

## VIII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial COINI 2015 –UTN FRC

### EVALUACIÓN A DISTANCIA PARA ACTIVIDADES DE LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Área temática: La Educación en Ingeniería Industrial

Véliz, Maximiliano Ezequiel <sup>(1)</sup>, Ferreira, Fabiana <sup>(2)</sup>

*Facultad de Ciencias Físico Matemáticas e Ingeniería, Universidad Católica Argentina  
Av. Alicia Moreau de Justo 1300, Buenos Aires, Argentina mveliz@ungs.edu.ar;  
fferreira@uca.edu.ar*

*(1) Instituto de Industria, Universidad Nacional General Sarmiento, J. M. Gutiérrez 1150  
(C.P.:1613), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.*

*(2) Dto de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires,  
Paseo Colón 850, Buenos Aires, Argentina.fferreir@fi.uba.ar*

#### RESUMEN.

Se presenta la experiencia realizada durante los años 2014 y 2015 en la implementación de una estrategia de evaluación a distancia de los estudiantes que realizan prácticas de laboratorio de la asignatura Máquinas y Motores Eléctricos, obligatoria del 3er año de Ingeniería Industrial de Universidad Católica de Buenos Aires (UCA). Las instancias de evaluación involucradas en la experiencia fueron tanto los "parcialitos", en los que se evalúa si los estudiantes poseen los conocimientos previos para realizar las prácticas, como los informes de laboratorio posteriores a las prácticas. Estas primeras implementaciones se realizaron en la plataforma Liruca (Moodle customizado por la UCA) incluyendo pruebas de selección múltiple, de emparejamiento, subida avanzada de archivos, camino crítico, etc. La estrategia implementada es multimedial ya que se incluyen fotografías. El andamiaje de las actividades de aprendizaje se realiza con instancias tutoriales a través de foros y correcciones progresivas de los trabajos que los estudiantes realizan. Se mencionan los inconvenientes que se presentaron así como los resultados para el aprendizaje. Se analiza la factibilidad de extender esta experiencia a otras instancias de evaluación de la misma asignatura y a otras asignaturas similares de otras universidades, con la posibilidad de compartir en una plataforma conjunta recursos virtuales para laboratorios de máquinas eléctricas.

**Palabras Claves:** Evaluación, Máquinas Eléctricas, Educación a distancia, EVA, Laboratorio.

#### ABSTRACT

It is reported the experience taken place during the years 2014 and 2015, in the implementation of one of the strategies of e-learning from the students that perform laboratory practise of the signature –Electric machines and engines- compulsory from the 3<sup>rd</sup> year of Industrial engineering at the Catholic University of Buenos Aires (UCA). The instances of assessment involved in the experience consist of mid-terms in which students are tested if the possess the previous knowledge required to perform the practice and laboratory reports post-practising. These first implementations were performed in the Liruca Platform (Moodle customized by UCA) including multiple choice tests, paring, advanced uploading of files and critical path. The strategy implemented is multimedia as it includes photographs.. The staging of the learning activities is done with tutorial instances by forums and progressive corrections of the tasks done by students. It is mentioned the inconvenients that appeared, as well as the results in learning. It is analysed the feasibility of widening this experience to other evaluation instances of the same subject and similar subjects from other universities, with the possibility of sharing in an altogether platform, virtual resources for electric machine laboratories.

## 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de los aprendizajes suele considerarse como un aspecto vulnerable del trabajo de los profesores ya que es la parte más pública y visible del proceso de enseñanza [1]. Desde la perspectiva didáctica es una cuestión controvertida y polémica, que involucra también cuestiones políticas [2].

Para fomentar el aprendizaje comprensivo en Electrotecnia y Máquinas Eléctricas es esencial la realización de prácticas de laboratorio en las que los estudiantes puedan aplicar los conceptos teóricos desarrollados en otras actividades didácticas tales como las clases de explicación y la resolución de problemas. Estas experiencias de laboratorio requieren al menos dos instancias de evaluación: una previa para corroborar que el estudiante se ha interiorizado de las maniobras a realizar y una posterior que refleje lo aprendido en la actividad.

En la asignatura “Máquinas y Motores Eléctricos” (UCA, Buenos Aires) estas evaluaciones se convierten en críticas por la cantidad de estudiantes involucrados y la necesidad de una rápida realimentación para que cumplan su función como potenciadoras del aprendizaje en el laboratorio. La instancia de evaluación previa debería implementarse en fecha muy cercana a la de ejecución de la práctica (idealmente el mismo día) y tener los resultados antes de realizar la práctica para garantizar que el alumno que ingresa al laboratorio tiene un conocimiento adecuado de manejo de los equipos que no implique riesgos. La instancia posterior implica un informe técnico por lo que requiere sucesivas devoluciones y mejoras, complejas de documentar en papel. Para mejorar estas evaluaciones se implementó a partir del año 2014 una modalidad de evaluación virtual a través del campus.

Otra preocupación era integrar estas instancias de evaluación con las evaluaciones tradicionales de la asignatura (exámenes parciales y finales), constituyendo un verdadero programa de evaluación integrado con las prácticas de enseñanza [3].

El diseño de esta nueva estrategia de evaluación de laboratorios se basó en experiencias previas realizadas en otras Facultades y carreras [4] [5]. Sin embargo en este caso se trató de cursos de mayor cantidad de estudiantes (entre 80 y 120), en una asignatura que si bien es obligatoria no es troncal de su carrera. Se fijó también como objetivo, motivar a los estudiantes para desarrollar capacidades técnicas en Instalaciones Eléctricas Industriales.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 La asignatura

“Máquinas y Motores Eléctricos” es una asignatura obligatoria del 5to cuatrimestre de la Carrera de Ingeniería Industrial. Su objetivo es proveer al estudiante de los conocimientos básicos de las máquinas y motores eléctricos que se utilizan más frecuentemente en instalaciones industriales. También se propone desarrollar competencias y habilidades técnicas para planificar la fase de puesta en marcha e instalación de máquinas eléctricas.

La asignatura se desarrolla en un cuatrimestre de 14 semanas de duración con un total de 7 horas catedra semanales (5 horas y 15 minutos semanales) de las cuales 4 corresponden a clases de explicación (teoría) y 3 a clases prácticas (problemas y laboratorio). La carga horaria total resulta así de 74 horas.

Los estudiantes están organizados en dos comisiones de entre 40 y 50 alumnos cada una y en total la asignatura cuenta con tres docentes (un profesor, dos asistentes).

Los contenidos están estructurados en cinco unidades didácticas: Transformador, Máquina de Corriente Continua, Máquina Síncrona, Máquina Asíncrona y Máquinas Monofásicas y especiales. En las primeras cuatro unidades se realizan prácticas de laboratorio.

Para aprobar la materia se debe:

- Aprobar ambos parciales,
- Aprobar las evaluaciones individuales y los informes grupales de los trabajos prácticos de laboratorio
- Aprobar el final.
- Cumplir con el requisito de asistencia establecido por la Unidad Académica.

Desde hace varios años se viene utilizando el campus Moodle (LirUCA) como repositorio y medio de comunicación con los estudiantes(a través de foros y emails). Además de la bibliografía recomendada se dispone de apuntes y transparencias de varios temas.

## 2.2 Las prácticas de laboratorio

Para realizar las prácticas de laboratorio se dispone de un laboratorio equipado con máquinas didácticas, pudiéndose armar cuatro estaciones de trabajo simultáneas (Figura 1).

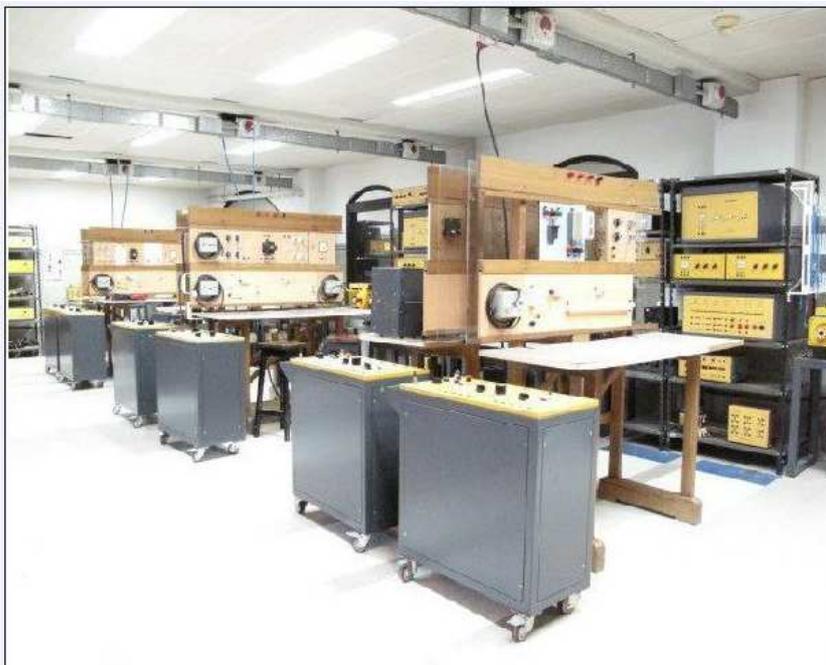


Figura 1. Foto laboratorio Electrotecnia

Para que todos los estudiantes puedan manipular el equipamiento se los organiza en grupos de cinco integrantes. Teniendo en cuenta que cada curso tiene entre 40 y 60 estudiantes se repiten las prácticas varias veces en el mismo curso, lo que implica una organización compleja de los espacios y horarios. Para poder realizar las prácticas hay semanas en que se suspenden las clases teóricas (o se duplican) para poder realizar esta actividad.

En estas prácticas los docentes actúan como tutores acompañando a los alumnos y supervisando las operaciones a realizar.

Las guías de Laboratorio que los estudiantes deben conocer previamente están disponibles en el campus.

Estas prácticas se ubican en el calendario a continuación de las clases teóricas y de problemas de cada tema, a fin de que se comprendan los conceptos teóricos básicos para realizarlas. La asistencia a todas las prácticas es obligatoria, por lo que se instancian al final del cuatrimestre fechas de recuperación de laboratorio para aquellos que estuvieron ausentes por causas de fuerza mayor o desaprobaron la evaluación previa.

## 2.3 La evaluación previa

Esta evaluación tiene por objetivo que los estudiantes conozcan:

- Las maniobras a realizar en el laboratorio,
- Las medidas de seguridad para manipular el equipamiento,
- Las características de las máquinas a ensayar: esquemas de conexionado, instrumentos y técnicas de medición, valores nominales de las máquinas.
- Los conceptos teóricos básicos de los ensayos de cada tipo de máquina.

Quienes no aprueban esta evaluación no pueden ingresar al Laboratorio y deben recuperar la práctica en las fechas de final del cuatrimestre.

Estas evaluaciones se implementaron a través del campus Moodle (LIRUCA) como "Actividades" de "Cuestionario". Esta actividad permite configurar diferentes tipos de preguntas: selección múltiple, verdadero / falso, completar, etc. Por el momento los cuestionarios que se han implementado incluyen sólo ítems de selección múltiple. Algunas de estas preguntas corresponden sólo a texto (Figura 2) y otras a selección entre fotografías, para evaluar el conocimiento de esquemas de conexionado e instrumentos (Figura 3).

Pregunta 7  
Sin responder aún  
Puntúa como 1,00  
Marcar pregunta  
Editar pregunta

En la realización del ensayo

Seleccione una:

- a. El reóstato de excitación se coloca en serie con la armadura
- b. El reóstato de excitación se coloca en paralelo con el derivación
- c. El reóstato de excitación se coloca en paralelo con la armadura
- d. El reóstato de excitación se coloca en serie con el devanado derivación

Figura 2. Preguntas de selección múltiple

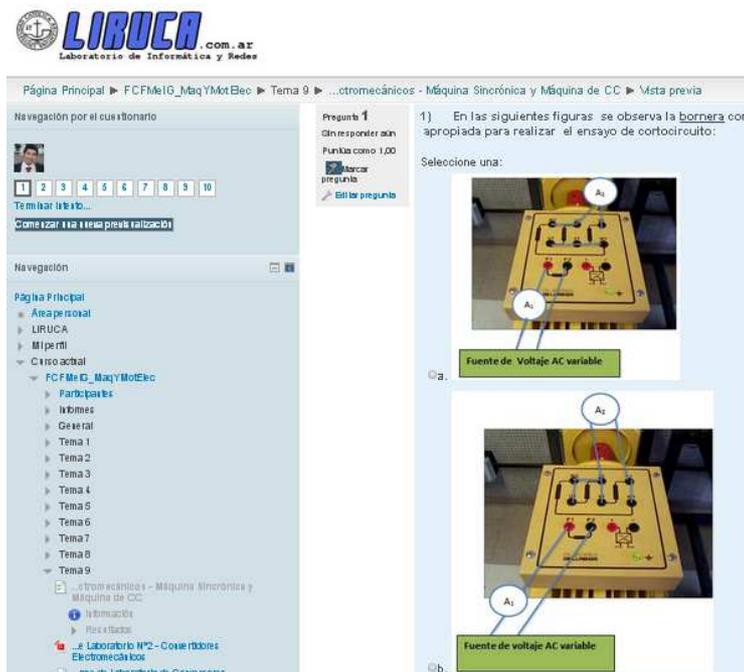


Figura 3. Selección de conexionado

Otra característica es que las preguntas y los ítems de selección múltiple se ordenan en forma aleatoria para cada estudiante.

La propuesta inicial era que estas evaluaciones las realizaran los estudiantes por su propia cuenta desde dispositivos inteligentes (teléfonos, tabletas, computadoras personales) fuera del horario de clase. Por la dificultad de controlar esa modalidad se optó por realizarlas en las clases, ya sea el mismo día del laboratorio o el día previo. Se fijó un tiempo muy acotado para realizarlas (15 minutos) gestionado por el propio campus, de forma que no pudieran consultar otros recursos para resolverla. Se realizó vía web, con la conexión wi fi que dispone la universidad en las aulas. La mayoría de los estudiantes disponían de dispositivos inteligentes y se llevaron copias impresas para los demás. En una ocasión se intentó realizarla en un laboratorio de informática de la Facultad pero el problema fue que los alumnos debían turnarse en el uso de las PCs. De cualquier forma, siempre se reservó el Laboratorio de Informática por si surgiera alguna eventualidad con la conexión wifi o los dispositivos.

Una vez que el estudiante presiona el botón de enviar, le aparece el resultado obtenido con lo que ya queda informado de su condición con respecto a la realización de la práctica. Además puede revisar las preguntas en que se equivocó, aprendiendo así de sus propios errores [6].

Estas evaluaciones se califican de 0 a 10 e integran en forma ponderada la calificación final de Laboratorio.

## 2.4 Evaluación posterior

Esta evaluación es grupal y consiste en la realización del informe de la práctica que incluye preguntas para vincular lo realizado con los conceptos básicos. El informe constituye una tarea de "subida avanzada de archivos" de forma que se puedan subir las diversas versiones del informe. Se dispone en el campus un archivo word con la estructura básica de cada informe. El campus envía un mensaje a los docentes cada vez que un estudiante sube un trabajo.

Todos los integrantes del grupo deben subir el archivo aunque las correcciones se indican sólo sobre el archivo subido por el estudiante responsable de cada práctica. Las correcciones se realizan con control de cambio y comentarios del Word, además de retroalimentación de la tarea.

Una vez realizado el laboratorio cada grupo dispone de dos semanas para subir al campus la primera versión del informe. En estos 15 días los estudiantes pueden realizar consultas por email o con sus pares a través de los foros. El plazo se fija a través del campus de forma que no puedan subir archivos más allá de la fecha establecida como límite. Si el informe inicial requiere correcciones se amplía el plazo de entrega en forma individual al responsable de la tarea.

Una vez que los docentes consideren que el informe está terminado se le asigna una calificación máxima de 10 puntos. En esta calificación se tiene en cuenta:

- Haber respetado el formato establecido y responder correctamente a lo requerido en la guía,
- La vinculación con los conceptos teóricos,
- La adecuada descripción de las decisiones tomadas en el momento de realizar el laboratorio,
- La interpretación de los resultados obtenidos,
- Las conclusiones obtenidas,
- La participación del grupo y el trabajo en equipo,
- La incorporación de las mejoras sugeridas por los docentes en las sucesivas correcciones,
- El respeto de los tiempos y cronogramas establecidos.
- 

Todas estas pautas son comunicadas a los estudiantes desde las primeras clases de la asignatura.

## 2.5 Calificación

La calificación final de la materia C (1) está compuesta por dos ítems: la calificación de la cursada CCU (2) y la calificación del examen final CF.

La calificación de la cursada (CCU) tiene en cuenta dos aspectos: las calificaciones de los dos parciales (CPA), y la calificación en laboratorio (CL). Estas se combinan con las siguientes fórmulas:

$$C = 0,7 \text{ CCU} + 0,3 \text{ CF} \quad (1)$$
$$\text{CCU} = 0,7 \text{ CPA} + 0,3 \text{ CL} \quad (2)$$

A su vez la calificación de laboratorio se compone del promedio de la calificación de cada evaluación previa (CLP1, CLP2 y CLP3) y la de los informes (CIF1, CIF2, CIF3).

El conjunto de las evaluaciones de Laboratorio incide entonces en un 21 % en la nota final de la materia.

## 3. RESULTADOS

La evaluación a través del campus nos permitió tener estadísticas detalladas de cada prueba a nivel general del curso y también realizar un seguimiento del progreso de cada estudiante.

Para las pruebas de respuesta múltiple el campus brinda información de la frecuencia estadística de notas (Figura 4) y para cada pregunta indica la proporción de respondentes que la han contestado correctamente (Figura 5). Además se tiene un registro de cada estudiante pregunta por pregunta y se puede descargar la información en distintos formatos (hoja de cálculo de Excel, documento abierto, XHTML).

En la evaluación posterior, el campus facilitó la comunicación y la corrección de los informes. Quedaron registrados los intercambios y correcciones de los docentes y la cantidad de veces que cada alumno ingresó, lo que permitió diferenciar calificaciones dentro del grupo. Al hacer que cada alumno cargue su informe, aun cuando sea grupal, se puede en forma rápida determinar quién se ha preocupado por la tarea y quienes están ausentes.

Para la implementación han surgido algunas dificultades por la intermitencia de la señal de red, muchas veces condicionada por la ubicación del aula (por ejemplo en aulas sin ventanas al exterior). Para esto se recurrió a cambios de aula o el uso de laboratorios de informática.

En cuanto al aprendizaje de los estudiantes fue muy positivo que ellos mismos puedan tener realimentación inmediata de sus evaluaciones. De esta forma tuvieron la posibilidad de consultar con los docentes los errores que estaban cometiendo y se pudieron resolver algunos problemas de comprensión de conceptos básicos.

A pesar de que las guías de laboratorio están cargadas desde varias semanas antes de las evaluaciones y se dispone de foros permanentes para consulta, se reciben pocas consultas sobre estas. En la medida que los estudiantes reconozcan estas instancias como verdaderas evaluaciones que influyen en su calificación, suponemos que se incrementarán las consultas.

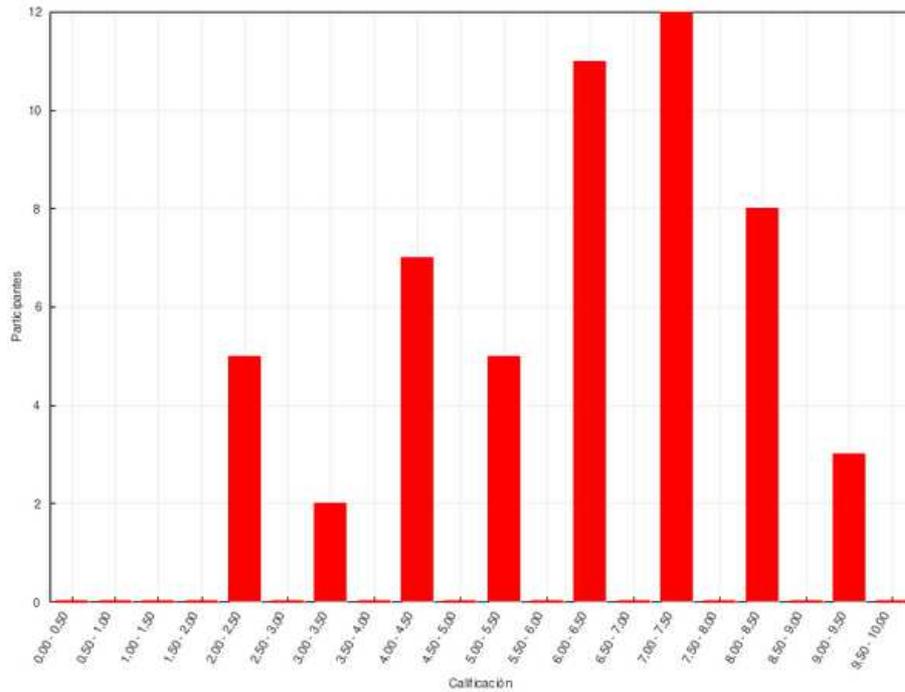


Figura 4. Gráfico de barras del número de estudiantes que alcanzan los rangos de calificación para el examen del ensayo de convertidores electromecánicos

	P. 1 /1,00	P. 2 /1,00	P. 3 /1,00	P. 4 /1,00	P. 5 /1,00	P. 6 /1,00	P. 7 /1,00	P. 8 /1,00	P. 9 /1,00	P. 10 /1,00
✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00
✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00
✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00
✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00
✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00
✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00
✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00
✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00
✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00
✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,50 (10)	0,70 (10)	0,20 (10)	0,40 (10)	0,50 (10)	0,50 (10)	0,70 (10)	0,50 (10)	0,00 (10)	0,70 (10)	0,70 (10)

Figura 5. Registro de errores por pregunta de cada respondente del examen la selección múltiple sobre convertidores electromecánicos

#### **4. CONCLUSIONES**

La virtualización de las evaluaciones de laboratorio mejoró la dinámica de las prácticas de laboratorio.

Si bien fue posible su implementación, requirió un importante esfuerzo de organización y coordinación por parte de los docentes, que lo realizaron por encima de sus obligaciones tradicionales.

Permitió además, a través de la evaluación de informes, trabajar en forma tutorial con los estudiantes, transformando el rol del docente de un mero transmisor de contenidos a un acompañante del camino del aprendizaje [7].

Esta modalidad facilitó la recolección de información estadística sobre el aprendizaje, detectando aquellos temas que son de mayor dificultad para la comprensión en los que es necesario modificar las estrategias de enseñanza.

La evaluación virtual generó inquietud inicial en los estudiantes pero una vez que se acostumbraron a ella la requieren ellos mismos a los docentes.

Por otro lado las calificaciones en campus Moodle pueden ser integradas con los sistemas de gestión de alumnos tales como el SIU Guaraní, lo que puede aportar información valiosa para la evaluación de calidad de las carreras de Ingeniería.

Entendemos entonces que esta modalidad de evaluación podría extenderse a otras asignaturas y a otras actividades didácticas de la misma asignatura.

#### **5. REFERENCIAS**

[1] A. Hargreaves et al. (2001), "Aprender a cambiar. La enseñanza más allá de las materias y los niveles". Barcelona: Octaedro.

[2] E. Litwin (1998), "La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza." La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo. Buenos Aires: Paidós Educador.

[3] A. Camilloni (2001), "Modalidades y proyectos del cambio curricular". Aportes para un cambio curricular en Argentina. Buenos Aires: Facultad de Medicina UBA/OPS-OMS.

[4] F. Ferreira y G. Musso Rodríguez (2012), "Desarrollo de la unidad didáctica de Neumática Industrial en modalidad virtual", I Encuentro Virtual sobre TIC y Enseñanza en el Nivel Superior UBATIC+, CITEP UBA: Buenos Aires.

[5] F. Ferreira Aicardi, J. Graña, y R. A. Veiga (2013), "Una primera aproximación al análisis comparativo entre dos asignaturas de Introducción a la Ingeniería," Segundo Encuentro Nacional de Cátedras de Introducción a la Ingeniería, Avellaneda, Argentina.

[6] J. P. Astolfi (2003), El error, un medio para enseñar. Sevilla: Díada Editora.

[7] E. Litwin (2005), "De caminos, puentes y atajos: el lugar de la tecnología en la enseñanza". II Congreso Iberoamericano de Educación y Nuevas Tecnologías, Educared. Buenos Aires.

#### **Agradecimientos**

Los autores de este trabajo desean agradecer al director de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Argentina, Ing. Jorge Alejandro Mohamad por apoyar al desarrollo de estas experiencias didácticas y al Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento por la financiación del trabajo.