



Editorial de la Universidad
Tecnológica Nacional

**APRENDIZAJE COLABORATIVO CON SIMULACIONES
COMPUTACIONALES PARA LA FORMACIÓN DE BECARIOS
DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA**

Diego M. Ferreyra

Responsable del GISENER
(Grupo de Investigación sobre Energía)
Integrante del CIDEME
(Centro de Investigación, Desarrollo y Ensayo de Máquinas Eléctricas)
Facultad Regional San Francisco
Universidad Tecnológica Nacional

Trabajo presentado en:
I Jornada de Enseñanza de la Ingeniería. JEIN 2011
1 de setiembre 2011, Campus FRBA

ISBN 978-987-27897-1-8

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

© [Copyright] La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son *de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios*, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

APRENDIZAJE COLABORATIVO CON SIMULACIONES COMPUTACIONALES PARA LA FORMACIÓN DE BECARIOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

Diego M. Ferreyra

Responsable del GISENER (Grupo de Investigación sobre ENERGÍA)
Integrante del CIDEME (Centro de Investigación, Desarrollo y Ensayo de Máquinas Eléctricas)
Facultad Regional San Francisco
Universidad Tecnológica Nacional
Avenida de la Universidad 501 (CP 2400) San Francisco (Provincia de Córdoba) ARGENTINA
e-mail: dferreyra@frsfco.utn.edu.ar, web: <http://www.frsfco.utn.edu.ar/>

Resumen. *En este trabajo, se describe una actividad de formación desarrollada con un grupo reducido de estudiantes de Ingeniería Electromecánica en el ámbito de un grupo de investigación. Por lo general, para ciertas tareas de investigación, se suele convocar a estudiantes que estén cursando como mínimo asignaturas del cuarto nivel de la carrera, ya que se suele requerir de ellos el manejo de conocimientos distribuidos en asignaturas de diversos niveles de su carrera. A fin de intentar suplir esta suerte de limitación, para esta experiencia se convocó a un grupo de estudiantes del tercer nivel de la carrera. Se incentivó en ellos el aprendizaje colaborativo para cumplir un objetivo común, y se despertó su conciencia sobre el concepto de inteligencia repartida o cognición repartida. La experiencia giró en torno a simulaciones computacionales relativas a asignaturas neurálgicas para su formación profesional, que requirieron a su vez el manejo de conceptos analíticos correspondientes a asignaturas básicas. En sintonía con lo que afirman muchos autores, los resultados positivos obtenidos, que resultan tangibles por tratarse de archivos concretos de simulación computacional, sugieren lo ventajoso de la extrapolación de esta experiencia a otras instancias de la formación de ingenieros, como el aula y el laboratorio.*

Palabras clave: Aprendizaje colaborativo, Electrónica de potencia, Electrotecnia, Inteligencia repartida, Simulaciones computacionales

1. INTRODUCCIÓN

En la carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Tecnológica Nacional, Electrotecnia es una asignatura anual correspondiente al tercer año o nivel. Dados sus contenidos, para los estudiantes representa un hito fundamental en la incorporación de conocimientos y el desarrollo de habilidades analíticas en lo que respecta al área eléctrica de su carrera. De hecho, para el análisis de problemas eléctricos concretos de ingeniería como los que se comienzan a esbozar en asignaturas de niveles superiores, se requiere de los estudiantes la aplicación de diversos conceptos de Electrotecnia con cierta naturalidad. Sin embargo, la práctica demuestra que resulta difícil para los estudiantes adquirir en esa instancia destreza suficiente en los conceptos analíticos de Electrotecnia como para desenvolverse con bastante soltura ante el posterior planteo de problemas de aplicación. Correlativamente, en las asignaturas de índole eléctrica de niveles superiores, es habitual

que se implementen repastos para enfocar la atención de los estudiantes sobre los conceptos específicos de Electrotecnia que se requieren en cada caso concreto. Aunque estos repastos no siempre implican un problema, ya que es inherente al desarrollo normal de una asignatura el hecho de “enhebrar” asignaturas anteriores, en ocasiones suelen insumir un tiempo considerable.

A modo informativo, se enumeran a continuación las asignaturas de niveles superiores al tercero que requieren correlativamente de los contenidos de Electrotecnia:

- Máquinas Eléctricas (cuarto nivel);
- Mediciones Eléctricas (cuarto nivel);
- Electrónica Industrial (cuarto nivel);
- Redes de Distribución e Instalaciones (quinto nivel);
- Centrales y Sistemas de Transmisión (quinto nivel).

Los casos en que se hace ineludible un fortalecimiento suplementario importante en los temas de Electrotecnia pueden deberse a diversas cuestiones, tal vez relacionadas con la estructura de los planes de estudio, la selección de contenidos de las diversas asignaturas, a la formación previa de los estudiantes, o sus preferencias particulares. De hecho, la misma naturaleza dual de las incumbencias de Ingeniería Electromecánica puede resultar objeto de cuestionamiento, ya que en la carrera se combinan elementos de disciplinas tan amplias y dispares como la Mecánica y la Electricidad, además de Termodinámica, Química, Electrónica, así como aspectos de formación humanística y de gestión. Sin embargo, el análisis detallado de esta problemática excede el alcance de este trabajo, que se ciñe a aportar una propuesta para una instancia de formación específica de los estudiantes partiendo de la situación académica vigente.

En este sentido, el objetivo de este artículo es relatar la experiencia obtenida en la implementación de un esquema de trabajo destinado a motivar a los estudiantes para que, en un ámbito extraáulico específico como puede resultar un grupo de investigación, expandan algunas de sus habilidades específicas con la aplicación concreta de ciertos contenidos de Electrotecnia. Se explica una forma de trabajo desarrollada según las consideraciones vertidas en la literatura de referencia sobre pedagogía universitaria, especialmente la aplicable a ámbitos de formación de ingenieros [1, 4, 5]. Se presta para su implementación en equipos de trabajo de dos o tres estudiantes y puede replicarse con facilidad en ámbitos extraáulicos, inclusive en instancias áulicas o de laboratorio.

La motivación para generar el trabajo que aquí se describe surge de la experiencia obtenida en el ámbito de la asignatura Máquinas Eléctricas antes mencionada. De todos modos, por una necesidad específica del grupo GISENER donde se implementó la experiencia, se eligió un tema que se trata más explícitamente en la asignatura Electrónica Industrial.

2. OBJETIVOS

Los siguientes son los objetivos generales y particulares del presente trabajo:

2.1. Objetivos generales

- Compartir ideas para impulsar una mayor integración de contenidos de asignaturas de niveles iniciales de ingeniería con los de otras de niveles superiores.
- Relatar una experiencia para propiciar la aplicación del aprendizaje colaborativo de los estudiantes de ingeniería en diversos tipos de tareas académicas.

2.2. Objetivos particulares

- Proponer un formato de trabajo para facilitar la formación específica de estudiantes que ingresan relativamente temprano en su carrera como becarios a grupos de investigación.
- Desarrollar simulaciones en Wolfram Mathematica[®] para impulsar un uso más intensivo de herramientas de simulación en las asignaturas de la facultad.

3. METODOLOGÍA

3.1. Ámbito de trabajo y recursos

Este trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Electromecánica de la Facultad Regional San Francisco de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), en el marco de las actividades regulares del Grupo de Investigación sobre Energía (GISENER), de reciente creación en la facultad.

En la Figura 1, se muestra el espacio donde se desarrolló esta actividad, que cuenta con suficientes elementos didácticos (computadoras, pizarrón, pantalla de LCD, bancos, etc.). Para la implementación de las simulaciones desarrolladas, se utilizó el *software* Wolfram Mathematica[®] (© Wolfram Research, Inc.), que se encuentra disponible en este ámbito.



Figura 1. Laboratorio de Electromecánica de la facultad, donde se desarrolló el trabajo

Un encuentro adicional, posterior a los requeridos para completar la simulación, se realizó en el laboratorio del Centro de Investigación, Desarrollo y Ensayo de Máquinas Eléctricas (CIDEME), de la misma facultad. En esta instancia, los estudiantes pudieron realizar mediciones y comprobar en un circuito real la forma de onda de tensión que llegaron a describir en su simulación.

En la Figura 2, se muestra parte de las instalaciones donde se desarrollan habitualmente las actividades del grupo CIDEME.



Figura 2. Laboratorio del grupo CIDEME, donde se realizaron mediciones posteriores de comprobación

Adicionalmente, debe mencionarse la disponibilidad de bibliografía adecuada en la Biblioteca de la casa de estudios. Particularmente, el edificio de la Biblioteca se encuentra muy cerca físicamente del Laboratorio de Electromecánica donde se trabajó, lo cual resultó una ventaja natural, potenciada por el oportuno asesoramiento de las bibliotecarias a cargo.

3.2. Aspectos pedagógicos

Una de las premisas subyacentes en este trabajo es impulsar aspectos del constructivismo en las carreras de ingeniería como uno de los medios para mejorar el desempeño de los estudiantes en su estudio [4, 5]. Consecuentemente, se priorizó la elaboración de los análisis y de las simulaciones por los estudiantes mismos, que fueron descubriendo cada uno de los comandos requeridos del *software* para trazar los gráficos necesarios.

El docente que acompañó el proceso no estaba especializado en los detalles del *software* utilizado, con lo cual se dio una situación de cierta naturalidad en el descubrimiento conjunto de los diferentes pasos para la concreción de la graficación requerida. En otras palabras, se evitó de manera natural que el docente pudiera aportar atajos trascendentes en el camino de descubrimiento realizado por los estudiantes y, más allá de cumplir tareas de coordinación y guía, se sumó a cada búsqueda específica. En este aspecto, se replicó conscientemente el esquema de trabajo del ingeniero en el ámbito técnico profesional, donde la tarea es la que impone los tiempos y la dinámica de trabajo [2, 4].

Más allá de la diagramación de los objetivos por parte del docente, el desarrollo de este trabajo implicó sólo tres encuentros de unas tres horas cada uno. Se trabajó en equipos de dos o tres personas sin contar al docente, que realizaba una tarea de apoyo itinerante a cada uno de los equipos. Los equipos trabajaron en paralelo sobre cada uno de los desafíos en que se pudo dividir el problema completo, concretamente el descubrimiento de comandos y reglas de sintaxis para implementar cada una de las partes de la simulación.

Resulta valioso señalar que todos los equipos de trabajo fueron compartiendo resultados y nivelándose mutuamente para mantener equiparado su grado de avance en la resolución de la tarea planteada. Esta implementación de un aprendizaje colaborativo implicó para los estudiantes reconocer y aprovechar el potencial de un trabajo en equipo ordenado para adquirir conocimientos y resolver problemas [4].

Adicionalmente, se fomentó en los estudiantes el uso de bibliografía específica de apoyo

sobre el fenómeno descrito y sobre las particularidades del *software* de simulación [6, 7, 8, 9, 10], con la finalidad explícita de hacerles descubrir el potencial del concepto de inteligencia repartida. Cabe acotar que, como se analiza en la literatura [5], este término resulta más bien aplicable al hecho de que cada uno de los miembros del equipo contó con la disponibilidad de las capacidades y conocimientos de los demás. El término *cognición repartida* es más adecuado para describir de manera amplia el hecho de que los recursos y conocimientos requeridos para acceder a los conocimientos nuevos estaban distribuidos no sólo entre los participantes del equipo, sino también en la bibliografía de referencia, en la sección de ayuda del *software* utilizado, e inclusive en Internet.

En consonancia con todo lo antedicho, la tarea del docente consistió en lo siguiente:

- presentar conceptos clave transversales a las asignaturas integradas en el trabajo;
- plantear los objetivos, la tarea a realizar;
- guiar el funcionamiento interno de los equipos y las interacciones intergrupales;
- trabajar a la par de los estudiantes en el descubrimiento de las funciones y reglas necesarias del *software* de simulación para alcanzar los objetivos previstos.

3.3. Perfil de los estudiantes

La invitación a estos estudiantes se realizó de manera abierta entre cursantes del tercer nivel de Ingeniería Electromecánica. Dado que esta actividad se planteó como voluntaria y extracurricular, no se hizo obligatoria la asistencia, pero resulta interesante analizar la respuesta de los estudiantes ante tal convocatoria, todavía relativamente novedosa en una facultad relativamente pequeña, que aún se encuentra en plena expansión de sus actividades de Ciencia y Tecnología. Como se ve en la Tabla 1, de los seis estudiantes involucrados inicialmente, que respondieron afirmativamente a la invitación, se tuvo una asistencia dispar, que de todos modos no afectó significativamente el desarrollo global del trabajo gracias a la perseverancia en el modelo de trabajo grupal.

Estudiante	Día 1	Día 2	Día 3
A	X	X	X
B	-	X	-
C	X	X	-
D	X	-	X
E	-	X	X
F	X	-	-

Tabla 1. Asistencia de los estudiantes durante el desarrollo de la actividad

Pueden evaluarse adicionalmente algunos datos obtenidos de los estudiantes poco tiempo después de realizado este trabajo. Esta información, que se muestra en la Tabla 2, surge de una encuesta más amplia que se realiza regularmente al iniciar el cursado de la asignatura Máquinas Eléctricas, a modo de guía para la evaluación del aprendizaje durante el año. En esta encuesta, junto con otros datos relativos a su realidad laboral y académica, se solicita a los estudiantes indicar tres asignaturas de su preferencia.

Estudiante	Edad al 31/12/10	Asignaturas aprobadas a marzo de 2011	Asignaturas preferidas y nivel de la asignatura en la carrera						
			3°	2°	2°	2°	3°	3°	1°
			Electrotecnia	Física II	Estabilidad	Conocimientos de materiales	Mecánica y mecanismos	Tecnología mecánica	Representación Gráfica
A	22	19	X	X	X				
B	21	15	X		X	X			
C	21	24	X	X		X			
D	21	23	X	X			X		
E	24	19	X		X			X	
F	20	21		X	X				X

Tabla 2. Algunos datos del perfil de los estudiantes participantes

Con estos datos, no se pueden agregar conclusiones contundentes, ya que restaría hacer consideraciones individuales sobre cada estudiante que llevarían en muchos casos a valoraciones subjetivas, por ende difíciles de ponderar. Sin embargo, es clara la preferencia de la asignatura Electrotecnia en la mayoría de ellos, lo cual es esperable dado el perfil de la convocatoria, donde se los invitaba a trabajar en simulaciones en el área eléctrica.

Esta información cobra aún más sentido si se evalúa la continuidad de los estudiantes en el GISENER, donde se llevó a cabo la experiencia: a la fecha, durante 2011, los estudiantes identificados como A, B y C son los que se mantuvieron dentro del grupo de investigación, y los que en definitiva continuaron trabajando en la misma temática y con una modalidad muy similar a la que aquí se presenta. En los tres, se confirma la preferencia de la asignatura Electrotecnia, y en dos de ellos la preferencia de Física II, correlativa de aquélla, que aporta muchos elementos a la comprensión de los fenómenos eléctricos.

Es oportuno reiterar que, a medida que cada equipo de trabajo lograba implementar exitosamente cada una de las etapas propuestas, compartía los detalles con los demás. Esto, a pesar de que los equipos debieron armarse de maneras diferentes cada día debido a la asistencia dispar de sus integrantes. Esta cooperación se dio de manera natural, casi sin intervención explícita por parte del docente. Es evidente que la convocatoria abierta a la participación en el GISENER hizo que acudieran estudiantes con cierta afinidad previa desarrollada naturalmente en su paso común por otras instancias de la carrera. Sin embargo, resulta de interés destacar esta cooperación natural en sus interacciones.

La actividad descrita coincidió con la incorporación de nuevos becarios al GISENER en reemplazo de becarios que se alejaron de las actividades de investigación por involucrarse en actividades laborales propias de su especialidad, fuera del ámbito universitario. La inserción laboral temprana de los estudiantes avanzados de ingeniería implica un desafío para retenerlos en el ámbito de Ciencia y Tecnología. Esto potencia la importancia de que se pueda ganar tiempo en la incorporación de estudiantes de ingeniería a los grupos de investigación. En este caso, se redujo en un año (de cuarto a tercero) el nivel en curso de la carrera que se requería para la admisión de estudiantes en este grupo de investigación.

4. TAREA DESARROLLADA

En los tres encuentros en que se desarrolló esta actividad, se acompañó a los estudiantes para que incorporaran conceptos fundamentales del funcionamiento de un control de fase monofásico y graficaran la forma de onda correspondiente de tensión. Este dispositivo electrónico [6, 8] incluye una configuración tal que permite controlar la potencia eléctrica entregada a una carga manipulando de una manera particular la forma de onda de la tensión que se le entrega a dicha carga. En la Figura 3, se muestra un circuito esquemático y algunas formas de onda que describen el funcionamiento del dispositivo en cuestión.

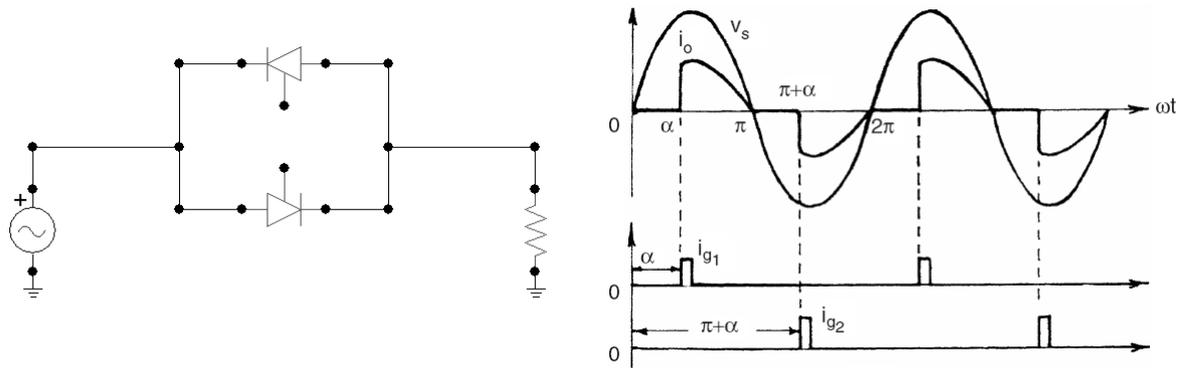


Figura 3. Esquema del circuito de potencia y formas de onda de un control de fase monofásico

Si bien los detalles adicionales del principio de funcionamiento de este dispositivo exceden el alcance del presente trabajo, cabe detallar algunas características de interés para prever su replicación. El análisis se acotó en esta instancia a una fuente ideal (es decir, sin impedancia interna), a un puente rectificador ideal (es decir, sin pérdidas) y a una carga puramente resistiva. De esta manera, el objetivo planteado se mantuvo alcanzable, y se cuenta con elementos adicionales para ir aumentando gradualmente la dificultad del análisis en tratamientos posteriores. Si bien se graficó sólo un semiciclo de onda de 50 Hz (correspondiente a un tiempo de 10 ms), el alcance puede extenderse fácilmente a tiempos mayores, es decir, incluyendo semiciclos adicionales.

En la Figura 4, se muestran cada una de las simulaciones parciales que los estudiantes fueron construyendo, siguiendo sólo la consigna global trazada desde el comienzo. Se destaca como sumamente valiosa la característica dinámica de la simulación final obtenida, ya que los estudiantes no sólo pudieron corroborar por sí mismos lo que estaban graficando, sino también manipular fácilmente uno de los parámetros fundamentales del funcionamiento del dispositivo, el ángulo de disparo, además de mostrar la variación de los valores medio y eficaz de la forma de onda obtenida.

Amén de las descripciones y los análisis pedagógicos que se hacen en el presente trabajo, resulta verdaderamente difícil explicitar con palabras el impactante efecto positivo y la satisfacción que se observa en los estudiantes cuando logran hacer que una simulación de este tipo funcione correctamente.

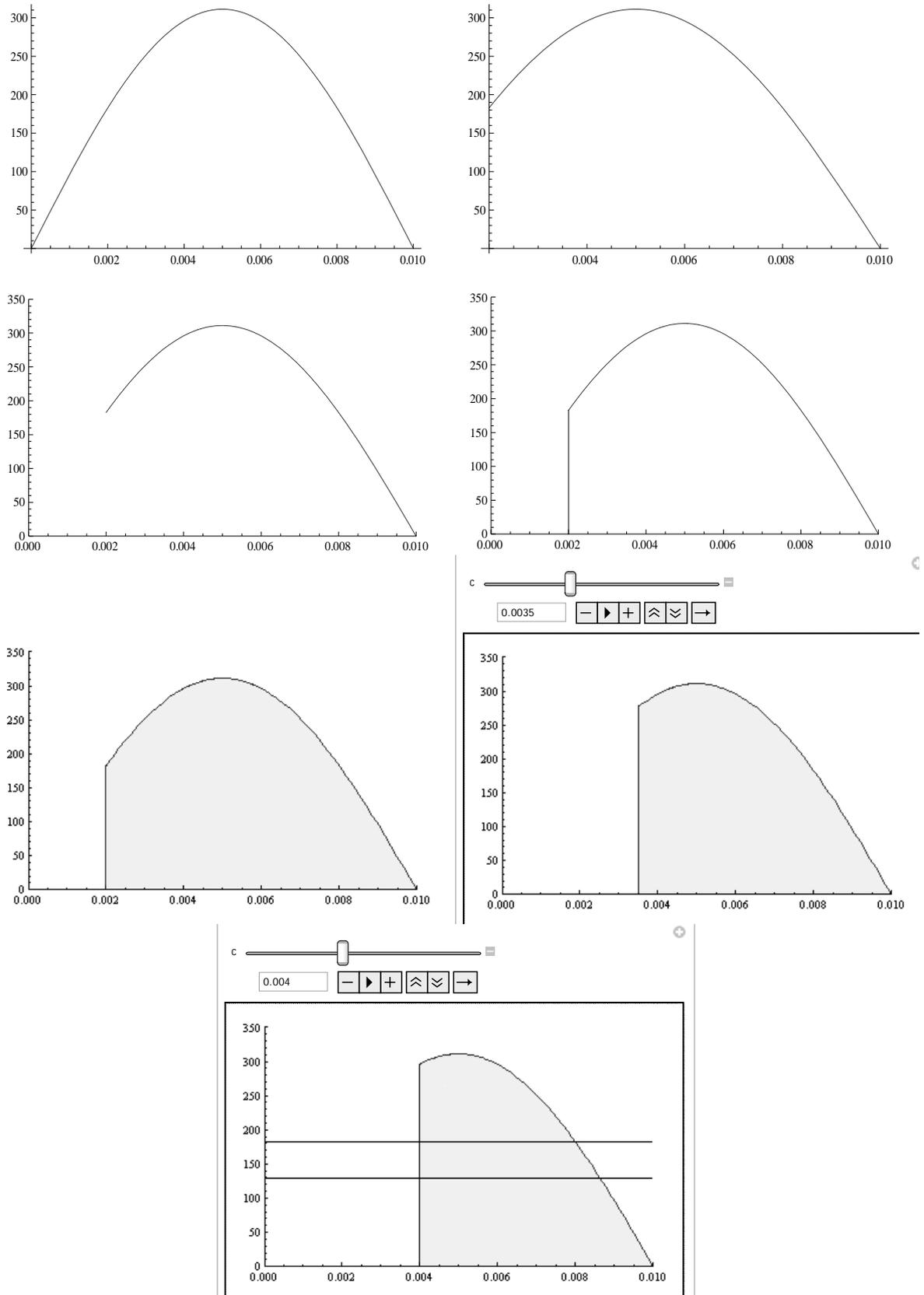


Figura 4. Pasos graduales de avance en la concreción de la simulación por los estudiantes

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado final, se obtuvieron tres archivos de simulación similares entre sí, uno por cada equipo de trabajo, todos describiendo eficazmente la misma forma de onda.

En lo que respecta a los contenidos trabajados, resulta de interés resaltar que, más allá de los temas específicos correspondientes a Electrotecnia (tercer nivel) y Electrónica de Potencia (cuarto nivel), la tarea a resolver se definió inicialmente de manera elemental recurriendo a temas de Análisis Matemático I (primer nivel). Los estudiantes respondieron con eficacia en los aspectos analíticos para el cálculo del valor medio y del valor eficaz de la forma de onda descrita y, con un enfoque muy práctico, recurrieron a medios auxiliares (calculadora y Mathematica[®]) para resolver las integrales requeridas.

El hecho de que la tarea a realizar marcara la dinámica de trabajo coincide en muchos aspectos con la realidad laboral del ingeniero en el mundo actual. De manera similar, la implementación de un esquema de aprendizaje basado en el concepto de cognición repartida coincide también con el perfil típico del trabajo cotidiano del ingeniero: la capacidad de trabajo de un equipo de profesionales se ve potenciada en la medida en que se combinan las capacidades de cada uno de los integrantes y se reconoce que los conocimientos y recursos requeridos para el cumplimiento de una tarea determinada están disponibles no sólo en el entorno cercano del equipo de trabajo, sino en gran medida distribuidos en múltiples lugares, como bibliotecas, *software* e Internet.

Vale acotar que, a pesar de lo reducido de la muestra evaluada, puede considerarse el grupo de estudiantes como suficientemente heterogéneo para los fines de este estudio.

En cuanto al tiempo destinado a la concreción de esta tarea concreta, se requeriría un análisis comparativo minucioso para determinar si puede haber resultado excesivo o no. La percepción personal del docente a partir de trabajos similares llevados adelante durante el resto de 2010 es que el lapso de tiempo fue razonable en vista del grado de complejidad de la tarea y de la puesta en marcha del formato de trabajo. Naturalmente, al decantarse en el grupo inicial de estudiantes aquellos con mayor interés por las tareas de investigación, se agilizaron notoriamente los tiempos.

En caso de extrapolar esta modalidad de trabajo al ámbito áulico, es evidente que su aprovechamiento dependería del tipo de contenidos de cada asignatura. En otras palabras, la graficación de una función para la simulación de un fenómeno físico, su interpretación y la toma de mediciones de contrastación podrá realizarse sólo en determinadas asignaturas de la carrera, y en la medida en que se cuente con los medios necesarios.

La posible extrapolación de este tipo de actividades al aula deberá contemplar siempre la posibilidad cierta de encontrarse con un perfil mucho más diverso de estudiantes, incluso el caso de aquellos para los cuales Electrotecnia no sea una asignatura de su preferencia. En tal caso, se requerirán estrategias adicionales para motivar a los estudiantes de manera tal de hacer que el aprendizaje de determinados temas les resulte significativo.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos resultan alentadores, en cuanto demuestran un notable despliegue del potencial de un grupo heterogéneo de estudiantes para resolver una tarea que requería de una integración amplia de conocimientos presuntamente adquiridos durante su carrera, con el fin solapado de adquirir conocimientos nuevos en relación a su nivel de cursado. Resulta coherente concluir que esta metodología de aprendizaje colaborativo por medio de un trabajo en equipo centrado en la tarea coadyuva a la integración de contenidos de

asignaturas de diversos niveles de carreras de ingeniería.

En lo que respecta al concepto de inteligencia repartida, mejor denominada como cognición repartida, los resultados obtenidos reafirman lo que se expresa en la literatura: resulta muy beneficioso despertar en los estudiantes de ingeniería la importancia de la noción de que los recursos, conocimientos y destrezas que requieren para aprender o para resolver problemas en ingeniería están disponibles en su entorno, incluyendo en éste a sus compañeros de equipo y a todas las fuentes de información accesibles.

Se consideran cumplidos los objetivos de este trabajo al presentar resultados favorables de esta experiencia, que demuestra la utilidad de tales conceptos de pedagogía aplicados a ámbitos de educación superior, particularmente a una carrera de ingeniería.

AGRADECIMIENTOS

- Al Mg. Ing. Omar D. Gallo, de la UTN Fac. Reg. San Francisco, por incentivar la formación pedagógica de los docentes de la casa de estudios.
- Al Ing. Raúl A. Beinotti, de la UTN Fac. Reg. San Francisco, por compartir experiencias valiosas sobre el desarrollo de la asignatura Máquinas e Instalaciones Eléctricas.
- Al Mg. Ing. Gastón C. Peretti, de la UTN Fac. Reg. San Francisco, por sostener constructivas discusiones conducentes al desarrollo de este trabajo.
- Al Esp. Ing. Raúl O. Ferrero y al Ing. Damián P. Vilosio, ambos de la UTN Fac. Reg. San Francisco, por su apertura y disponibilidad para discutir detalles relativos a la asignatura Electrotecnia a su cargo.

REFERENCIAS

Referencias sobre pedagogía

- [1] Gallo O., *Apuntes para un Taller Pedagógico Docente para docentes de ingeniería*, UTN Facultad Regional San Francisco, (2010).
- [2] Sobrevila M. A. y Sanmarco E. D., *Didáctica para la ingeniería y la educación técnica*, Alsina, (2008).
- [3] Sobrevila M. A. y Blanco E. R., *La profesión de ingeniero*, Alsina, (2008).
- [4] Menin O., *Pedagogía y universidad. Currículum, didáctica y evaluación*, Homo Sapiens, (2004).
- [5] Perkins D., *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*, Gedisa, (2003).

Referencias técnicas

- [6] Rashid M., *Power Electronics Handbook*, Elsevier, (2007).
- [7] Chapman S., *Máquinas eléctricas*, McGraw Hill, (2007).
- [8] Rashid M., *Electrónica de potencia*, Addison Wesley, (2004).
- [9] Edminister J., *Circuitos eléctricos*, McGraw Hill, (1997).
- [10] Wolfram S., *Mathematica*, Addison Wesley, (1991).

Diego Martín FERREYRA

Ingeniero electromecánico. Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional San Francisco.

Posgrados en curso

- **Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Eléctrica.** Fac. de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (www.ing.unrc.edu.ar). Resolución 513/08 del Ministerio de Educación.
- **Maestría en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Eléctrica.** Fac. de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (www.ing.unrc.edu.ar). Resolución 187/05 del Ministerio de Educación.

2011
