

## **Resolución de problemas abiertos e integradores, tics y software de simulación.**

**Autor/es:** CÁMARA, Edgardo [ecamara1950@yahoo.com.ar](mailto:ecamara1950@yahoo.com.ar)

ALZUGARAY, Gloria

**Institución de procedencia:** GIEDI (Grupo de investigación en la enseñanza de la ingeniería). Facultad Regional Santa Fe de la Univ. Tecnológica Nacional

**Eje temático:** Diseños metodológicos de la investigación educativa desde enfoques cuali-cuantitativos

**Palabras clave:** problemas abiertos integradores simulación

### **Abstract**

La necesidad que la enseñanza de la ingeniería, en particular de las asignaturas relacionadas con Física y Electrotecnia, en la carrera de Ing. Electricista, conlleve por un lado a un aprendizaje significativo, y contribuya también a motivar al alumno, y estimular su creatividad, llevó a iniciar una investigación para evaluar distintas estrategias didácticas en lo que hace a la resolución de problemas, incluyendo las técnicas de simulación y el uso general de la computadora personal.

En particular, el software de simulación, permite contar al alumno con un “laboratorio virtual” para experimentación. Si se considera que, en nuestro país, la gran mayoría de los estudiantes universitarios cuenta en nuestros días con computadora personal o las universidades les proveen el acceso a las mismas en bibliotecas o aulas especiales, se considera que este es un medio adecuado para intermediar entre actividades tales como problemas de resolución áulica, y trabajos prácticos de laboratorio.

Teniendo en cuenta los objetivos mencionados (aprendizaje significativo, motivación, creatividad), se realiza un estudio del marco teórico, analizando las posibilidades de realizar innovaciones en la actual metodología de enseñanza. En lo que hace a la resolución de problemas, se presta especial atención a problemas abiertos y problemas integradores.

Dado el estado actual de la enseñanza en la región, en el que al docente universitario aún no se le ha brindado masivamente, ni se le demanda, formación en didáctica, se estima que solamente con pocas mejoras que se introduzcan, pueden lograrse avances significativos, tal la experiencia de otros países.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo general es mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en las carreras de Ingeniería Eléctrica, en particular en las asignaturas cuyos contenidos se relacionan con las leyes físicas que describen los fenómenos eléctricos. Para ello se enfoca el análisis en tres aspectos que son: el aprendizaje significativo, la motivación y la creatividad, constituyéndose así en objetivos específicos. De la experiencia personal por un lado, y del compartir entre docentes, se ha observado que es necesario, conveniente, actuar para solucionar lo que se consideran problemas inherentes al proceso de enseñanza – aprendizaje (y esto se considera un supuesto, no es un objetivo de la investigación). De hecho que aunque la magnitud de estos problemas pueda variar de una universidad o región a otra, y aún cuando algunos docentes puedan considerar que en sus asignaturas no representan “un problema”, los avances que se puedan realizar en estos aspectos redundarán siempre favorablemente en pro de la excelencia educativa.

En lo que respecta al aprendizaje significativo, en función de lo que ya se ha investigado y experimentado, se analizan cuales serían las estrategias más convenientes a aplicar por el docente (cómo presentar los contenidos, su relación con conocimientos preexistentes, y el hacer que el alumno “re-descubra” relaciones o cuestiones relacionadas con lo conceptual).

En relación a la motivación, se analiza su relación con los valores, considerados como causa o “motivo” de todo lo que hacemos. Sin que la forma de hacerlo sea original, no es frecuente de observar en el mundo de la educación, aunque ha sido y es explotada para fines tales como publicidad, ventas (el “consumismo”), el mundo de la política. Por el contrario, en el caso de la enseñanza, el uso adecuado de técnicas basadas en este tipo de análisis, con el solo de fin de mejorar el aprendizaje, es inobjetable desde un punto de vista ético.

Si bien la creatividad es importante en cualquier actividad, para un ingeniero es siempre altamente deseable, especialmente en especialidades ligadas a la innovación y el desarrollo.

Del análisis de estos tres aspectos, se infiere la conveniencia de usar determinadas estrategias didácticas, software de simulación, y la realización de problemas abiertos e integradores, con el apoyo de recursos informáticos. La hipótesis es entonces que el uso de estrategias didácticas que apunten a acrecentar el aprendizaje significativo, la motivación y la creatividad, y metodologías basadas en resolución de problemas abiertos y/o integradores, usando los nuevos recursos que brinda la informática, pueden permitir grandes avances en cuanto a calidad de aprendizaje se refiere, y en las carreras de ingeniería eléctrica en nuestra

región, hoy. Muchos criterios, conceptos y estrategias se puede encontrar que son de aplicación general, aunque la investigación se circunscribe al ámbito mencionado.

## **REFERENTES TEÓRICOS-CONCEPTUALES**

Se abordarán concretamente los tres aspectos mencionados.

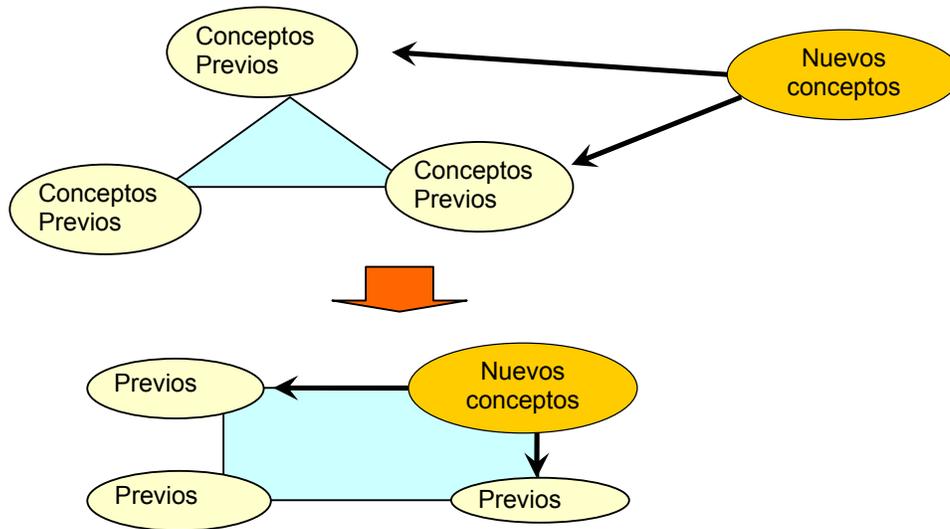
### **Aprendizaje significativo.**

Se toma 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, p. 210). Centraremos nuestra atención entonces sobre esta instrucción formalmente establecida y la manera de presentarla en el ámbito restringido de la enseñanza de las leyes de la electricidad a nivel universitario.

El concepto central de la teoría de Ausubel es el de **aprendizaje significativo**: un proceso a través del cual una nueva información se relaciona con un aspecto relevante de la estructura de conocimiento preexistente. 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 comprende mejor su significado y se vuelve más estable. 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).

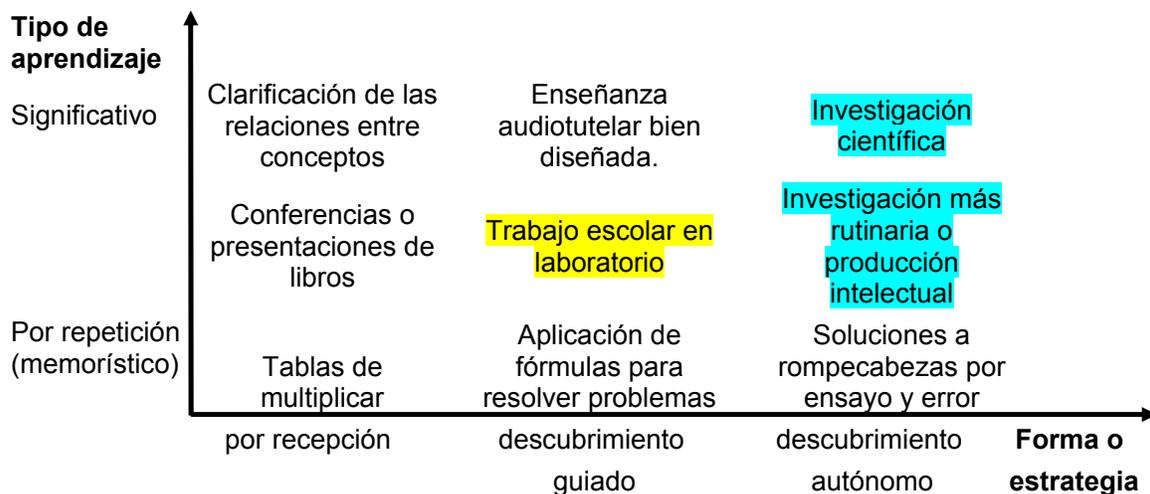
En función de ello, la estrategia didáctica a adoptar debería ser aquella capaz de brindar una enseñanza orientada o preparada para que sea fácilmente internalizada por un alumno activo, creando el entorno que conduzca a un aprendizaje significativo. No se trata de “hacer conocimiento” en un alumno pasivo. 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 (si corresponde) la estructura cognitiva original, y ayudando al alumno a relacionar los nuevos conceptos con todos los conceptos previos posibles, tejiendo una red que los retiene en su mente.



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

Siguiendo a Ausubel, el gráfico 1, del tipo “x,y” relaciona distintos tipos de aprendizaje, en función de las formas de enseñanza, valorando las mismas en función de lo que teoría y experiencia han mostrado:



**Gráfico 1:** tipos de aprendizaje en relación a la enseñanza (Pozo, 1997, p. 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 entonces 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). Esto adiciona otro criterio a tener en cuenta por el docente: el desafío de pasar de una clase expositiva, a una clase donde se trate que el alumno “descubra”, aprenda a pensar y a desarrollar su capacidad de hacer un análisis crítico.

En lo que hace a las actividades prácticas en asignaturas de ingeniería eléctrica, (como también en cursos de capacitación), las mismas no se prestan a que el alumno realice aprendizaje por descubrimiento guiado. Normalmente 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.

### **Las técnicas de simulación.**

Respecto al software y los métodos de simulación, resumidamente podemos decir que los programas de simulación siguieron la evolución del software en general, haciéndose más “amigables”, permitiendo que se “construyan” esquemas virtuales (circuitos virtuales, en nuestro caso), simplemente manipulando íconos que representan partes componentes de un sistema. En el caso particular de los circuitos eléctricos, se simulan en un laboratorio virtual, en una pantalla de computadora. El programa, permite disponer de instrumentos de medida o control, y componentes tipo (resistencias, capacitores, inductancias, etc...), variando a voluntad sus valores, como también condiciones ambientales (temperatura, etc). En esta investigación, por el carácter de la misma, los resultados son independientes del software que se utilice, y de hecho existe una gran variedad de programas, algunos como software libre.

Así, las computadoras personales (PC), con los variados softwares que se han desarrollado, tienen en sí mismas un gran potencial para complementar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, a fines de permitir al alumno experimentar libremente y sin riesgos personales, acercándonos más al aprendizaje por descubrimiento.

### Relación entre valores individuales y motivación.

En la tarea docente se hace conveniente incorporar algunos conceptos que nos brinda la psicología: que los valores son la esencia de la naturaleza humana, y también, en forma concreta y práctica, son la causa que motiva todas nuestras acciones. Puede decirse que valor es aquello que es el objeto de un deseo o un miedo, y el deseo es lo que “motiva” a buscar el valor. Nada de lo que hacemos es por casualidad, y es por ello que tanto el estudio como el aprendizaje están directamente vinculados con el conjunto de los deseos, la “red” formada por los valores y las interrelaciones que entre los mismos alberga nuestra mente (sin que necesariamente se tome conciencia de ello). Un valor puede ser un medio para conseguir otro valor o valores, y así estructuramos en nuestra mente, verdaderas “cadenas” y “redes”.

Cuando el siglo pasado se desarrolla la psicología como ciencia, y paralelamente los medios de comunicación, nace la publicidad, y es ella una de las primeras en aprovechar los nuevos conocimientos sobre la conducta humana. Investigaciones realizadas en universidades de E.E.U.U., mostraban estadísticamente que en la sociedad, entre los valores más buscados estaban los que respondían a deseos relacionados directa o indirectamente con el sexo y el dinero. Quienes hacían publicidad comenzaron a especular (y realizar una verdadera manipulación con los valores y deseos de los posibles consumidores). Por ejemplo, al observar estadísticamente que los automóviles son adquiridos mayoritariamente por masculinos adultos, en la publicidad se muestra el automóvil como medio de atraer la atención de la mujer, incorporando el automóvil como un “eslabón más” en la cadena de valores que se sabe está presente. Esto es lo que se denominó “el consumismo”, criticable desde el punto de vista de la manipulación que hace el vendedor del consumidor (fig. 2).

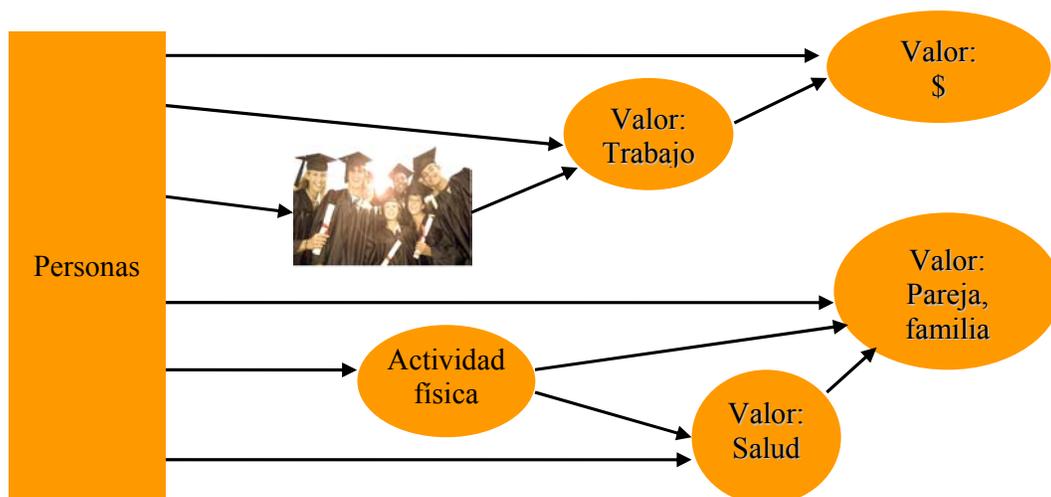


Fig. 2: Cadenas de valores.

Pero la estrategia de utilizar el conocimiento de esas redes o estructuras de valores, para “vender” conocimientos a los alumnos, mostrando, destacando que los contenidos que se enseñan forman parte de esas cadenas de valores preexistentes, pasa entonces a ser algo deseable y necesario en el educador. Así, por ejemplo, si el alumno tiene como un valor la salud, el profesor de química al hablar del aluminio, puede comentar que el uso de vajilla de aluminio lleva a incorporar en los alimentos cocinados en ellos, una concentración de cationes de aluminio superior a la máxima que determina la Organización Mundial de la Salud. Muy probablemente el alumno incorpore este conocimiento, asociado a la formación de cationes, y lo recuerde de por vida. Ha habido experiencias personales en este sentido, de haber leído cuestiones que tienen que ver con las actividades de todos los días, y que se quedaron para siempre en la mente: la motivación era muy fuerte.

### **La resolución de problemas.**

Las conclusiones de distintos autores (Pozo 2004; Barell, 1999), convergen en que uno de los caminos más simples para que el alumno aprenda a aprender es la resolución de problemas, y en este aspecto vale la pena hacer la distinción entre “problemas”, como “una situación que un individuo o grupo quiere o necesita resolver, y para lo cual no dispone de un camino rápido y directo que le lleve a la solución” (Lester, 1983), por un lado, y “ejercicios”, por el otro, en los que disponemos y utilizamos mecanismos que nos llevan de forma inmediata a la solución. Asimismo se deben plantear situaciones abiertas que demanden esfuerzo y actitudes activas, fomentando el dominio de procedimientos, y la utilización de lo aprendido en la exposición teórica. Se activarán así en el alumno diversos tipos de conocimiento, de diferentes procedimientos, aumentando la motivación. La idea es entonces socializar estos conocimientos y ayudar a los docentes a encontrar sus propias respuestas o soluciones.

Las obras citadas de Barell y Pozo, fueron tomadas como referentes, y lo que brevemente se expone a continuación esta en consonancia con ellas.

**Aspectos y etapas a tener en cuenta para favorecer un aprendizaje** (o mini – investigaciones incluso) **basado en problemas (ABP):**

**A) La importancia del medio:** el docente debe comportarse y ser visto como un modelo por sus alumnos, creando un clima de respeto. Saber hacer preguntas, y en las respuestas cuidar tanto los contenidos como las formas. Reconocer sus limitaciones, sin mostrarse como “perfecto”. Esto, lejos de ser un “detalle menor” es indispensable para que los alumnos se predispongan y motiven para un ABP. Son importantes en este sentido las

relaciones: trabajo en equipo, participación, evitando un clima de competencia e individualismo (Pérez Lindo en Carabús, Olga, 2004).

**B) La motivación** para explorar, investigar lo que se plantea a través de un problema, ayudando al alumno en los primeros pasos. Debe lograrse la comprensión del problema, identificar lo conocido y lo desconocido. En esta etapa pueden utilizarse estrategias como introducir elementos sorprendentes, y el insertar los problemas en las cadenas de valores del alumno.

**C) Una etapa de trabajo compartido de investigación**, donde el alumno investiga ya en parte por su cuenta.

**D) Una etapa posterior en que se deje que el educando continúe solo.**

**E) Finalmente la evaluación:** dado que cualquier situación problemática puede dar lugar a ideas, interpretaciones y puntos de vista diferentes, es importante más allá de la comprensión y del resultado, los procesos seguidos, cada una de sus fases y las habilidades puestas de manifiesto. Aunque el docente debe estar siempre atento para evaluar actitudes y expresiones del alumno que tiene delante, la evaluación final puede realizarse a través de la exposición y el debate.

Para las etapas B, C, D, podemos decir que una vez comprendido el problema, existen **distintas estrategias y heurísticos** para resolverlos (Pozo, 2004; Polya, 1945). En particular para los problemas de ingeniería:

**Planteo:** reconocer cuales son los datos y cuales las incógnitas, pasando del lenguaje coloquial al “lenguaje matemático”, expresándolos en forma ordenada y tratando de ir desde lo conocido a lo desconocido, relacionando las variables a través de las leyes conocidas. Siempre que no se trate de un problema abstracto, realizar una representación (dibujo). También son importantes los esquemas. Reflexionar acerca de aquellos aspectos que pueden no entenderse totalmente o estar expresados de forma ambigua.

**Concebir un plan:** en base a problemas similares, yendo de lo conocido a lo desconocido, dividiendo el problema en sub-problemas, y estableciendo sub-metas. En esta etapa, es necesario asegurarse de la validez de lo que se hace: por ejemplo, el superponer (principio de superposición), o si los efectos son proporcionales a las causas (linealidad).

**Resolver el problema.**

**Analizar la solución que se obtenga, verificar** si responde a lo planteado, si algunos valores matemáticos deben desecharse por una imposibilidad física. Retornar al “lenguaje coloquial” para expresar resultados y conclusiones.

En relación a los problemas pueden clasificarse en **cerrados** (más bien ejercicios, aunque esto es relativo: lo que para un alumno puede ser un mero ejercicio, para otro puede representar un problema), **semiabiertos y abiertos**. Estos últimos son los que más incentivan el pensamiento hipotético deductivo, promueven la reflexión y el meta-conocimiento (toma de conciencia sobre los propios conocimientos). En este aspecto es donde el docente juega un rol fundamental, y es quien puede aportar técnicas, destrezas o algoritmos inherentes a los contenidos de su asignatura. Un desafío del docente es el de convertir algunos problemas cerrados en problemas abiertos, existiendo para ello distintos recursos (Pozo, 2004, p. 207).

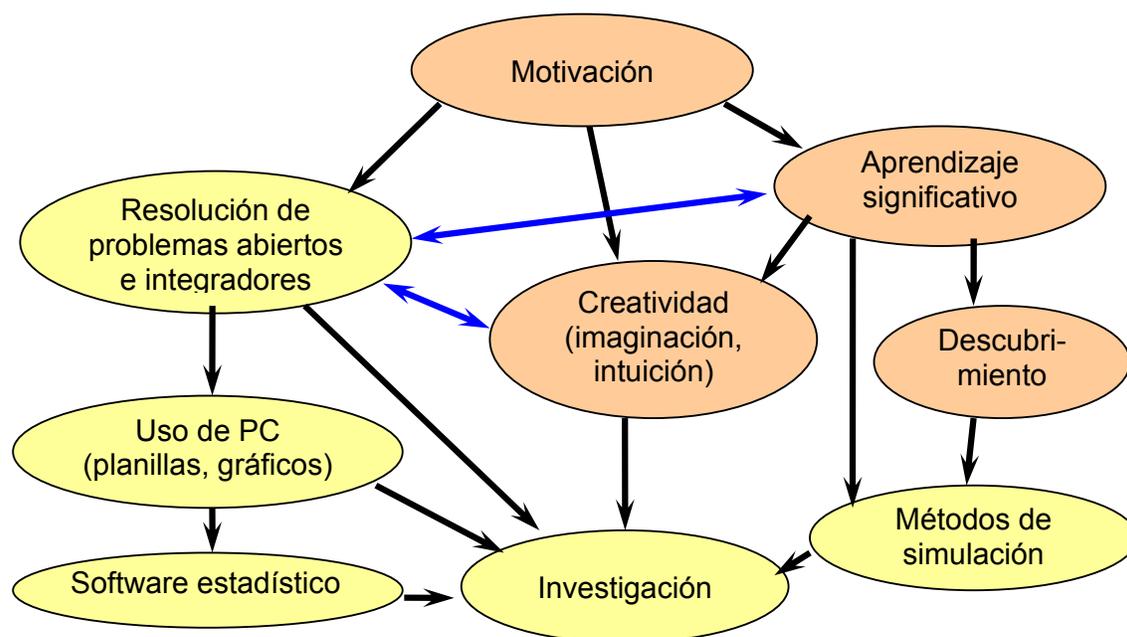
En relación a los problemas, hace al aprendizaje significativo y a la interrelación de los distintos contenidos, el planteo de problemas denominados “integradores”, por implicar su resolución conocimientos vinculados con distintos temas que el alumno ha aprendido, y ayudando a establecer nuevas interrelaciones con ellos (fig. 1).

### **La creatividad**

Entendemos por “creatividad” la capacidad de producir cosas nuevas, de hacer o de dar ser a situaciones u objetos inexistentes o desconocidos previamente, pues **crear** significa hacer existir, dar vida, establecer o fundar alguna cosa (Gonzalez Oliver en Carabús, Olga, 2004). Si bien la creatividad es un concepto teórico y por ello no observable, lo que sí se puede constatar es la actitud activa del individuo en el aprendizaje, en la formulación de respuestas o invenciones. Esta actitud activa es una clave importante de los aprendizajes, tal como lo proclama el constructivismo y la epistemología genética de Piaget (Pérez Lindo en Carabús, Olga, 2004). Para transponer hábitos de pensamiento, se hace necesario el repensar, reformular continuamente el saber ya alcanzado. Al igual que con la motivación (y la creatividad es en parte consecuencia de ella), es importante la actitud que el docente genera y el entorno que crea en el aula, el estimular valores relacionados con la socialidad y la participación. Ante la pregunta de cómo puede desarrollarse la creatividad, surgen como respuestas el favorecer la intuición, la imaginación, la motivación, y para ello es necesario apartarse del conocimiento basado en la repetición memorística, acercándose al aprendizaje significativo. Una manera de favorecer la creatividad es la resolución de **problemas abiertos y/o integradores**.

Lo expuesto acerca de la motivación, creatividad, imaginación, ha implicado a los investigadores el adentrarse en el campo de la psicología. Experiencias realizadas (Scaglia en Carabús, Olga, 2004), muestran que se han realizado evaluaciones de tipo cuantitativo utilizando la escala de Likert modificada para investigaciones con muestras menores a cien (cual es el caso nuestro).

En resumen, podemos visualizar lo expuesto en la figura 3, donde se puede observar la trama que puede tejerse en función de las cuestiones abordadas y su interrelación.



**Fig. 3:** Resumen de lo expuesto, mostrando interrelaciones entre aspectos que hacen al proceso enseñanza – aprendizaje (color naranja) y medios para su implementación (amarillo).

### ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

**La propuesta de intervención didáctica se desarrolló** tomando como base los presupuestos:

- La presentación de situaciones físicas bajo distintos formatos (textos expositivos, enunciados de problemas de lápiz y papel y simulaciones digitales) enfrenta al estudiante ante diferentes condiciones en las que se favorece la comprensión de los temas involucrados.
- El lenguaje tiene una función significativa que se manifiesta en el razonamiento y en los procesos inferenciales desarrollados por los estudiantes.
- La resolución de problemas, los trabajos prácticos y las simulaciones constituyen actividades que proveen información significativa para reconocer la conceptualización alcanzada por los estudiantes, permitiendo identificar cómo la misma les permite anticipar efectos y fines, planificar vías de solución y fundamentar sus acciones.

**La propuesta de intervención didáctica se organizó con los siguientes objetivos:**

- Orientar el proceso de aprendizaje de los estudiantes promoviendo el análisis de situaciones físicas de complejidad creciente.
- Promover el reconocimiento de los conceptos básicos sobre el tema cuyo significado físico va más allá de cuestiones matemáticas netas.

- Posibilitar la reflexión sobre las situaciones propuestas que dé sentido a su estudio (se busca la generación de condiciones que permitan llevar a los estudiantes a interrogarse sobre determinadas relaciones complejas).
- Orientar el análisis cualitativo sobre el problema a tratar, ayudando a plantear variables y a enunciar hipótesis fundamentadas en los conocimientos disponibles (se busca que el estudiante reconozca y explicita los significantes que emplea).
- Generar instancias de discusión entre los estudiantes para favorecer la reelaboración y la reestructuración de los conceptos que intervienen en las nociones del tema.
- Plantear estrategias que favorezcan la autorregulación del trabajo por los alumnos (las formulaciones de las situaciones problemáticas y los enunciados de problemas se exponen de modo que el estudiante vaya construyendo los conceptos con mayor nivel de abstracción, apoyándose unos en otros a través del lenguaje).
- Considerar las posibles perspectivas de los nuevos conocimientos elaborados (se busca que el estudiante se replantee el estudio con otros niveles de complejidad, con otros problemas derivados, etc.).
- Plantear estrategias para la integración de los nuevos conocimientos en un cuerpo coherente de conocimientos y las posibles aplicaciones a otros campos de conocimiento.

### **Organización de la propuesta de intervención didáctica**

En función de lo analizado en el marco teórico, y con los presupuestos y objetivos mencionados, se consideró realizar las siguientes actividades:

#### **A) divulgación y formación en la comunidad docente.**

Remarcando los beneficios, la potencialidad que adquiere una clase cuando la misma se planifica en función de ayudar a lograr que el aprendizaje sea significativo, de interesar o motivar al alumno, y estimular la creatividad. Debe haber en el docente que se ha interiorizado de las teorías cognitivas y aspectos psicológicos (como motivación y creatividad), una actitud permanente y especial, una forma distinta de relacionarse con el alumno, de evaluar, y de reaccionar frente a las distintas instancias que se dan en el aula. Aquellos docentes universitarios que no poseen formación en didáctica (en nuestro país hoy, la mayoría), reproducen la forma en que aprendieron, copiando, en el mejor de los casos, la manera en que les enseñaron sus mejores profesores. El transmitir y compartir estas metodologías entre los docentes, como actores irremplazables, llevó a realizar cursos destinados a ellos, y así se realizaron cursos sobre problemas abiertos, donde al final de los

mismos se proponía que cada docente realice el planteo de un problema abierto para su asignatura. También se realizó un curso sobre uso de software de simulación.

**B) experimentar aplicando métodos de simulación.**

Si bien se reconoce la importancia de este recurso, no se han encontrado muchas investigaciones didácticas realizadas en relación al mismo asociadas a teorías cognitivas. Así se realizó una investigación a los alumnos que cursaban la asignatura Electrotecnia II del tercer nivel de Ing. Eléctrica (en UTN Reg. Santa Fe), con las siguientes hipótesis causales de investigación, en relación a las correlaciones entre aprendizaje y 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. 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:

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

**Tabla 1:** actividades en las tres etapas.

**Resultados obtenidos en función de las actividades realizadas.**

**Cuestionario:** comenzó la investigación con un cuestionario, el que luego se repitió en los años siguientes. El mismo permitió determinar entre otras cosas, que el promedio de alumnos que posee PC se fue incrementando, a lo largo de los años, y en 2008, llegó al 100%. Esta conclusión es un factor muy importante, dado que determina que el alumno dispone del “laboratorio virtual” en su domicilio. Asimismo se determinó que el uso que hasta ese momento habían hecho de software de simulación era escaso.

**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, siendo variables independientes, en este caso, los trabajos prácticos reales: de laboratorio (TPR), y las actividades prácticas virtuales (TPV): con programas de simulación. Como variables dependientes de ellas, 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.

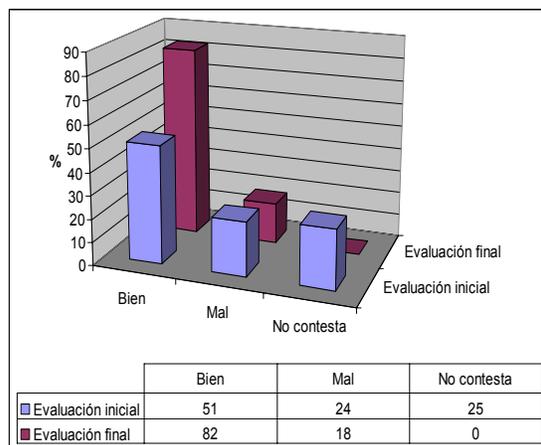
Se cuidó que el diseño cumpla con todos los requisitos de un experimento, a saber:

- La manipulación intencional de una o más variables independientes.
- Medición del efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente.
- El control o validez interna de la situación experimental.

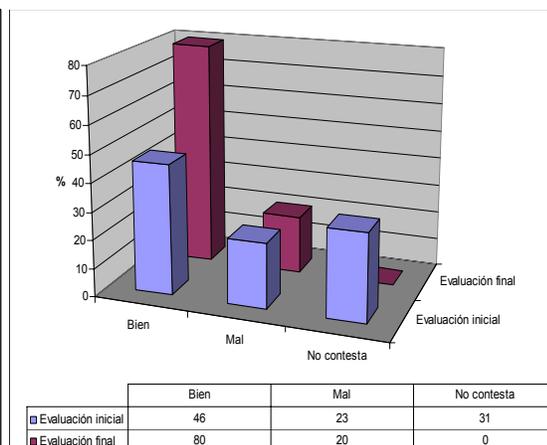
**Metodología en relación a la recolección de información a través de evaluaciones:**

Las evaluaciones, 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 entre 5 y 10 minutos.

Las conclusiones se resumen en las figuras 4 y 5. 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 4:** trabajo práctico real



**Figura 5:** trabajo práctico virtual

Al comienzo de cada actividad, el resultado de las evaluaciones iniciales es muy parecido en el TPR y en el TPV. En las evaluaciones finales se aprecia que el aprendizaje de

los conceptos sobre constantes de tiempo en circuitos RL y RC, resulta algo superior en el trabajo práctico real. En ambas actividades hubo un buen aprendizaje acerca de los circuitos y el conexionado.

**Estudio descriptivo:** Se realizó un estudio descriptivo, y el instrumento de investigación fue un cuestionario (tipo Likert), con escalas de actitudes. Se evaluó con el software SPSS, obteniendo así los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, datos estadísticos y coeficiente alfa.

El número de encuestas fue 51. El valor medio de alternativas de respuesta, es 3. Las respuestas variaron en el rango de 1 a 5, con promedio 4,00. El alumno interpretó que los métodos de simulación marcan un cambio en cuanto a sus posibilidades de analizar circuitos. La conclusión entonces es que convendría que los TPV se realicen antes de los TPR.

### **C) implementar problemas abiertos en clases.**

Tanto entre los autores del trabajo, como entre aquellos profesores que quieren adherir a la propuesta, se piensa organizar clases (teóricas, de resolución de problemas y de trabajos prácticos), con los momentos que se describen a continuación:

- **De iniciación** Destinado a la motivación de los estudiantes y, al mismo tiempo, a que activen los conocimientos previos necesarios para que actúen como subsumidores de los nuevos conceptos (Ausubel, 1997).
- **De desarrollo.** Comprende una secuencia de actividades seleccionadas para que trabajen en forma progresiva sobre diferentes tipos de situaciones, con la introducción de aspectos que atienden a dar significado a los nuevos contenidos y su formalización.
- **De síntesis y autoevaluación.** Estas actividades tienen por finalidad que los estudiantes observen, analicen y reflexionen acerca de su aprendizaje. Esta etapa ofrece información relevante para seguir la evolución del aprendizaje de conceptos.
- **De refuerzo y ampliación.** Para atender las características individuales en el aprendizaje.

Finalmente se piensa realizar, también en este caso y dado que las cohortes son reducidas, encuestas tipo Likert, para evaluar la actividad realizada.

En principio se trabajarán contenidos de las asignaturas “Teoría de los campos” y Electrotecnia II, como también en asignaturas de docentes que quieran adherir a la propuesta.

## **RESULTADOS ALCANZADOS**

### **Aportes del transmitir y compartir.**

Se considera positiva la experiencia realizada, y está previsto continuar con cursos sobre aprendizaje basado en problemas, apuntando a problemas integradores y problemas abiertos. Existe buena predisposición de las autoridades, ya que el dedicar tiempo a la resolución de problemas abiertos es una condición de CONEAU (150 horas) para acreditar carreras.

### **Aportes del software de simulación a la toma de decisiones y temas de la región.**

En relación a preguntas que se plantearon en la investigación:

Los TP realizados con software de simulación contribuyen poderosamente a afianzar los conocimientos. Obviamente hay aspectos prácticos, vinculados con la operatoria que solo se consiguen en el laboratorio real. Despiertan en los alumnos la sensación de disponer de un “laboratorio”. Permiten expandir la imaginación, superar limitaciones de la realidad física.

Crean interés en “armar” y resolver circuitos analizados en clases teóricas, los alumnos se han mostrado muy receptivos, manifestando que los han motivado al aprendizaje. Los TPV contribuyeron a darles una comprensión acabada de los conceptos, casi en el mismo grado que el TPR, como también a que el alumno se familiarice con los circuitos. Conceptos o leyes que pueden dejar dudas en cuanto a su aplicación, el programa da la posibilidad de verificar prácticamente las mismas. Dado que el alumno puede inventar circuitos y experimentar con ellos, brinda la flexibilidad y oportunidades, que son difíciles de lograr con el equipamiento real, sin costo ni peligros. El uso de métodos de simulación facilita el aprendizaje significativo por descubrimiento, desplazando al aprendizaje memorístico.

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.

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.

### **Aportes de la resolución de problemas**

Esta propuesta pretende, por un lado, ser un aporte a la investigación educativa en cuanto a la forma de implementar en algunas asignaturas de la carrera de Ingeniería Eléctrica, los conocimientos, criterios y estrategias que sobre resolución de problemas se han conocido o desarrollado y representan un aporte valioso a la enseñanza. Por otro lado, se considera que redundará en una mejora concreta del proceso de enseñanza aprendizaje.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alzugaray, G., Carreri, R., Capelari, M. (2006). *“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

Aranaz, M. (2001). "*SPSS para Windows. Análisis estadístico*". Ed. Osborne Mac Graw-Hill, Madrid, 2001.

Ausubel, D., Novak J. & Hanesian H. (1997). "*Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*". Seg. Edición. Ed. Trillas, México, 1997.

Barell, J. (1999). "*El aprendizaje basado en problemas. Un enfoque investigativo*". Manantial, Buenos Aires, 1999

Bunge, M. (1976). "*La investigación científica*". Ariel, Barcelona, 1976.

Burbules, N. & Callister, T. (2001). "*Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*". Ed. Granica, Barcelona, 2001.

Campanella, E., et al. (2006). "Simuladores de proceso en la enseñanza de las ingenierías". *Experiencias docentes en ingeniería*, 2006, pp. 897-939.

Carabus, O., Freiría J., Oliver A. & Scaglia M. (2004). "*Creatividad, actitudes y educación*". Biblos, Buenos Aires, 2004.

Carretero, M. (1993). "*Constructivismo y educación*". Ed. Aique, Buenos Aires, 1993.

Espinosa García, J. & Román Galán, T. (1998). "La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semántico". *Enseñanza de las ciencias*, 1998, 16 (3), 477-484.

Figuroa, C. & Martínez, H. (2006). "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 Pérez, D. et al. (1988). "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. & Valdés Castro, P. (1996). "La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo". *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 155-163, 1996.

Izquierdo, et al. (1999). "Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales". *Enseñanza de las ciencias*, 1999, 17 (1), 45-59.

Lazarowitz, R. & Tamir P. (1994). "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 York, 1994.

León O., & Montero I. (1997). "*Diseño de Investigaciones*". 2da ed. Mac Graw Hill, México, 1997.

- Lester, F. (1983). "Trends and issues in mathematical problem solving research". En Lesh R. & Landau M. (Eds.) *"Acquisition of mathematical concepts and processes"*. Academic Press, Nueva York, 1983.
- Litwin, E. (1997). *"Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior."* Ed. Paidós, Buenos Aires, 1997.
- Litwin, E., et al. (1998). *"Enseñanza e innovaciones en las aulas para el nuevo siglo"*. Ed. El ateneo, Buenos Aires, 1998.
- Lizasoain, L. & Joaristi, L. (1995). *"SPSS para Windows"*. Ed. Paraninfo, Madrid, 1995.
- Maiztegui, A, et al (2002). *"Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada"*. Academia, La Habana, 2002.
- Mayer, R. (1983). *"Pensamiento, resolución de problemas y cognición"*, Paidós, Barcelona, 1986.
- Perales Palacios, F. & Cañal De Leon, P. (2000). *"Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias."* Editorial Marfil, S.A., Alcoy, España, 2000.
- Perkins, D. (1997). *"La escuela inteligente"*. Ed. Gedisa, Barcelona, 1997.
- Polya J. (1945). "How to solve it", en Pozo, J. et al. (2004): *"La solución de problemas"*. Impresiones Sudamérica, Buenos Aires, 2004.
- Pozo, J., Puy M., Castillo J., Crespo M. & Angón Y. (2004). *"La solución de problemas"*. Impresiones Sudamérica, Buenos Aires, 2004.
- Pozo, J. (1994). *"Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal"*. Ed. Aprendizaje, Visor, Madrid, 1994.
- Pozo, J. (1997). *"Teorías cognitivas del aprendizaje"*. Morata, Madrid, 1997.
- Riviere, A. (1988). *"La psicología de Vygotski"*. Ed. Aprendizaje, Visor, Madrid, 1988.
- Salinas, J. (1998). "Tópicos de electrostática a nivel universitario básico: factores subyacentes a las incomprendiones de los estudiantes". *Enseñanza de las ciencias* número extra V congreso 215-216, 1998.
- Sampieri, R., Collado C. & Lucio P. (1998). *"Metodología de la investigación"*. Segunda edición. Ed. McGraw-Hill, Méjico, 1998.
- Samaja, J. (1993). *"Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica"*. Ed. EUDEBA, Buenos Aires, 1993.
- Santos Guerra, M. (1996). *"Hacer visible lo cotidiano"*. Akal, Madrid, 1996.
- Spagni, B. (2007). *"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