

# Learning MERCADOS ELECTRICOS Utilizing Simulators – A Professor’s Experience

Jessica Guevara, PhD.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, [jessica.guevara@utp.ac.pa](mailto:jessica.guevara@utp.ac.pa)

**Abstract-** simulators have been used to show the online market in real time have been developed for over 10 years changing the way of learning about this topic and place the student in a decision making process that has impacts and affect his learning level, without affecting the real world. This paper proposes a comparative analysis of the methodology used to obtain the results of training using an educational tool for simulators at the university level. Using the Bloom taxonomy, which allows the development of an explanatory model of how to progress in learning, and the phases that have to be completed to reach a significant level of training which defines the depth of training accomplished with this tool. Finally, key criteria are extracted and improvements are developed to implement in these simulators.

**Keywords--** MERCADOS ELECTRICOS, Education, Training Results, Simulators, Bloom Taxonomy

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.115>  
ISBN: 978-0-9822896-9-3  
ISSN: 2414-6390

# Aprendizaje de Mercados Eléctricos Utilizando Simuladores – Experiencia Docente

Jessica Guevara, PhD.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, [jessica.guevara@utp.ac.pa](mailto:jessica.guevara@utp.ac.pa)

**Resumen—** Los simuladores para enseñar la operación de los mercados eléctricos en ambientes reales, llevan más de 10 años de desarrollo, logrando cambiar la forma de aprender sobre este tema y colocar al estudiante a un proceso de toma de decisiones que sólo repercute y afecta su nivel de aprendizaje, sin afectar el entorno del mundo real. En este trabajo se propone un análisis comparativo de la metodología utilizada para obtener los resultados de aprendizaje a través de herramienta educativa con simuladores a nivel universitario. Utilizando la taxonomía de Bloom, que permite desarrollar un modelo explicativo de cómo progresar en el aprendizaje, y de las fases que hay que trabajar para alcanzar un aprendizaje significativo en los estudiantes, de esta manera se define el nivel de profundidad en el aprendizaje obtenido con esta herramienta. Finalmente, se extraen principales criterios y mejoras que se deben implementarse al utilizar estos simuladores.

**Palabras claves—** Mercados eléctricos, educación, resultados de aprendizaje, simuladores, taxonomía de Bloom.

## I. INTRODUCCIÓN

Las metodologías empleadas en el proceso de enseñanza aprendizaje han ido evolucionando desde más de un par de décadas, sin embargo los cambios tecnológicos y las ansias por utilizar herramientas diseñadas e implementadas para mejorar dicho proceso, han permitido desarrollar técnicas innovadoras para mejorar y evaluar los resultados de aprendizaje que todo docente espera obtener al planificar sus cursos [1].

Los últimos desarrollos a nivel educativo implican introducir y aplicar los conceptos de aprendizaje activo y aprendizaje por competencias, lo cual lleva a que el estudiante sea el ente activo de su aprendizaje, llevado y guiado por el docente [1]. De ahí y según la teoría desarrollada se conoce que los seres humanos pueden aprender mejor mediante experiencias directas. “Aprendemos a caminar, a montar en bicicleta, a manejar y a tocar piano por ensayo y error: actuamos, observamos las consecuencias de nuestra acción y nos adaptamos [2]. También, se dice que el aprendizaje puede nacer de la experiencia, del análisis de las consecuencias derivadas de las decisiones tomadas, que permiten evaluar los errores y evitarlos en situaciones futuras. Pero sólo aprendemos haciendo cuando la realimentación de nuestros actos es rápida e inequívoca [3]. Además, Senge [3] plantea que la experiencia es el mejor modo de aprender, pero el problema está en que nunca experimentamos las consecuencias de nuestras decisiones más importantes. En vista de esta necesidad de facilitar el aprendizaje por experiencias, nacen los modelos de simulación y los juegos basados en modelos.

Con los cuales se pueden realizar sesiones de trabajo y entrenamiento en toma de decisiones, en programas que simulan la realidad mediante modelos de Dinámica de Sistemas u otras herramientas [4], que permiten a una persona, durante un período de tiempo corto, tomar decisiones y observar las consecuencias de las mismas. Los modelos recogen el conocimiento fundamental de un campo [5].

Este trabajo tiene como objetivo mostrar resultados de aprendizajes (RA) obtenidos utilizando una herramienta educativa denominada “Simulador del Mercado Eléctrico”, que permite exponer al estudiante a tomar decisiones en un mundo simulado al real. Los resultados obtenidos de la experiencia docente, busca mostrar las debilidades y fortalezas que tiene la herramienta.

Este artículo es organizado en 4 secciones. En la sección 2 se presenta el simulador de mercado eléctrico empleado. En la sección 3 se muestran la metodología empleada para el proceso de enseñanza aprendizaje, en la sección 4, los resultados obtenidos. Finalmente, en la sección 5 se presentan las principales conclusiones obtenidas.

## II. SIMULADOR DEL MERCADO ELÉCTRICO

En este contexto, este artículo presenta una herramienta educativa denominada “simulador de mercado eléctrico”, basado en el modelo del mercado mayorista de electricidad español [6], que busca entregar una experiencia práctica a los estudiantes sobre las reglas de los mercados eléctricos, técnicas para generar ofertas y estrategias aplicables en distintos contextos y escenarios. Este simulador se presenta a los estudiantes como el “Juego de la Bolsa”, donde ellos son participantes de esta experiencia académica durante un periodo de un mes (30 días). Este simulador es aplicado a un sistema de potencia real, dándole mayor complejidad a la experiencia.

Una de las contribuciones de este simulador está la introducción de un software novedoso que busca integrar a los estudiantes a un ambiente práctico, interactuando con las reglas del mercado del simulador propuesto y que integra a la red de transmisión de un sistema real. En cuanto a los agentes participantes, incluye a estudiantes de varias universidades que deben operar como generadores que venden su energía y las distribuidoras que deben comprar su energía en la bolsa, permitiéndoles tener la visión de cómo generar ofertas de compra y venta de energía. El diseño presentado se compara con los modelos ya existentes en sector académico [7] y [8], como se muestra en la tabla I, donde se destaca el modelo

propuesto como un diseño novedoso basado en una plataforma web online, que incluye además, la red de transmisión y la existencia de contratos, que los otros modelos no contienen en su aplicación.

TABLA I.  
COMPARACIÓN ENTRE HERRAMIENTAS EDUCATIVAS [10]

Características	[7]	[8]	Nuestro
Universidades	1	1	3
# agentes participantes	2	2	3
Tipo pool (PX)	x	x	x
Incluyen la Red	-	-	x
Incluyen contratos	-	-	x
Ofertas de Demanda	-	-	x
Ofertas por bloque /hora	x	x	x
Ofertas Simples	x	x	x
Ofertas complejas	-	x	-
Una ronda	x	x	x
Multi - ronda	x	x	-
Sistema a escala real	-	-	x
# de fases / etapas	4	3	4
Internet	-	-	x
Herramientas adicionales	-	x	x
Información completa	-	-	x
Análisis a través de economía experimental	-	-	x

### III. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Este trabajo de investigación aplica una estrategia metodológica empleada en los trabajos [9] y [10], sin embargo, una de las críticas a estos trabajos es que no consideran la importancia de describir y conocer los conocimientos previos de los estudiantes que serán parte del experimento, y poder con esta información lograr un mejor aprovechamiento de los simuladores como herramienta educativa.

Bajo este argumento, se propone una mejora a los trabajos previos con la siguiente metodología de enseñanza aprendizaje como se indica en la figura 1, que define el proceso que debe desarrollar el docente si utiliza simuladores como herramienta educativa. En este trabajo se mantiene el uso de la estrategia metodológica utilizada previamente y que está basada en la Taxonomía de Bloom como herramienta para el proceso de enseñanza que busca medir niveles de logro en el aprendizaje que se busca lograr en los estudiantes que participan de esta experiencia. A continuación se detallan cada una de las etapas contempladas en la metodología del trabajo y mostradas en la figura 1:

#### A. Conocimientos previos según malla curricular

Esta experiencia docente es aplicada en tres universidades: Universidad Católica de Chile (UC), la Universidad de Chile (Uchile) y Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), en dos países de condiciones académicas distintas. En la Tabla II, se describen los requisitos que tienen los estudiantes que son parte del experimento según prerrequisitos que necesitan para cursar “Mercados Eléctricos”. No se profundiza sobre contenidos de las materias previas, sólo toma como referencia que cursos ya han tomado los estudiantes y como la misma influirán en la experiencia docente desarrollada.

TABLA II.  
COMPARACIÓN ENTRE MALLAS CURRICULARES

Características	UC	Uchile	UTP
Sistemas de potencia	x	x	x
Producción de energía	-	-	x
Seminario de Sistemas de Potencia	x	x	-
Maquinas Eléctricas	x	x	x

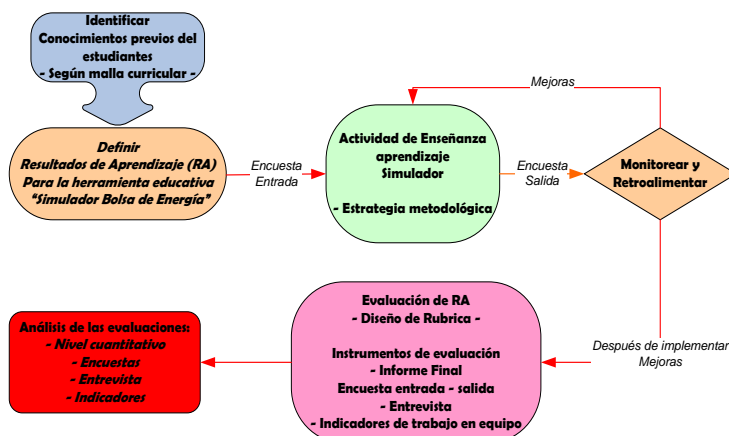


Fig 1. Metodología de enseñanza aprendizaje

#### B. Resultados de aprendizaje (RA)

Principalmente los RA que considera esta experiencia están definidos en la tabla IV donde se presenta la rúbrica utilizada como herramienta de evaluación.

#### C. Estrategia metodológica

Los estudiantes son llevados a experimentar a través de un proceso de enseñanza aprendizaje que fue definido bajo la Taxonomía de Bloom. La experiencia utiliza un simulador de mercado eléctrico, que permitirá mejorar considerablemente los conocimientos de los estudiantes en estos temas. En la Fig. 2, se definen los niveles en orden taxonómico, buscando llevar al estudiante a obtener altos niveles de profundidad en el conocimiento del área propuesta.

La estrategia metodológica propuesta presenta las siguientes características para lograr competencias y resultados de aprendizaje definidos por el docente:

- El experimento comienza con la creación de los equipos de trabajos, para esta parte del proceso se hace una asignación aleatoria de los estudiantes, logrando que compartan y se relacionen con compañeros que no tenían ninguna afinidad inicialmente. Con esta etapa se obtiene un acercamiento a la realidad que tendrían que enfrentar al momento de iniciar un trabajo y tienen que relacionarse con nuevas personas profesionales como ellos. Esta etapa inicial del juego se considera fundamental a la hora de introducirlos al experimento que emula la realidad.
- Durante la experiencia, ellos necesitan desarrollar diversas habilidades, donde destacamos el trabajo en equipo, ellos deben definir quienes dentro del grupo tomaran las posiciones de líder, cronista (secretario) y él analista. Con estos roles, los estudiantes ya están realizando tareas de organización, luego de planificación y finalmente ejecutan las tareas programadas y propuestas para el experimento.
- En la última etapa, ellos deben ser capaces de identificar cuáles fueron sus errores cometidos a nivel de equipo de trabajo y a nivel académico, permitiéndoles proponer mejoras.

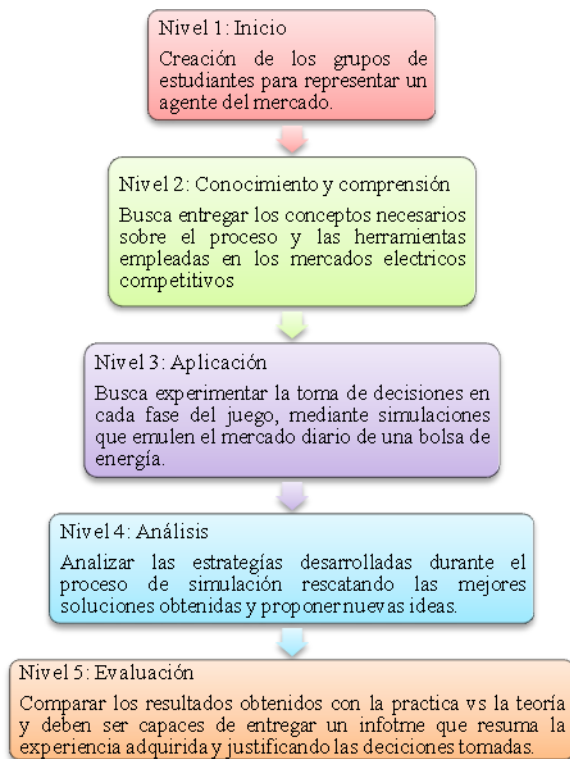


Fig 2. Estrategia metodológica

## B. Instrumentos de evaluación del aprendizaje

Para la evaluación de los resultados de aprendizaje utilizando el simulador de la bolsa de energía, se utilizaron los siguientes instrumentos de evaluación:

### i) Encuesta inicial y final

Para este instrumento se diseñaron preguntas relacionadas a los mercados eléctricos, los cuales se presentan en la Tabla III, que permitiera medir el estado inicial de conocimientos que trae el estudiante y permita buscar o mejorar la metodología propuesta para que el estudiante aprenda como aprender y pensar críticamente, dando aportes al final del uso del simulador. Con la encuesta de salida, se busca medir la percepción que tienen los estudiantes al culminar la experiencia desarrollada. Este elemento es considerado subjetivo dado que responde a lo que supone el estudiante aprendió durante el proceso. Para medir objetivamente los nuevos conocimientos en el tema se proponen otros instrumentos de evaluación.

TABLA III  
ENCUESTA DE INICIO Y FIN

<b>Encuestas: (modo entrevista y escrito) Aspectos de conocimientos evaluados</b>		Nada	Poco	Regular	Bueno	Excelente
1	Tipos de Mercados Eléctricos: Organización, servicios que ofrece.					
2	Actividades económicas en un Mercado Eléctrico					
3	Agentes que participan y el Rol que tienen en un Mercado Eléctrico					
4	Productos que se venden en un Mercado Eléctrico					
5	Manejo de la información en un Mercado					
6	Rol de la normativa del Mercado Eléctrico					
7	Nivel de comportamiento de los agentes					
8	Equilibrio de un Mercado					
9	Oferta y demanda de un Mercado					
10	Importancia de la inversión en un Mercado					
11	Costos marginales y precios en un Mercado Eléctrico					
12	Niveles de concentración en un Mercado					

### ii) Informe escrito

El trabajo escrito busca evaluar cuantitativamente el desempeño grupal de los estudiantes a través de la información escrita de los siguientes puntos:

- *Aspectos formales de los mercados eléctricos*, donde deben definir las estructuras de mercados y principalmente describir la estructura del mercado del simulador utilizado. En esta etapa ellos, deben ser capaces de lograr los niveles de Conocimiento y Comprensión.
- *Diseño y Descripción de las estrategias económicas*: en esta etapa deben presentar como aplicar estrategias según lo investigado, lo que interpreto el grupo y brindar ejemplos de propuestas sugeridas durante el experimento, debe lograr los niveles de aplicación y análisis.
- *Balances financieros*, en esta etapa del informe ya es capaz de analizar los resultados de sus estrategias, buenas o malas y es capaz de evaluar sus errores y proponer futuras soluciones y puede explicar futuras decisiones y dejarlo plasmado.
- *Conclusiones*: esta etapa final del informe permite conocer sus observaciones a los resultados de aprendizaje logrados y evaluar que elementos entregados por el docente fueron de mayor utilidad y a la vez sugerir nuevas modificaciones de elementos que encontró en el proceso que le sirvieron y el docente no los consideró.
- *Asistencia*: esta etapa permitía analizar si había participación del grupo en el experimento y como la inasistencia afectaba su proceso de aprendizaje, principalmente a la hora de la retroalimentación entregada por el docente.

### iii) Encuesta de trabajo en equipo

Se diseñaron indicadores de autoevaluación para los grupos que participaban del experimento. Esto busca medir principalmente la percepción del estudiante en relación al aprendizaje en equipo y de forma individual entre sus compañeros de grupo.

### iv) Entrevista

Se evalúa a los estudiantes de forma individual y personal, esto permite conocer que tanto conocimiento nuevo adquirió a pesar de haber trabajado en grupo todo el experimento. Permite al docente conocer las deficiencias de sus alumnos en temas del área estudiada y de esta manera presentar mejoras para lograr mayor aprendizaje individual.

### v) Rúbrica

Esta herramienta fue diseñada para evaluar el informe final de los estudiantes, aunque los estudiantes no tienen acceso a dicho documento, a ellos se les da una clase explicativa donde se les explica cómo se les evaluará la entrega del contenido del informe y que esta herramienta permite al docente evaluar con objetividad y obtener los resultados de aprendizaje que se propuso al inicio de la experiencia.

En la Tabla IV, se describe los resultados de aprendizaje que se proponen para esta experiencia y como cuantificarlos según los documentos entregables que tiene el estudiante.

TABLA IV  
RÚBRICA DE EVALUACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A [11] Y [12]

Resultados de Aprendizaje	Excelencia (> 91/100)	Bueno ((81-90)/100)	Regular ((61-80)/100)
<i>Comprende el diseño de los mercados eléctricos y la funcionalidad asociada a c/u de sus agentes.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra total comprensión del tema. Excediendo todo lo esperado.</li> <li>• Explicaciones claras del concepto.</li> <li>• Identifica todos los elementos importantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra considerable comprensión del tema. Supera lo esperado.</li> <li>• Explicaciones algo claras del concepto.</li> <li>• Identifica bastantes de los elementos importantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra comprensión parcial del tema. Refleja un poco de confusión.</li> <li>• Explicaciones incompletas del concepto.</li> <li>• Identifica algunos elementos importantes.</li> </ul>
<i>Demuestra un rol de agente aplicando conceptos económicos, matemáticos, técnicos y legales.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra total comprensión sobre ejercer el rol de agente. Excediendo todo lo esperado.</li> <li>• Explicaciones claras del método utilizado.</li> <li>• Aplica todos los elementos importantes para ejercer su rol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra considerable comprensión del tema. Supera lo esperado.</li> <li>• Explicaciones del método con poco detalle.</li> <li>• Aplica bastante de los elementos importantes para ejercer su rol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra comprensión parcial del tema. Refleja un poco de confusión.</li> <li>• No es claro en el método utilizado.</li> <li>• Aplica algunos elementos importantes para ejercer su rol.</li> </ul>
<i>Implementa y opera estrategias para desempeñarse en un mercado eléctrico.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempeño excepcional, excediendo todo lo esperado.</li> <li>• Propone o desarrolla nuevas acciones.</li> <li>• Ofrece información que va más allá de lo enseñado en clase.</li> <li>• Explicaciones claras de sus ideas implementadas y aplicadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempeño que supera lo esperado.</li> <li>• Propone o desarrolla de forma parcial nuevas acciones.</li> <li>• Ofrece información relacionada a lo enseñado en clase.</li> <li>• Explicaciones algo claras de sus ideas implementadas y aplicadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempeño estándar.</li> <li>• No propone o desarrolla nuevas acciones.</li> <li>• Provee información incompleta de lo enseñado en clase.</li> <li>• Explicaciones incompletas de sus ideas implementadas y aplicadas.</li> </ul>

### III. RESULTADOS

La metodología se aplicó en tres Universidades donde se hace una comparación de los resultados de aprendizaje obtenidos a través de los instrumentos de evaluación propuestos.

Los resultados evaluados corresponden a las evaluaciones obtenidas al aplicar el juego de la bolsa durante el segundo semestre de 2010 al 2011 a grupos de alumnos de las Universidades de Chile y Pontificia Universidad Católica, y 2013 al 2014 en la Universidad Tecnológica de Panamá en el marco de cursos de maestría del área.

Para comprender mejor la experiencia docente, el modelo de bolsa se aplica en forma modificada a la estructura de propiedad del mercado eléctrico chileno y el sistema eléctrico panameño, debido a la familiaridad que tienen los estudiantes participantes con el sistema.

Se realizaron encuestas de inicio y final para evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en cada fase del juego (inicio y fin de cada etapa). En la tabla V muestra la cantidad de estudiantes que han participado de esta experiencia en los distintos años, sin embargo el análisis se basa únicamente a los años 2011 y 2014. Un caso interesante que se observó es que cada año se matriculan un mayor número de estudiantes en estos cursos que son de carácter optativo dentro de sus mallas curriculares.

TABLA V  
CANTIDAD DE ESTUDIANTES EN AÑOS DE ESTUDIO

Muestra:	2010	2011	2013	2014
U. Chile	23	40		
U. Católica (UC)	15	33		
UTP-Panamá			11	12

#### A. Caso de estudio Universidades Chilenas.

Las encuestas de entrada salida del año 2011 aplicadas a los estudiantes de las universidades chilenas entregaron resultados inicialmente esperados, esto debido a que los estudiantes vienen con una base académica en los temas que relación al mercado eléctrico de justifica dado que se conocen los contenidos de los cursos previos, según tabla II. Como se observa en la figura 3, un 38% de los estudiantes no tienen ningún conocimiento del área el otro 62% indican que conocen desde poco a excelente sobre esto tópicos, en caso de la Universidad Católica.

En cuanto a los datos obtenidos por la encuesta de salida al culminar la experiencia los estudiantes indican que el 73% de los participantes adquirieron nuevos conocimientos y lograron responder las preguntas conceptuales que inicialmente no respondieron correctamente. Sin embargo un 20% respondieron regularmente implicando que aún mantenían dudas en algunos conceptos y un mínimo del 7%

que no respondió. Esto nos permitió aislar a este grupo de estudiantes y trabajar con ellos de forma personalizada.

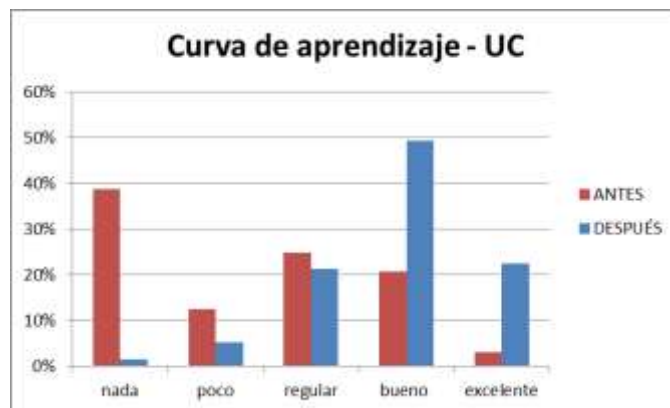


Fig. 3 Comparación de Resultados de Aprendizaje según encuesta 2011.

#### Estudiantes de la Universidad de Chile:

Este grupo inicio con 69% de estudiantes respondiendo nada y poco las encuestas conceptuales iniciales y un 31 % respindió entre regular a excelente, como se observa en la figura 4. Al finalizar esta experiencia, este grupo universitario presento mas del 81% respuestas buenas a excelente, y un 20% poco a regular. Todos los estudiantes respondieron a las preguntas conceptuales, logrando adquirir conceptos en todos los aspectos.

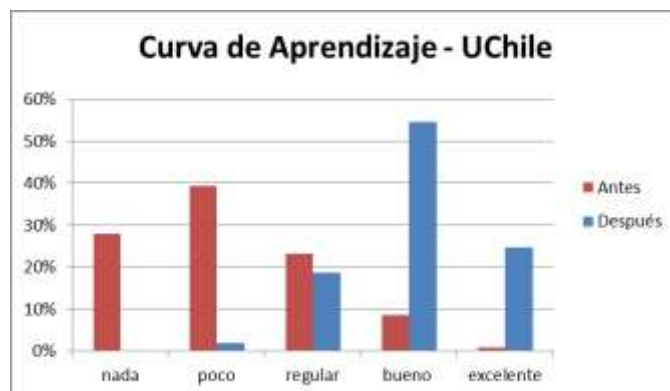


Fig. 4 Comparación de Resultados de Aprendizaje según encuesta 2011

#### B. Caso de estudio Universidad Tecnológica de Panamá

En el caso de la universidad panameña, se tuvo que identificar cuáles son los contenidos de los cursos previos al de la experiencia, dado que en las encuestas se observa en la figura 5, que ningún estudiante contesto excelentemente y solo un grupo de 20% de los estudiantes respondieron que tenían conocimientos regulares y bueno. Para este grupo de estudiantes se tuvieron que hacer mejoras una vez monitoreado e identificado el problema. La retroalimentación fue enfocada en motivarlos a investigar sobre los conceptos de mercado y luego a través de foros y debates llevados a cabo con este

grupo reducido de participantes lograríamos obtener finalmente el objetivo de alcanzar los RA inicialmente propuestos. Esto se logró como se aprecia al final, todos los estudiantes respondieron que conocían de conceptos de mercado eléctrico desde regular con un 12% a un 88% bueno a excelente.

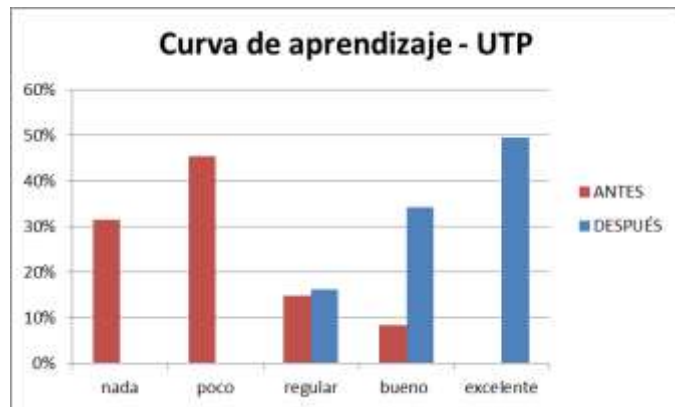


Fig. 5 Comparación de Resultados de Aprendizaje según encuesta 2014

### C. Comparación entre universidades

Los instrumentos de evaluación cuantitativos fue principalmente el informe final. Las notas obtenidas por las universidades durante los últimos años se muestran en la figura 6, donde se puede hacer una comparación cuantitativa entre ellas. Primero los valores Máximos rondan de 91/100, y los mínimos sobre los 51 a 61/100. En promedio nos indican un 85/100.

De estos valores se observa que las notas mínimas en los años 2010 y 2014 están muy bajas, acá se identificó que hubo grupos de participantes que no asistieron la cantidad de horas mínimas para participar de la experiencia afectando el rendimiento de los mismos al entregar la información solicitada. De esta parte se concluye que la realización de la experiencia está sujeta a la participación activa del estudiante y este debe asumir su rol como parte de su proceso de aprendizaje.

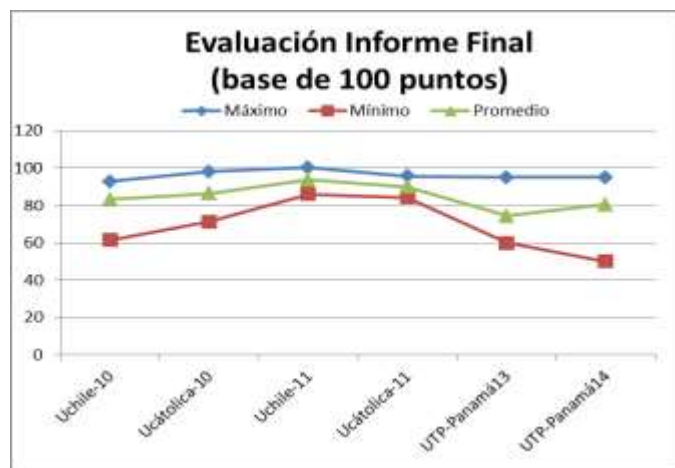


Fig. 6 Evaluación cuantitativa del informe final para cada universidad.

De los porcentajes de los RA obtenidos con la rúbrica para cada universidad se destaca el primer RA: *Comprende el diseño de los mercados eléctricos y la funcionalidad asociada a c/u de sus agentes*, en la figura 7, donde para el caso de la UTP 2013, no se aplicó adecuadamente la retroalimentación dando como resultado que mas del 60% lograran un resultado Regular.

Para el 2014, se observa un 55% de logro en forma Excelente de este RA, dejando claro que la estrategia de retroalimentación es clave para lograr resultados positivos. En cuanto a las universidad Chilenas el año 2011, tambien se mejoró la estrategia de retroalimentación mostrando, que todos los estudiantes alcanzaron esta competencia de forma Buena y Excelente.

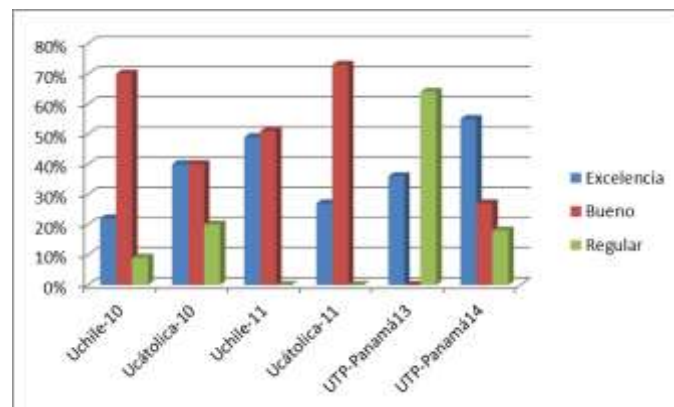


Fig. 7 Resultados de Aprendizaje según rúbrica para cada universidad

## IV. CONCLUSIONES

El proceso de enseñanza aprendizaje buscado al utilizar simuladores en temas de mercados eléctricos cumple el objetivo propuesto de este trabajo permitiendo medir nuevos conocimiento, es decir resultados de aprendizaje que permiten lograr pensamiento crítico, desarrollar habilidades que son importantes en el mundo profesional en el que se va a desarrollar. Se destaca que para lograr los objetivos propuesto el rol del docente a la hora de hacer las mejoras y la retroalimentación es un efecto importante a la hora de obtener resultados positivos, porque como quedo evidenciado sin una retroalimentación y participación con asistencia activa los RA no son logrados. Como trabajo futuro se deben desarrollar métricas más específicas que permitan medir cuantitativamente y cualitativamente al estudiante, al igual que definir una línea base contra que comparar la herramienta educativa en su conjunto.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la cooperación con el Prof. Hugh Rudnick en esta iniciativa con sus grupos de la Universidad Católica de Chile y al Prof. Rodrigo Palma de la Universidad de Chile por poner

sus grupos a disposición. Este artículo ha sido parcialmente financiado por SENACYT -SNI, Panamá.

#### REFERENCIAS

- [1] C. A. Bodnar, D. Anastasio, J. A. Enszer, D. D. Burkeyd, "Engineers at Play: Games as Teaching Tools for Undergraduate Engineering Students", *Journal of Engineering Education*, vol. 105, no. 1, pp. 147–200, Jan. 2016.
- [2] S. B. Klein, "Aprendizaje – Principios y Aplicaciones". McGraw Hill, España, 2006
- [3] P.M. Senge, "La Quinta Disciplina, El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje". Granica. 1990
- [4] L. Bedoya, "Lineamiento de metodologías para el desarrollo de una herramienta de aprendizaje para la comercialización de energía eléctrica en Colombia usando dinámica de sistemas e inteligencia artificial". Tesis de Maestría, Posgrado en Sistemas, Universidad Nacional de Colombia. 2001.
- [5] J.D.W. Morecroft, "Executive Knowledge, Models and Learning." *European Journal of Operations Research*, 59(1), 1992.
- [6] Electricity Market Activity Rules (non binding unofficial translation) [Online]. Available: <http://www.omie.es/inicio/normativa-de-mercado/reglas-omie>
- [7] J. Contreras, A.J. Conejo, S. de la Torre, M.G. Muñoz, "Power engineering lab: electricity market simulator," *IEEE Trans. Power Syst.* vol. 17, pp. 223–228, May. 2002.
- [8] Thai D. H. Cau, H. Outhred & I. MacGill "Using a market game as a tool for teaching strategic behavior in an electricity restructuring course", *Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC 2004)*. 26-29 September 2004, Brisbane, Australia.
- [9] J. Y. Guevara-Cedeño, R. Palma-Behnke, R. Uribe, "Experimental Economics for Teaching the Functioning of Electricity Markets", *IEEE Trans. Education*, vol. 55, no.4, pp. 1-8, Nov. 2012.
- [10] J. Guevara Cedeño, "Herramientas de Simulación en la Enseñanza de Tópicos Económicos en Ingeniería Eléctrica", *Proceedings of the 13th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology: Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?*, Santo Domingo, Dominican Republic, July 29 - 31, 2015.
- [11] M. E. Martínez, M. Raposo, "La rúbrica de evaluación como herramienta de evaluación formativa y sumativa", *Departamento de Didáctica, Organización Escolar e Métodos de Investigación – Facultad de Ciencias da Educación.- Universidad de Vigo*, 2011
- [12] M. E. Martínez, M. Raposo, "La rúbrica en la tutorización de trabajos en grupo: opiniones y valoraciones", en: *Vicerrectoría de Formación e Innovación Educativa, "IV Jornadas de Innovación Didáctica"*, Universidad de Vigo, 2009.