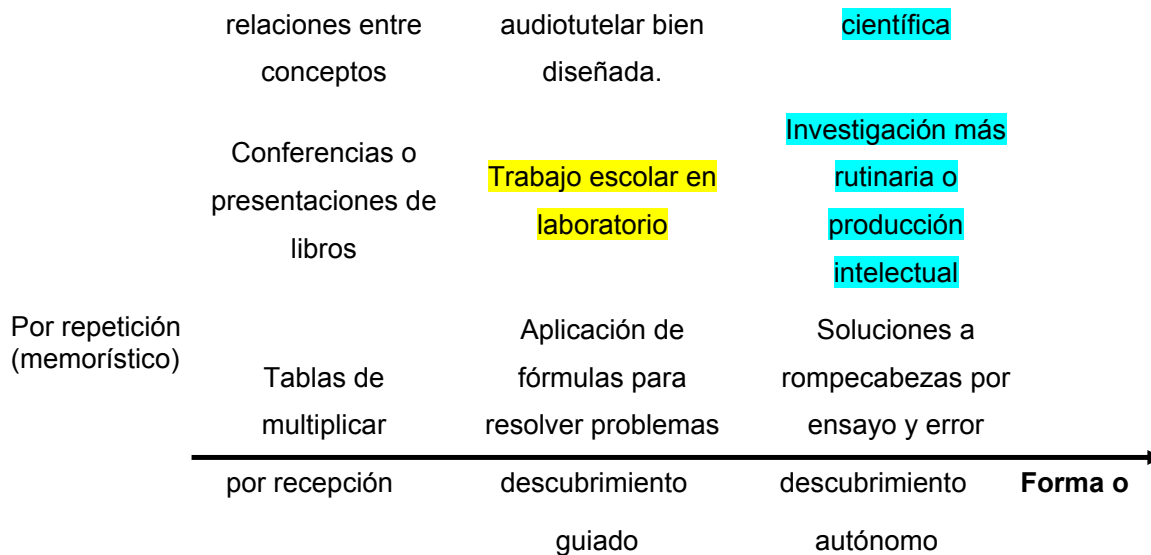
**Fig. 1:** interacción entre las estructuras presentes y la nueva información.

La postura didáctica adoptada es la de brindar una enseñanza orientada o preparada para que sea fácilmente internalizada por un alumno activo, creando el entorno que conduzca a un aprendizaje significativo. No se trata de crear máquinas o métodos de “hacer conocimiento” en un alumno pasivo. Si hacemos una comparación con la transferencia de información por parte de una emisora de radio o TV, que para ser captada por el receptor debe este último sintonizarse en la frecuencia del emisor, en este caso es el emisor (docente) quien debe tratar de reconocer las estructuras cognitivas del receptor, para crear un entorno y enseñar de una forma que pueda ser fácilmente captada por el receptor, transformando (cuando corresponde) la estructura cognitiva original.

El otro enfoque que se tuvo en cuenta en este trabajo, es la teoría psicológica de Vygotski. En particular analizar la categoría de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) y las particularidades que ha guardado su uso en el terreno educativo.

El gráfico 1, del tipo “x,y” resume según Ausubel, los distintos tipos de aprendizaje, en función de las formas de enseñanza, valorando las mismas en función de lo que teoría y experiencia han mostrado:





### estrategia

**Gráfico 1:** tipos de aprendizaje en relación a la enseñanza (POZO, J. 1997: 211)

El eje vertical está relacionado con el tipo de aprendizaje, mientras que el horizontal se relaciona con la estrategia de enseñanza que planifica el docente. Se considera que el aprendizaje más conveniente es el aprendizaje significativo por descubrimiento autónomo, y se debería tender a él, en lo posible (de hecho habrá contenidos que solo pueden memorizarse). Respecto al docente, el desafío será pasar de la clase expositiva, a una clase donde el alumno “descubra”, aprenda a pensar y valerse por sí mismo.

En asignaturas de las ingenierías, como también en cursos de capacitación, las actividades prácticas se prestan a que el alumno realice aprendizaje por descubrimiento guiado. ¿Por qué guiado? ¿Cómo se realizan estas actividades?

### Las actividades prácticas en asignaturas de ingeniería eléctrica.

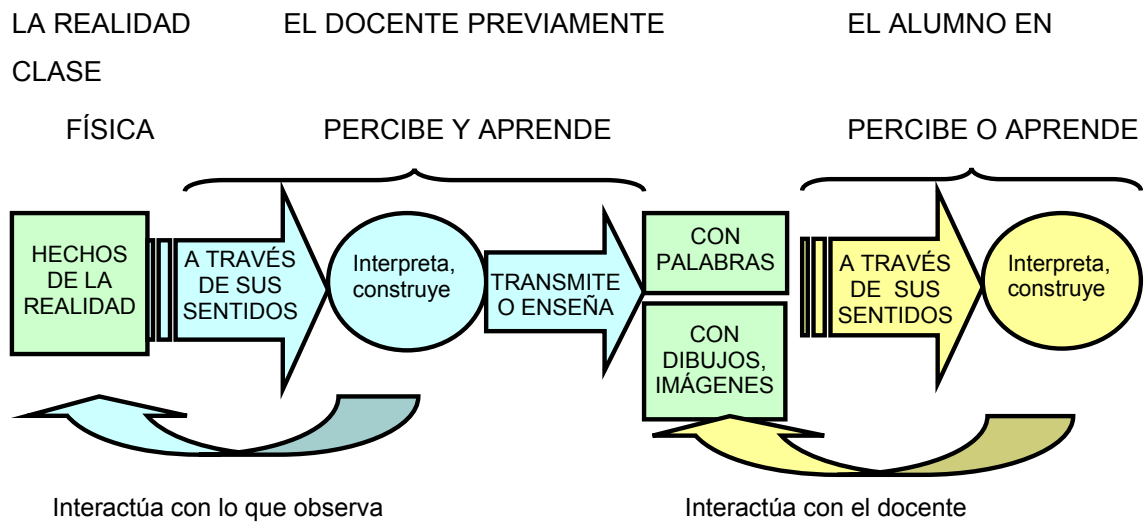
En estas actividades, el alumno experimenta con circuitos eléctricos. Para ello necesita de componentes e instrumental de medida que sean seguros de operar, tanto en lo que respecta a la prevención de accidentes personales, como al cuidado del equipamiento en sí. También, debe el mismo ser confiable en cuanto a los valores que mide, y por ello debe ser calibrado o contrastado periódicamente con instrumentos más precisos. Dado lo oneroso que resulta la adquisición de equipos, la necesidad de espacios físicos ad hoc, la seguridad de la operatoria, el tiempo que conlleva la preparación, la necesidad de la presencia de personal docente, y otras cuestiones prácticas; no son tantas las experiencias que se pueden realizar. En estas experiencias el alumno trabaja en grupo y con un tiempo acotado, por ello no todos los alumnos pueden manipular y medir todo,

como tampoco apartarse libremente de un plan pre-establecido. Esto dificulta, impide prácticamente, el poder llegar a un aprendizaje por descubrimiento autónomo.

**Análisis de distintas formas de enseñanza y aprendizaje.**

A) A través de una clase en aula (o leyendo un libro, dentro de ciertos límites este hace el papel del docente, aunque sin que exista interacción).

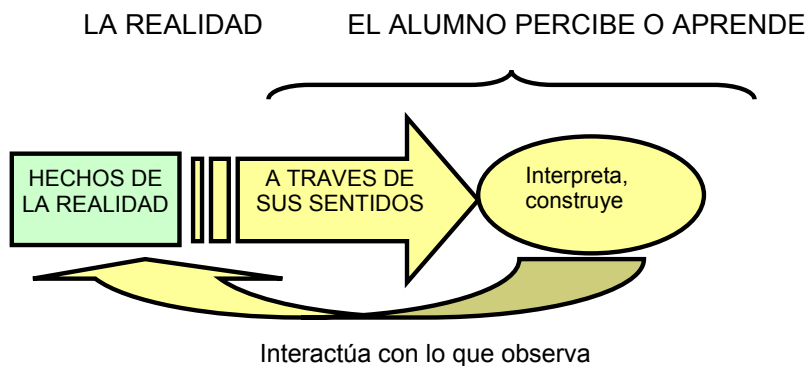
En las ilustraciones que siguen, se identifican los hechos de la realidad del mundo físico, la figura del docente, y el alumno.



**Figura 2:** clase en un aula, sin experiencias.

Se observa que en este caso el alumno está “distanciado” de los hechos.

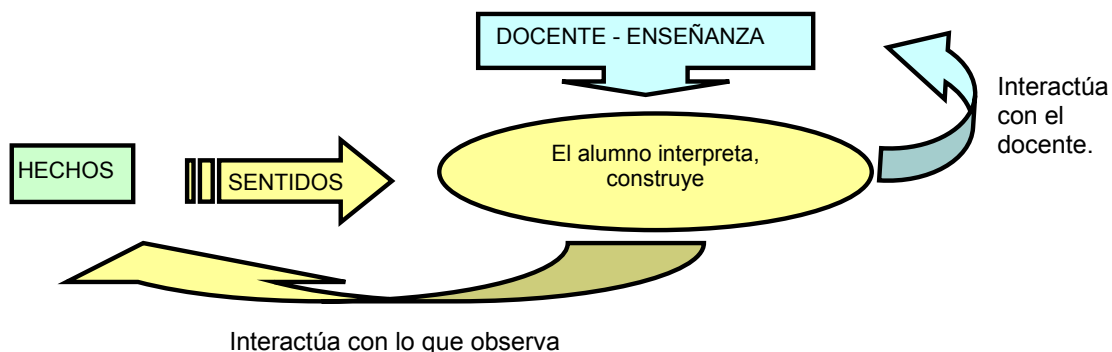
B) A través de una experiencia personal, sin participación de un docente.



**Figura 3:** experiencias sin participación de un docente.

En este caso el alumno está directamente en contacto con la realidad. Puede aprender libremente, sin condicionamientos, y realizar un aprendizaje autónomo. La desventaja es que puede malinterpretar los hechos, al no contar con la participación de un docente.

**C)** A través de una experiencia personal, asistido por un docente (“los trabajos prácticos”).



**Figura 4:** experiencias con participación de un docente.

Este es el caso de las actividades prácticas de laboratorio. Con las mismas ventajas que en “B” (Fig. 3), aunque la desventaja observada en cuanto a la posibilidad de malas interpretaciones de los hechos (inductivismo extremo) se subsana por la participación de docente.

### **Trabajos prácticos reales (TPR) y virtuales (TPV): resumen de características y comparación**

Se resume ahora la relación que existe entre trabajos prácticos de laboratorio, reales y virtuales (o con métodos de simulación).

Por las cuestiones mencionadas de organización, gestión, seguridad, disponibilidad de docentes, horarios, cuidado de los equipos, etc.; en la práctica los trabajos prácticos de laboratorio los realiza el alumno durante momentos acotados, únicos e irrepetibles en el cursado de la asignatura. Por otra parte, los trabajos virtuales los puede realizar en todo momento que disponga de una computadora personal. Todo ello sin riesgo de accidentes y sin necesidad de equipamiento adicional.

En los trabajos de laboratorio reales, el alumno participa parcialmente (por momentos sólo como espectador), dado que se realizan en grupo, mientras que en su laboratorio virtual el alumno debe realizarlo todo, y lo que es muy importante no se ve forzado a seguir una rutina prefijada, sino que puede variar a voluntad, imaginar e improvisar experiencias, dando rienda libre a su imaginación y creatividad.



Como desventaja, en los trabajos de simulación percibe a través de un solo sentido (en los trabajos prácticos de laboratorio en ingeniería eléctrica, se puede decir que en un 99 % también), y lo hace en dos dimensiones (en “2D”, pantalla plana). Tampoco se desarrollan algunas de las actitudes que tienen que ver con la manipulación de los instrumentos y componentes, y el armado del circuito.

En el caso del laboratorio virtual, las ventajas o los problemas que llevan a implementar un método, y la manera de hacerlo, pueden ser distintos según la carrera y la universidad, pero en lo que hace a los resultados, hay factores que son intrínsecos al software en sí, sea porque lo hacen más o menos preciso, funcional o didáctico, como también más o menos “amigable” (usando una terminología que la práctica ha impuesto para reflejar cuan atractivo, práctico y fácil de aprender y usar es un programa).

En tabla 1 se resume el resultado de comparar los trabajos prácticos reales con los “virtuales”. En color naranja se destacan las desventajas de cada uno de ellos frente al otro, viceversa, en color celeste los aspectos positivos.

TRABAJOS PRÁCTICOS REALES	TRABAJOS PRÁCTICOS “VIRTUALES”.
Componentes e instrumental de medida	-----
Accidentes	-----
Daños al equipamiento	-----
calibrado o contrastado	-----
Costo del equipo y el lugar	Costo del aula y PC'S: igual se necesita para otras actividades
Preparación de la clase y de los equipos	Preparación de la clase
Personal docente	Durante la clase, después el alumno prosigue en forma individual.
Grupos pequeños donde no todos hacen “todo”.	Tarea individual
Horarios acotados	Libertad de horarios
Plan de actividades “cerrado” > aprendizaje por descubrimiento guiado	Apertura total ⇔ aprendizaje por descubrimiento autónomo. Imaginación, creatividad.
Manipulación de instrumentos.	-----
Armado de circuitos.	-----
Visualización de experiencias.	Visualización de experiencias: solo en “2D”

**Tabla 1:** comparación entre trabajos prácticos reales y virtuales.

**Propósito.**

Objetivo principal de la investigación fue evaluar la relación que existe entre el uso de métodos de simulación y el aprendizaje. El propósito, el “para qué” de la investigación fue investigar, desde la perspectiva de la enseñanza, como impactan estos métodos,

condiciones para su implementación, y cómo insertarlos en la enseñanza: ¿antes o después de los trabajos experimentales?

### **Justificación**

La investigación permitió apreciar las ventajas e inconvenientes del uso de estos métodos, y con ello los docentes de Electrotecnia II, como también los de otras asignaturas similares podrán evaluar la conveniencia de adoptarlos, cómo incorporarlos a las planificaciones, y de que forma llevarlos a la práctica para optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje.

### **Viabilidad e implicancias de investigación**

Fue viable la investigación, sin impedimentos de ningún tipo ya que se realizó en el ámbito de un laboratorio de la facultad equipado con computadoras personales, donde normalmente los alumnos realizan actividades para distintas asignaturas, y donde pueden operar las PC de a dos. Ello tampoco implicó una actividad demasiado fuera de lo normal al docente – investigador.

La investigación no demandó recursos económicos importantes, más allá de la dedicación de los docentes, ni tampoco planteó problemas de tipo ético o moral al alumno. Se realizó teniendo en cuenta que todos los grupos tuvieran acceso a la práctica de esta metodología, (aunque en diferentes momentos), para que el proceso de investigación fuese tal que ningún alumno resulte perjudicado, vale decir que unos reciban mejor o peor enseñanza que otros.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **Formulación de hipótesis.**

El desafío fue de que manera poder llegar a evaluar los resultados que permitan dar respuestas a las preguntas de investigación.

De lo analizado en los fundamentos, se desprende que si bien muchas universidades han comenzado a aplicar este recurso, porque intuitivamente se reconoce su importancia, no se han encontrado muchas investigaciones didácticas realizadas en relación al mismo, y mucho menos asociadas a teorías cognitivas.

De lo expuesto en el marco teórico, el resultado de la búsqueda realizada y la formación y experiencia adquiridas, surgieron las siguientes hipótesis causales de investigación, en relación a las correlaciones aprendizaje-métodos de simulación:

**Hipótesis I:** A igualdad de recursos utilizados y experiencias, el alumno aprende mejor, más significativamente, cuando complementa esas experiencias con métodos de simulación.

**Hipótesis II:** El uso de software de simulación como complemento a los prácticos de laboratorio, mejora el aprendizaje de conceptos y la comprensión.

**Hipótesis complementaria:** La realización de trabajos prácticos por simulación va a redundar en un aprendizaje significativo y creativo en los alumnos.

**Estrategia metodológica, diseño de la investigación y recolección de datos**

Se dividió la investigación en tres etapas: la etapa 1 consistió en un cuestionario (inicialmente exploratorio), que se prolongó en todas las etapas. Por lo analizado en el marco teórico, en estos casos, cuando no se registran muchos antecedentes en relación a un tema, lo indicado es comenzar con un estudio de este tipo que permita preparar el terreno para la investigación posterior. Esta circunstancia definió el carácter y la profundidad con que se diseñó la investigación. A los efectos de precisar el lenguaje utilizado para caracterizar los estudios, se aclara que la terminología utilizada responde a la clasificación de DANKHE (1989), adoptada por SAMPIERI, (1998), quien los divide en: exploratorios, explicativos, descriptivos o correlacionales. La etapa 2 consistió en un estudio explicativo- correlacional (evaluaciones de conceptos), y paralelamente un estudio descriptivo (encuesta tipo Likert para medir actitudes), que se prolongó en la etapa 3.

En resumen, las actividades en las tres etapas:

Instrumentos de indagación		
Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Cuestionario		
	Evaluaciones de conceptos	
	Encuesta para medir actitudes	
		Encuesta para medir actitudes

**Tabla 2:** actividades en las distintas etapas.

**RESULTADOS OBTENIDOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

### **Cuestionario:**

Comenzó la investigación con un cuestionario a los alumnos que cursaban la asignatura, el que luego se repitió en los años siguientes. El mismo permitió determinar que el promedio de alumnos que posee PC se fue incrementando, a lo largo de los años, y en el 2008, llegó al 100%. Asimismo se determinó que el uso que hasta el tercer año de la carrera habían hecho de software de simulación era escaso. Esta conclusión es un factor muy importante, dado que determina que existe cada vez más (totalmente en la cohorte 2008), la disponibilidad, por parte del alumno, del “laboratorio virtual” en su domicilio. Tal lo expresado anteriormente, esto es un factor relevante a favor de la utilización de los métodos de simulación

### **Estudio explicativo-correlacional:**

Consistió en la realización de experiencias en las que se investigó, a través de evaluaciones realizadas antes y después de cada actividad, la relación entre aprendizaje con métodos de simulación y con actividades prácticas.

Se planificaron los experimentos, entendiendo por experimento tanto lo que BABBIE (1979) define en forma general como “tomar una acción y después observar las consecuencias”, como la acepción más científica que lo define: “ un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control para el investigador” (SAMPIERI, 1998).

Las variables independientes, en este caso son:

Trabajos prácticos reales: de laboratorio.

Actividades prácticas virtuales: con programas de simulación.

Y como variables dependientes de ellas, a evaluar, se eligió el concepto de constante de tiempo para un circuito serie con resistencia e inductancia, y el concepto de constante de tiempo para un circuito serie con resistencia y capacidad. Estos y otros conceptos, el alumno los profundiza con las actividades, y son los mismos, tanto en los TPR, como en los TPV.

Se cuidó que el diseño cumpla con todos los requisitos que debe reunir un experimento, a saber:

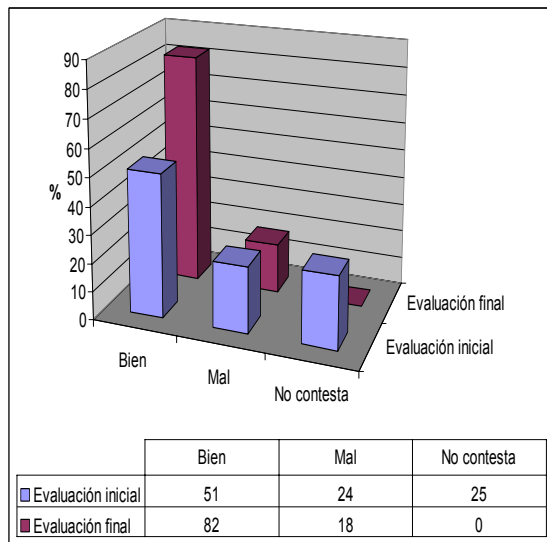
- La manipulación intencional de una o más variables independientes.
- La medición del efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente.

- El control o validez interna de la situación experimental.

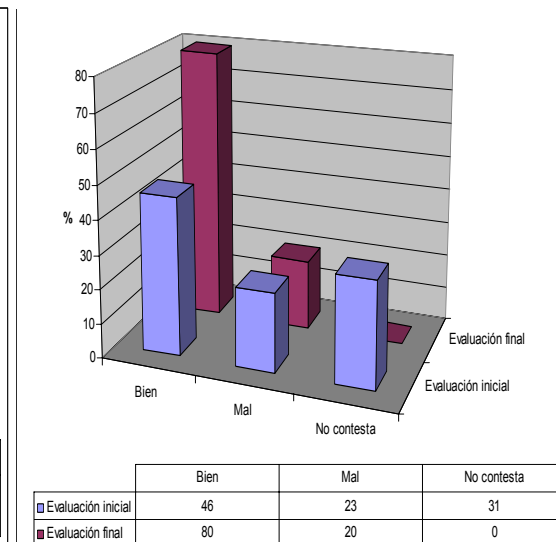
**En relación a la recolección de información a través de las evaluaciones:**

Las evaluaciones se las considera confiables, ya que fueron planeadas de tal forma que el alumno tuvo que aplicar el concepto a evaluar (y no el dar una definición que puede ser más o menos memorizada). El momento en que fueron aplicadas fue adecuado, y la duración de las mismas entre 5 y 10 minutos.

Las conclusiones se resumen en las figuras 5 y 6, y fueron que el aprendizaje de los conceptos, resulta algo superior en el trabajo práctico real (82 % en el TPR, 80 % en el TPV), aunque muy similar.



**Figura 5:** trabajo práctico real



**Figura 6:** trabajo práctico virtual

Se observa, dentro de lo que puede inferirse de las muestras, que al comienzo de cada actividad, el resultado de las evaluaciones iniciales es muy parecido en el TPR y en el TPV (51% y 46% de respuestas acertadas, 24% y 23% de respuestas erróneas). En las evaluaciones finales se aprecia que el aprendizaje de los conceptos inherentes a la variación de las constantes de tiempo en circuitos RL y RC, resulta como se dijo, algo superior en el trabajo práctico real, aunque casi iguales.

Con las preguntas adicionales, que se hicieron en las evaluaciones, se observó que en ambas actividades hubo un buen aprendizaje acerca de los circuitos y el conexionado (69 y 67 % respectivamente).

**Estudio descriptivo:**

Simultáneamente, se realizó un estudio descriptivo, el cual se prolongó en la última etapa (3). El instrumento de investigación fue un cuestionario (tipo Likert), con escalas de

actitudes, a los fines de encontrar respuestas a las preguntas de investigación previamente planteadas. Se evaluó con el software SPSS, obteniendo así los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, datos estadísticos y coeficiente alfa.

El número total de encuestas fue  $N= 51$ . El valor medio de las alternativas de respuesta, es:  $(1 + 2 + 3 + 4 + 5) / 5 = 3$ .

En función de cada pregunta de investigación se realizó el siguiente análisis:

**Pregunta A:**

¿Cómo influyen en la enseñanza y el aprendizaje, los TP realizados con un software de simulación? ¿Qué efectos causan los programas de simulación en lo que hace a motivar al alumno a aprender a resolver los circuitos analizados en las clases teóricas?

Las respuestas variaron en el rango de 2 a 5, con promedios entre 4,27 y 4,37, los cuales son muy altos considerando que el promedio es 3 (para las distintas alternativas de respuesta).

**Pregunta B:**

¿Cuánto pueden contribuir a que se reafirmen los conceptos teóricos y la comprensión del funcionamiento del circuito? ¿Le hace sentir la seguridad de quien ha explorado un tema acabadamente, especialmente con la posibilidad de variar arbitrariamente los valores de los componentes?

Las respuestas variaron en el rango de 3 a 5 para B1 y B2, y 1 a 5 para B3. Los promedios oscilan entre 4,10 y 4,41, los cuales nuevamente son altos.

**Pregunta C:**

¿Hasta qué punto le permiten verificar las soluciones analíticas?

Las respuestas variaron en el rango de 3 a 5, con promedios entre 4,39 y 4,47 (muy altos).

**Pregunta D:**

Dado que el alumno puede inventar circuitos y experimenta con ellos ¿hasta qué punto favorece la creatividad?

Las respuestas variaron en el rango de 2 a 5, con promedios entre 4,16 y 4,63 (muy altos).

**Pregunta E:**

¿Hasta qué punto contribuyen a reemplazar un aprendizaje memorístico por aprendizaje significativo?

Las respuestas variaron en el rango de 2 a 5, con promedios entre 4,10 y 4,14, menores que los otros, pero igualmente altos.

**Pregunta F:**

¿En qué momento conviene aplicar estos métodos, antes y/o después de los trabajos de laboratorio?

En esta pregunta se trató de evaluar a través de la proposición: “el practicar métodos de simulación, marca un antes y un después en lo que hace a mis posibilidades de analizar el funcionamiento y operación de circuitos”.

Las respuestas variaron en el rango de 1 a 5, con un promedio 4,00. Se considera que el alumno interpretó en general que los métodos de simulación marcan un cambio en cuanto a sus posibilidades de analizar circuitos. La lectura que puede hacerse entonces de la pregunta de investigación es que convendría que la práctica con los circuitos de simulación se realice antes de la actividad práctica, para así poder obtener un mayor aprovechamiento de la misma.

### **Pregunta G:**

¿Es deseable estructurar otras actividades prácticas utilizando métodos de simulación?

Las respuestas variaron en el rango de 1 a 5, con promedios entre 4,16 y 4,22.

### **APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LA TOMA DE DECISIONES**

En relación a las preguntas que se plantearon en la investigación:

Los TP realizados con software de simulación contribuyen poderosamente a afianzar los conocimientos. En las evaluaciones se observa un aprendizaje similar al del TPR, al menos cuando se evalúan conceptos y aspectos relacionados con el conexionado, o aspectos teóricos. Obviamente hay otros aspectos prácticos, vinculados con la operatoria que solo se consiguen en el laboratorio real. En las encuestas, se observa que despierta en los alumnos la sensación de disponer de un “laboratorio”. Los métodos de simulación son una herramienta que bien usada, permite expandir la imaginación (las “aventuras del pensamiento”), superar las limitaciones de la realidad física, ampliando las posibilidades de aprender.

En cuanto a los efectos que causan los programas de simulación, en lo que hace a motivar al alumno a aprender a resolver los circuitos analizados en las clases teóricas, los alumnos se han mostrado muy receptivos e interesados en este software, manifestando decididamente en las encuestas, que los ha motivado al aprendizaje.

Según las evaluaciones, los TPV contribuyeron a darles una comprensión acabada de los conceptos, casi en el mismo grado que el TPR, como también el “construir” y operar el circuito en la pantalla, ayuda a que el alumno se familiarice con el mismo, se sienta seguro.

A veces, conceptos o leyes que se presentan en forma abstracta, dejan dudas en cuanto a su aplicación, en cuanto a las soluciones analíticas. El programa le da la posibilidad de verificar prácticamente las mismas.

Dado que el alumno puede inventar circuitos y experimenta con ellos, el programa le brinda la flexibilidad y oportunidades, que son difíciles de lograr en la práctica con el equipamiento real, sin costo ni peligros.

Por lo analizado, el uso de métodos de simulación facilita el aprendizaje significativo por descubrimiento, desplazando al aprendizaje memorístico.

De lo analizado, conviene realizar las actividades virtuales en forma coordinada, después de las clases en las que se explica teoría y se realizan problemas, y antes de los TPR.



Los beneficios que se obtienen de las experiencias virtuales dependen siempre de la habilidad y conocimientos con que el docente prepare las mismas. También en ellas, el docente juega un rol fundamental.

Se considera que las experiencias realizadas tienen “validez externa”, en cuanto a que pueden extrapolarse los resultados a otras asignaturas, de la misma u otras carreras, que compartan contenidos y metodologías.

Los resultados alcanzados en la investigación pretenden ser un aporte en la toma de decisiones de propuestas curriculares, didácticas o de capacitación que tengan en cuenta los métodos de simulación, aplicados a contenidos concretos. Surge que la simulación merece seguir siendo investigada, e intensificar su aplicación, como un recurso excelente para complementar la enseñanza, haciendo de “puente” entre clases en el aula y clases en laboratorio.

#### **APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LOS TEMAS DE LA REGIÓN.**

Su utilización implica:

- a) un paliativo a problemas de características regionales: la falta de recursos económicos que enfrentan las universidades, impide contar con grandes conjuntos de equipos y laboratorios, que estén disponibles para cada alumno para la práctica personal.
- b) una solución a problemas relacionados con la seguridad personal y el cuidado, contraste o calibración de los equipos (esto último también tiene connotaciones económicas): muchos circuitos eléctricos son peligrosos si no se arman u operan correctamente. Pueden generar accidentes (entendiendo por tales, los eventos que causan daños a personas), o incidentes (eventos que solo provocan daños o destrucción del instrumental y/o instalaciones).

FIN DEL TRABAJO

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZUGARAY, G. E., CARRERI, R. A., CAPELARI, M.. “La potencialidad didáctica de los materiales curriculares: categorías para evaluar la incorporación de software en la enseñanza de las Ciencias Experimentales “. *Revista Científica del Instituto Latinoamericano de Investigación (ILIE)*. Revista formato electrónico [www.cognición.net](http://www.cognición.net) ISSN 1850-1974, 2006

ALZUGARAY, G. E., CARRERI, R. A., MARINO, L. “Los trabajos prácticos en física desde la perspectiva de los alumnos: una exploración multidimensional”. *V Congreso Argentino de enseñanza de la ingeniería 2006*. Mendoza, Argentina: VCAEDI 2006, 2006.

ARANAZ, Magdalena: “*SPSS para Windows. Análisis estadístico*”. Ed. Osborne Mac Graw-Hill, Madrid, 2001.

AUSUBEL, David, et al.: “*Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*”. Seg. Edición. Ed. Trillas, México, 1997.

BABBIE, E.: “*The practice of social research*”. 2da. Ed. Wadsworth, Belmont, 1979.

BLANCO, Neligia y ALVARADO, María: “Escala de actitud hacia el proceso de investigación científico social”. *Revista de ciencias sociales*, Vol XI, N° 3, Septiembre – Diciembre 2005, pp. 537-544.

BUNGE, M.: “*La investigación científica*”. Ariel, Barcelona, 1976.

BURBULES, Nicholas y CALLISTER, Thomas: “*Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*”. Ed. Granica, Barcelona, 2001.

CAMPANELLA, E., et al.: “Simuladores de proceso en la enseñanza de las ingenierías”. *Experiencias docentes en ingeniería*, 2006, pp. 897-939.

CARRETERO, Mario: “*Constructivismo y educación*”.: Ed. Aique, Buenos Aires, 1993.

DANKHE, G.: “Investigación y comunicación”. Ed. Mc Graw Hill, México, 1989.

ESPINOSA GARCÍA, J. y ROMÁN GALÁN, T.: “La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semántico”. *Enseñanza de las ciencias*, 1998,16 (3), 477-484.

FIGUEROA, ,C. y MARTÍNEZ, H.: “El uso del laboratorio en la enseñanza de la Física Básica: una alternativa para mejorar la retención de los alumnos”. *Experiencias docentes en ingeniería*, 2006, pp. 651-657.

GIL PEREZ, et al.: “El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos”. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 131-146. 1988.

- GIL PÉREZ, D.: "Contribución de la historia y filosofía de la ciencia al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación". *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 1993.
- GIL PÉREZ, Daniel; VALDÉS CASTRO, P.: "La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo". *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 155-163, 1996.
- HACKING, I.: "Experimentation and Scientific Realism", *Philosophical Topics*, 13, pp. 154-172, 1982.
- HANSON, N.: "*Patterns of discovery*". University Press, Cambridge, 1958.
- IZQUIERDO, et al.: "Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales". *Enseñanza de las ciencias*, 1999,17 (1), 45-59.
- LAZAROWITZ R. y TAMIR P.: "Research on using laboratory instruction in science", in D. L. Gabel. (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 94-130). Macmillan, New- Cork, 1994.
- LEÓN Y MONTERO: "*Diseño de Investigaciones*". 2da ed. Mac Graw Hill, México, 1997.
- LITWIN, Edith: "*Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior.*" Ed. Paidós, Buenos Aires, 1997.
- LITWIN, Edith, et al.: "*Enseñanza e innovaciones en las aulas para el nuevo siglo*". Ed. El ateneo, Buenos Aires, 1998.
- LIZASOAIN, Luis y JOARISTI, Luis: "*SPSS para Windows*". Ed. Paraninfo, Madrid, 1995.
- LUNETTA, V.N.: "The school science laboratory: historical perspectives and centers for contemporary teaching", In P. Fensham (Ed.). *Developments and dilemmas in science education (pp 169-188)*. Falmer Press, London, 1998.
- MAIZTEGUI, A, et al: "*Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada*". Academia, La Habana, 2002.
- PERALES PALACIOS, Francisco y CAÑAL DE LEON, Pedro: "*Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias.*" Editorial Marfil, S.A., Alcoy, España, 2000.
- PERKINS, David: "*La escuela inteligente*". Ed. Gedisa, Barcelona, 1997.
- POZO, J. et al.: "*La solución de problemas*". Ed. Santillana S.A, Madrid, 1994.
- POZO, Juan: "*Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*". Ed. Aprendizaje, Visor, Madrid, 1994.
- POZO, Juan: "*Teorías cognitivas del aprendizaje*". Morata, Madrid, 1997.

RIVIERE, Angel: "*La psicología de Vygotski*". Ed. Aprendizaje, Visor, Madrid, 1988.

SALINAS, J.: "Tópicos de electrostática a nivel universitario básico: factores subyacentes a las incomprensiones de los estudiantes". *Enseñanza de las ciencias* número extra V congreso 215-216, 1998.

SAMPIERI, Roberto et. al.: "*Metodología de la investigación*". Segunda edición. Ed. McGraw-Hill, Méjico, 1998.

SAMAJA, Juan: "*Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*". Ed. EUDEBA, Buenos Aires, 1993.

SANTOS GUERRA, Miguel: "*Hacer visible lo cotidiano*". Akal, Madrid, 1996.

SPAGNI, Beatriz: "*Técnicas estadísticas aplicadas en la investigación con empleo del software específico S.P.S.S.*". Material del curso dictado en UTN, Regional Santa Fe, 2007.

FIN DEL DOCUMENTO