

## Técnicas de simulación aplicadas a ingeniería como estrategia de aprendizaje

IBARRA, Eduardo†\*, LEÓN, Eric, GONZÁLEZ, Mayra y MARTÍNEZ, Karla

Recibido 2 de Junio, 2017; Aceptado 8 de Septiembre, 2017

### Resumen

Los artificios de simulación aplicados a las áreas de formación en ingeniería, resultan ser importantes para el análisis, diseño y modelado de sistemas y/o procesos complejos, que desembocan en aplicaciones palpables para una buena práctica profesional. Con el objetivo de desarrollar competencias que potencialicen los aprendizajes, y que ayuden a una mejor connotación y representación de los contenidos analizados en la etapa formativa del estudiante, se ha desarrollado una investigación que evalúa cuáles deben ser las consideraciones y factores a tomar en cuenta para incluir una herramienta de este tipo como complemento a una asignatura o curso, y con base en los resultados analizar sobre la efectividad de su implementación en las diferentes modalidades de educación del Instituto Tecnológico de Pachuca (educación a distancia y educación presencial). Se describe como una investigación aplicada, cuantitativa de corte longitudinal, cuyos resultados derivados de la aplicación, fueron analizados durante 4 semestre consecutivos. De la investigación se obtiene que el empleo de simuladores proporciona al estudiante un panorama mas amplio sobre la forma en que se operan diversos sistemas haciendo mas significativo, comprensible y motivante el aprendizaje. Son estrategias que porporcionan una alternativa adicional en el proceso formativo a través de la virtualización.

### Simulación, Emulación, RV

### Abstract

Simulation artifacts applied to engineering training areas are important for the analysis, design and modeling of complex systems and /or processes, leading to palpable applications for good professional practice. In order to formalize a development of competences that enhance learning, and that help to better connotation and representation of the contents analyzed in the formative stage of the student, an investigation has been developed that evaluates, what should be the considerations and factors to take into account to include a tool of this type as a complement to a subject or course, and based on the results obtained after its application in 4 study periods, which in a quantitative way, will allow us to analyze the effectiveness of its implementation in the different education modalities of the Instituto Tecnológico de Pachuca (distance education and classroom education). Helping to study their benefits in both circumstances, which also allow inferences on how they should be organized and applied to improve the results obtained by students and thus to project better reach of these elements, considering them as an additional alternative in the formative process including new trends such as virtualization.

### Simulation, Emulation, VR

**Citación:** IBARRA, Eduardo, LEÓN, Eric, GONZÁLEZ, Mayra y MARTÍNEZ, Karla. Técnicas de simulación aplicadas a ingeniería como estrategia de aprendizaje. Revista de Teoría Educativa. 2017. 1-1:1-12.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

\*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: ngeibarra91@hotmail.com

**Introducción**

La simulación es una herramienta que se está diseminando alrededor del mundo, a través de su aplicación en diferentes profesiones y áreas disciplinares. La investigación basada en simulación, presenta sin lugar a dudas un mejor análisis y crecimiento de los sistemas de trabajo, con base en pruebas de dispositivos y procedimientos en ambientes controlados.

El proceso de enseñanza aprendizaje debería estar apoyado por herramientas y estrategias que permitan que los conocimientos teóricos analizados sean más palpables a través de espacios donde se promueva el desarrollo de competencias tranversales tales como:

- Investigar.
- Experimentar.
- Tomar decisiones.
- Lograr objetivos.

Para ello las instituciones educativas deben considerar el desarrollo de métodos de trabajo experimental, por medio de actividades implementadas en laboratorios didácticos en donde los contenidos demanden la participación activa y constante por parte del estudiante, con el objetivo de que éste sea capaz de identificar, comprender y proponer alternativas de solución a diversos problemas propuestos por el facilitador de la materia.

La formación utilizando ambientes virtuales de aprendizaje ha sido poco investigada, por lo que existe escasa información sobre cómo abordar procesos formativos de manera apropiada, dada la rigidez tradicional que pueden presentar las materias estudiadas.

Por lo tanto es importante implementar estrategias y alternativas pedagógicas y didácticas que permitan reforzar conceptos, promover la interacción del usuario a través de diferentes elementos que conlleven a la familiarización del estudiante con ambientes a los que se puede llegar a enfrentar, adquiriendo el conocimiento para el mejor manejo y reacción ante situaciones dadas, siguiendo la metodología de aprender haciendo.

En este artículo se realiza una investigación que aborda la importancia de implementar herramientas de simulación como complemento a los cursos impartidos en el Instituto Tecnológico de Pachuca, en sus dos modalidades: presencial y a distancia. Se presentan los fundamentos teóricos básicos que acompañan la descripción de la metodología, sus resultados y conclusiones

**Hipótesis**

El empleo de un simulador virtual como herramienta de enseñanza-aprendizaje, permitirá mejorar el rendimiento académico de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Pachuca en las asignaturas objeto de análisis.

**Planteamiento del problema**

Se debe tener en cuenta que el entorno ha cambiado de manera importante, y que el sistema productivo al que los egresados de las instituciones de educación superior se enfrentan ha evolucionado; la prioridad ya no se centra del todo en las materias que los estudiantes cursan, sino que también se consideran otros aspectos como la información, la experiencia, el ámbito conceptual, científico y tecnológico, por lo que el uso de las herramientas de simulación se ha convertido en un área de oportunidad importante que las instituciones deben plantearse.

Si la sociedad y la economía actual están basadas en el conocimiento, el proceso de formación profesional debe seguir un camino diferente al tradicional, las instituciones no pueden seguir enseñando a memorizar y a recordar, sino que se debe implementar el uso de herramientas que permitan aplicar el conocimiento adquirido en la teoría.

Esta necesidad se ve reflejada en el desempeño de los estudiantes en materias donde se requiere la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos, no tanto por el desconocimiento de los conceptos esenciales, sino del escenario en el cual el estudiante se está desempeñando en ese momento, y que en la mayoría de los casos guarda una estrecha relación con el medio profesional, que por lo general implementa herramientas sofisticadas.

### Herramientas de simulación

Un simulador, definido por Cervera, M. (2010), es un programa de computadora que tiene como objetivo representar situaciones de la vida real que se pueden aplicar a cualquier área. La técnica de simulación pone a disposición de los usuarios funciones que permiten investigar diversas situaciones y probar distintos casos en diferentes áreas de aplicación, en la actualidad existen diversas áreas temáticas que permiten la aplicación de tales herramientas.

Las características principales y las grandes ventajas que brindan estas herramientas son:

- El objetivo es emular la realidad
- Manejo de entornos y sus variables, mismas que muestran su relación con el medio (variables controladas).
- Desarrollo de pensamiento lógico.
- Capacitación y entrenamiento de adaptación frente al cambio.

- Posibilidad de equivocaciones sin riesgos.
- Representaciones de escenarios futuros.

### Objetivos de las herramientas de simulación

Estas herramientas resultan útiles porque permiten a los estudiantes practicar sus habilidades, competencias y acciones en un entorno sin riesgo, ya que es posible emitir opiniones, implicarse, incorporar y participar en un rol dentro en una situación real (o similar a la realidad), considerando variables controladas, con el objeto de escoger sus propias opciones, sin dejar de lado el aspecto del “andamiaje”, ya que al estudiante se le proporcionan detalles y se le proponen alternativas de solución dado un problema.

Después, en el mismo escenario propuesto y tomando como base la relación de las variables elegidas, se explican los resultados de tales relaciones, los cuales pueden ser variados y se obtienen retroalimentaciones por parte de la propia herramienta que son complementados por el docente, permitiendo compartir reflexiones, análisis, errores y aciertos.

### Consideraciones para implementar una herramienta de simulación

Además de sus características básicas, resulta trascendental considerar que la simulación debe plantear situaciones de interés para los estudiantes, a fin de lograr el aprendizaje de un determinado contexto, dependiendo de la naturaleza del material y de los propósitos del curso y la materia en la que se implementa. Existen varios factores que influyen en la elección de una herramienta de simulación, entre los más importantes se pueden señalar los siguientes:

Identificar aquellos programas y sistemas de simulación que se encuentren basados y desarrollados en software libre, considerando sus características, funcionalidad así como los requerimientos técnicos para su aplicación.

Diseñar material educativo que sirva como guía para implementar la herramienta, así como definir la metodología didáctica apropiada.

### Contextos de simulación

En cualquier lugar donde se utilice la simulación, resulta de vital importancia concebir la base de donde será implementada y bajo qué condiciones se dará cabida a su implementación. En algunos momentos es fácil dejarse arrastrar por las posibilidades técnicas así como de sus grandes beneficios de las herramientas y esto trae diversas posturas respecto a cómo utilizar la simulación dado que ciertos objetivos no podrían estar del todo claros.

Se define como ambiente de simulación a todas las actividades que reúnen a las personas en el tiempo y en el espacio en torno a una herramienta de esta índole (Dieckmann, 2009) y si se habla de ambientes educativos, se puede decir que tienen el objetivo de brindar una variedad de oportunidades de aprendizaje para cada uno de los participantes, en los ambientes de investigación, el objetivo apunta a responder preguntas de investigación y ambos contextos apuntan a difundir variaciones y resultados con base en demostraciones.

Cada ambiente y entorno de simulación puede ser vista como una “práctica” dentro de la cual las personas toman uno o varios papeles importantes, que constantemente guardan interacción entre sí, ya sea con la herramienta de simulación o con otros equipos, con el objetivo de alcanzar metas individuales o compartidas.

Si se observa desde el punto de vista educativo, los roles que se definen son los de instructores y alumnos, los primeros son las personas responsables de crear una gran variedad de oportunidades de aprendizaje, mientras que los segundos se encargan de aprovechar y potenciar dichas oportunidades, integrando equipos de trabajo y fomentando un espíritu autodidacta.

En un ambiente de aprendizaje existen otros factores que impactan en la aplicación de la herramienta de simulación adecuada, además del contexto en que se integren, ya que puede haber limitantes y requisitos conceptuales impuestos por los programas educativos en los que el curso es desarrollado; se consideran además las limitaciones físicas, si hacemos alusión al personal y el equipamiento disponible.

### Metodología

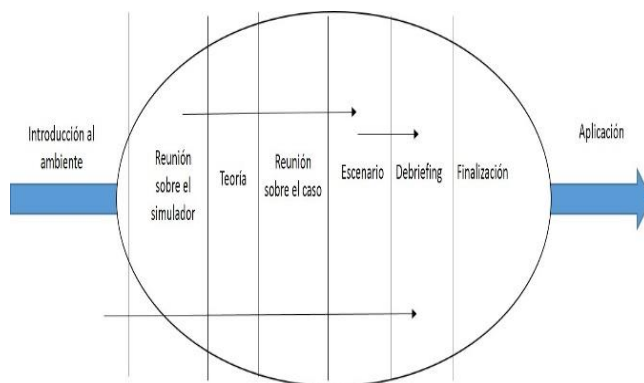
La metodología cuantitativa - longitudinal que se utilizó en esta investigación, permite hacer inferencias sobre la obtención de datos y variables provenientes de una muestra de 106 estudiantes distribuidos como se puede observar posteriormente en la tabla 1. El empleo de listas de cotejo permitió evaluar la efectividad del uso de las herramientas de simulación dentro de los cursos impartidos, que nos permitirán verificar y validar su efectividad al finalizar el periodo de estudio.

En el Instituto Tecnológico de Pachuca se han implementado herramientas de simulación como apoyo didáctico en los programas de estudio. Permitiendo a los estudiantes de diversas ingenierías poner en práctica los conceptos teóricos que se analizan en las aulas. Además de que se consideran a tales herramientas como complemento a los cursos para la consecución de las competencias planteadas en los inicios de la asignatura.

Estas herramientas de simulación han sido implementadas en clases presenciales así como en cursos en línea, es decir, educación a distancia, modalidad que ofrece la institución. En donde los resultados obtenidos han demostrado con creces que el uso y aplicación de estos artilugios de simulación promueven un muy buen avance en el apoyo de los cursos impartidos como a continuación se describe.

### ¿Cómo implementar un ambiente de simulación en un curso?

Siguiendo el estudio propuesto por Dieckmann, 2009 es posible dividir un ambiente de simulación en seis partes conectadas entre sí, que no necesariamente deben de estar presentes en su totalidad para la implementación de un instrumento de simulación, así mismo algunas fases podrían estar repetidas como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1** Fases para la implementación de un ambiente de simulación (Adaptado de Dieckmann, 2009)

A continuación se describen de manera breve cada una de las fases de implementación.

**Introducción al ambiente:** informar a los participantes sobre lo que el curso abordará y cómo será implementada la herramienta de simulación, en donde es importante que se consideren las expectativas de los participantes quienes utilizarán tal elemento.

**Reunión sobre el simulador:** este podría representar el primer contacto directo con la herramienta por parte de los participantes, ya que es aquí donde lo conocen, interactúan con el entorno, lo exploran, solicitan ayuda sobre su manejo e investigan sobre los elementos que lo componen, es de vital importancia abordar esta fase, dado a que es en este punto donde los participantes deben sentirse cómodos con el uso de la herramienta.

**Teoría:** en esta fase se implementa un complemento teórico y técnico que es utilizado para sacar mayor potencial a la herramienta.

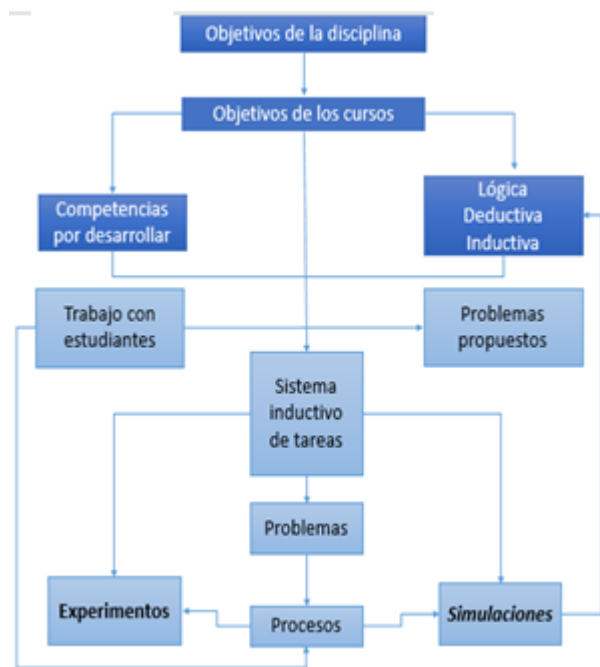
**Reuniones sobre el caso:** en este punto los participantes reciben por parte del docente, información concerniente a las simulaciones realizadas durante el curso. Así mismo, se consideran algunas cuestiones que pueden aportar una riqueza sustancial al trabajo realizado:

- ¿Qué se está haciendo?
- ¿Por qué estamos en esta situación?
- ¿Qué se espera obtener?

**Escenario y Debriefing:** Los escenarios representan las bases de las experiencias de las simulaciones, en él se establecen las relaciones entre las variables implicadas y se analiza su comportamiento para llegar a una toma de decisiones que a su vez genere nuevas situaciones para realizar deducciones e inferencias, que después serán discutidas y analizadas desde diferentes perspectivas, a este punto se le conoce como debriefing.

**Finalización:** Podría verse como el debriefing en general (Dieckmann, 2009). En esta fase se cierra el curso, y es aquí donde se hacen las conclusiones a las que se ha llegado con respecto al uso e implementación de una herramienta de simulación en la asignatura estudiada.

Tomando en cuenta las fases que implica implementar una herramienta de simulación dentro de un curso, podríamos resumir tales consideraciones como se muestra en la Figura 2:



**Figura 2** Metodología para la implementación de simuladores

Fuente: Elaboración propia, 2017

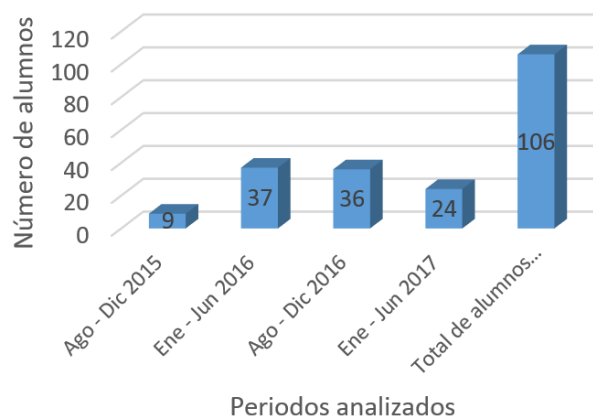
Mismas que sirvieron como punto de partida para implementarse en diversas asignaturas, ya que primero se debe realizar este tipo de análisis y determinar así la factibilidad de uso de estos instrumentos. Para sustentarlo se ha realizado un seguimiento puntual de esta implementación en los periodos de trabajo que se indican en la siguiente Tabla 1:

Periodo	Carrera	Materia	No. alumnos	Modalidad
Agosto – Diciembre 2015	Ingeniería en sistemas computacionales	Principios eléctricos y aplicaciones digitales	5	Educación a distancia Unidad Jacala
		Lenguajes y autómatas II	4	
Enero – Junio 2016	Ingeniería Industrial.	Electricidad y electrónica industrial	21	Educación a distancia Unidad Sahagún
	Ingeniería en Tecnologías de la información y comunicaciones	Seguridad en TI.	16	Presencial Instituto Tecnológico de Pachuca
Agosto – Diciembre 2016	Licenciatura en administración.	Informática administrativa.	13	Educación a distancia Unidad Jacala
		Matemáticas aplicadas a la administración	23	
Enero – Junio 2017	Ingeniería industrial.	Física	9	Educación a distancia Unidad Sahagún
		Electricidad y electrónica industrial	10	
	Ingeniería en sistemas computacionales	Principios eléctricos y aplicaciones digitales	5	Educación a distancia Unidad Jacala.

**Tabla 1** Periodos de estudio, número de alumnos y cursos en los que fueron aplicadas de herramientas de simulación

Fuente: Elaboración propia, 2017

En el Gráfico 1 se muestra la cantidad de alumnos participantes en cada uno de los periodos mencionados, y que posteriormente serán descritos brevemente.



**Gráfico 1** Cantidad de alumnos que incluyeron una herramienta de simulación como apoyo a sus cursos

Fuente: Elaboración propia, 2017

### Periodo Agosto – Diciembre 2015

En este periodo se impartieron las materias de Lenguajes y autómatas II y Principios eléctricos y aplicaciones digitales, en la modalidad de educación a distancia, para las cuales en un principio los contenidos temáticos se abordaban en su mayoría de manera teórica, lo que trajo muchas inquietudes por parte de los estudiantes sobre el cómo aplicar los elementos teóricos en un entorno práctico, sabiendo que se debe considerar el acceso a los recursos necesarios para lograr realizar actividades prácticas que cumplieran con las expectativas de las materias por parte de los estudiantes.

Por tal motivo se optó por realizar un estudio sobre el empleo de herramientas de TI que permitiera abordar cabalmente dicha cuestión. Esta investigación dio como resultado que, si se emplean artificios de simulación, se podría cubrir este factor, lo cual resultaría trascendente para el alcance de las competencias establecidas en los programas de estudio mencionados. Para ello se promovió el uso de herramientas gratuitas y de fácil acceso. Por lo tanto, para este periodo se utilizaron las herramientas que se indican en la Tabla 2:

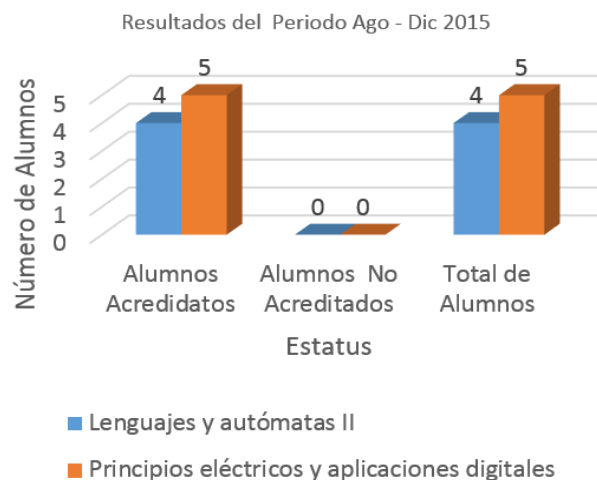
Materia	Herramienta de simulación
Lenguajes y autómatas II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones Java</li> <li>• Servlets, y API's</li> </ul>
Principios eléctricos y aplicaciones digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteus.</li> <li>• Simulador Digital</li> </ul>

**Tabla 2** Herramientas utilizadas en las materias del periodo Agosto-Diciembre 2015

Fuente: *Elaboración propia, 2017*

Cada una de estas herramientas permitió que el curso fuera más completo y que los conocimientos y habilidades desarrolladas tuvieran un papel más significativo, tanto para los estudiantes como para los docentes, abriendo un panorama más amplio sobre cómo establecer escenarios demostrativos y cómo actuar bajo variables controladas, dependiendo el curso.

Los resultados se evidencian a través del número de alumnos acreditados en cada una de las materias, como se muestra en el Gráfico 2:



**Gráfico 2** Resultados obtenidos en el periodo Ago.-Dic 2015 en donde se utilizaron herramientas de simulación  
Fuente: *Elaboración propia, 2017*

### Periodo Enero – Junio 2016

Considerando los avances obtenidos en el periodo anterior, se propuso implementar nuevas herramientas que, además de ser actuales, permitieran su introducción a diversos cursos impartidos en la modalidad de educación a distancia, por lo que también fue necesario recurrir a nuevos artificios que impulsaran tal avance (hardware), para ello se realizaron diversas instalaciones y configuraciones de equipo de TI, de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Habilitación de un área de contacto semipresencial equipado con computadoras, micrófonos, altavoces, pizarras y software de apoyo (ebeam, Zoom, Skype).
- Instalación de tabletas y pizarras en equipos que se encuentran en el módulo de educación a distancia así como su respectivo software de apoyo (Bamboo).

Estas condiciones han permitido el uso de nuevas herramientas de simulación que se han adherido a las establecidas en el periodo previo. Los cursos y las herramientas aplicadas en la modalidad de educación a distancia se reflejan en la Tabla 3.

Materia	Herramienta de simulación
Electricidad y electrónica industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteus.</li> <li>• Simulador Digital</li> <li>• Fritzing</li> <li>• Crocodile</li> </ul>

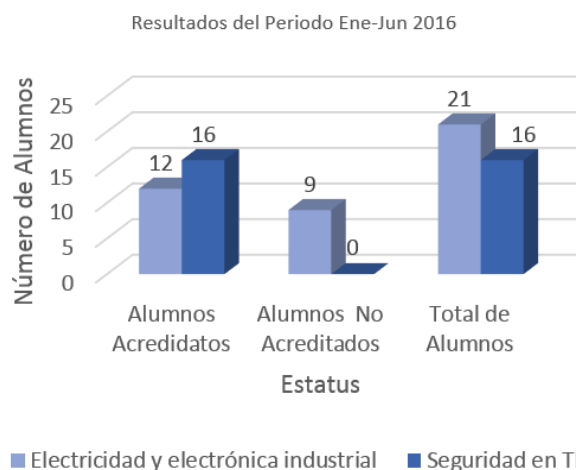
**Tabla 3** Herramientas utilizadas en las materias del periodo Enero-Junio 2016 modalidad a distancia  
Fuente: *Elaboración propia, 2017*

Como se puede apreciar, el número de herramientas de apoyo aumentó y ello significó acercar a los alumnos elementos que les permitieran trabajar con el objeto de comprender mejor los contenidos y bases teóricas, simulando, investigando y analizando los comportamientos observados y trabajados en las sesiones de clase. En la modalidad presencial, se han aplicado una gran diversidad de artificios y herramientas que han permitido a los estudiantes estudiar, analizar y reforzar sus conocimientos, guiados por el docente que se encuentra al frente del curso. En este estudio analizamos concretamente la asignatura de Seguridad en TI para la Ingeniería en Tecnologías de la Información y comunicaciones, en la cual se utilizaron las siguientes herramientas que se enlistan en la Tabla 4.

Materia	Herramienta de simulación.
Seguridad en TI.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas desarrollados en JAVA.</li> <li>• Máquinas virtuales (VMWare y Virtual Box).</li> <li>• Kali Linux</li> </ul>

**Tabla 4** Herramientas utilizadas en las materias del periodo Enero-Junio 2016 modalidad presencial  
Fuente: *Elaboración propia, 2017*

Tales instrumentos permitieron abordar de una manera más práctica y segura los contenidos que la materia sugiere, implementando servicios virtualizados y herramientas de Ethical Hacking, seguridad informática, buenas prácticas y aplicación de legislación de TI. Tales instrumentos empleados ayudaron a proteger la integridad de los equipos de cómputo de los estudiantes, así mismo, permitió profundizar en las nuevas tendencias de TI, como lo es la virtualización de máquinas y servicios, tales tendencias deben de ser consideradas para ser estudiadas y posteriormente implementadas como complemento al uso de simuladores. Los resultados obtenidos, en este periodo se muestran en el Gráfico 3.



**Gráfico 3** Resultados obtenidos en el periodo Ene.-Jun 2016 en donde se utilizaron herramientas de simulación en materias de educación a distancia (Electricidad y electrónica industrial) y presenciales (Seguridad en TI.)  
Fuente: *Elaboración propia, 2017*



### Periodo Agosto – Diciembre 2016

Tomando como base los avances obtenidos una vez implementadas las herramientas de simulación, se ha considerado extender aún más el uso de estos instrumentos, enfocándolos a otras disciplinas, cuya complejidad, en algunos de los casos, presenta dificultad para algunos estudiantes, en este periodo se utilizaron elementos que permiten analizar y comprender algunos razonamientos matemáticos, y a partir de ellos realizar un estudio más a fondo sobre los mismos. Sin dejar atrás los resultados obtenidos hasta esta fecha.

La Tabla 5 enlista los instrumentos implementados para este periodo, así como las materias respectivas en las que fueron utilizados.

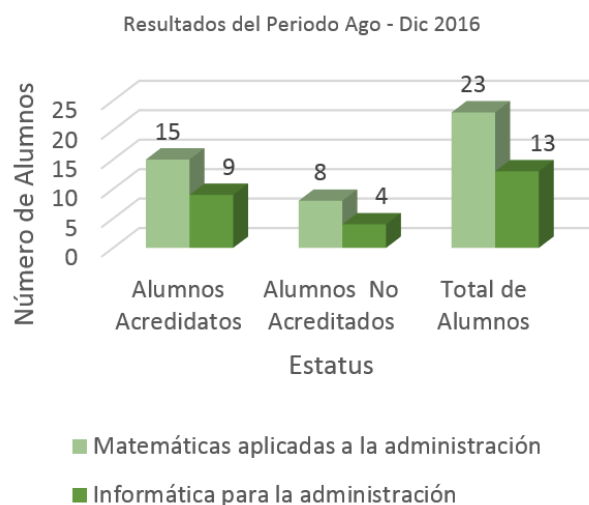
Materia	Herramienta de simulación.
Matemáticas aplicadas a la administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones JAVA.</li> <li>• Geogebra</li> </ul>
Informática para la administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquinas virtuales (VMWare y Virtual Box).</li> </ul>

**Tabla 5** Herramientas utilizadas en las materias del periodo Agosto-Diciembre 2016

Fuente: *Elaboración propia, 2017*

Cabe mencionar, que una vez más se implementó el uso de servicios virtualizados, con la diferencia de que ahora tuvieron lugar en cursos de educación a distancia, en donde el trabajo por parte de los estudiantes fue enriquecedor y permitió obtener otro enfoque hacia esta tendencia. En la parte matemática, significó un paso importante, dado que se permitió abordar y estudiar más a fondo los comportamientos de funciones matemáticas, ecuaciones, características de éstas, relaciones entre variables, etc. Lo que plantea un nuevo panorama sobre cómo seguir enriqueciendo esta parte demostrativa hacia los estudiantes, tomando en cuenta que en la actualidad existe una amplia variedad de programas destinados a un análisis matemático.

Sin embargo, como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, la herramienta de simulación que se desea implementar debe ser evaluada previamente, y dicha evaluación involucra, dentro de sus factores más importantes, costos y accesibilidad, así como infraestructura tecnológica del medio en que va a ser implementado. Los resultados obtenidos en este periodo, considerando el número de alumnos acreditados se demuestran en el Gráfico 4:



**Gráfico 4** Resultados obtenidos en el periodo Ago.-Dic 2016 en donde se utilizaron herramientas de simulación en materias de ciencias exactas (Matemáticas) y Administrativas (Informática)

Fuente: *Elaboración propia, 2017*

### Periodo Enero – Junio 2017

Para este periodo, se determinó establecer el uso de las herramientas conocidas y enfocarlas a otros cursos, con el propósito de seguir una constante de crecimiento en tal aspecto. Se utilizaron los siguientes elementos, tal y como se muestra en la Tabla 6.

Materia	Herramienta de simulación.
Física.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtual Crash</li> <li>• Bridge Builder</li> </ul>
Electricidad y electrónica industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteus.</li> <li>• Simulador Digital</li> </ul>
Principios eléctricos y aplicaciones digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fritzing</li> <li>• Crocodile</li> </ul>

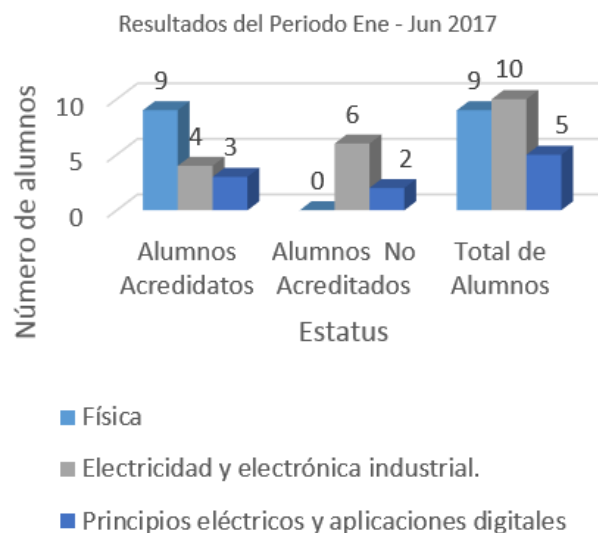
**Tabla 6** Herramientas utilizadas en las materias del periodo Enero-Junio 2017

Fuente: *Elaboración propia, 2017*

Si tomamos como ejemplo la materia de física, encontramos programas que nos permiten simular, fuerzas de impacto, trayectorias, aceleración, rapidez, resistencia de materiales, tensiones, etc.

Así mismo se pudo llevar a un nivel más detallado escenarios diseñados en cursos anteriores, que permitieron obtener mejores resultados en los estudios de los alumnos al momento participar en estos ambientes.

Se ha realizado un análisis, sobre cómo implementar dichos elementos de simulación hacia otras áreas. Por ejemplo: el uso del simulador digital para la materia de Arquitectura de computadoras, la Virtualización de servicios de gestión de riesgos para materias de Administración, Ingeniería Industrial, Ingeniería en sistemas Computacionales, Ingeniería en TIC's por mencionar algunas, considerando los resultados de este periodo analizado, los cuales se presentan en el Gráfico 5:



**Gráfico 5** Resultados obtenidos en el periodo Ene.-Jun 2017 en donde se utilizaron herramientas de simulación en materias de ciencias exactas (Física) y materias análisis de circuitos

Fuente: *Elaboración propia, 2017*

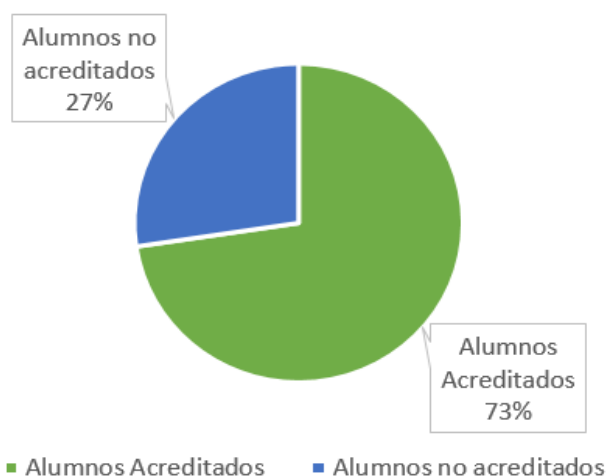
## Resultados y Recomendaciones

En la teoría constructivista de aprendizaje se considera al estudiante como un agente activo en la adquisición del conocimiento. La información no es ofrecida al estudiante de manera expositiva, sino que el aprendizaje se promueve de forma en que el estudiante por sí mismo debe ser quien construya su propio conocimiento, mediante la indagación, resolución de problemas y los razonamientos hipotético-deductivos. Njoo y de Jong (1991) consideran el aprendizaje exploratorio es importante, ya que los contenidos conceptuales pueden ser aprendidos mejor y con más profundidad, a la vez que se aprenden contenidos procedimentales. Por lo tanto la simulación se adapta adecuadamente a una estrategia de aprendizaje exploratorio, esto se sustenta por que se oculta un modelo que el estudiante debe descubrir, dado a que él está situado en un mundo intermedio entre lo concreto y lo abstracto que le ayuda a progresar de la fase concreta del desarrollo teórico a su fase formal.

Como se ha hecho mención se presentó una mejora paulatina desde las primeras implementaciones de herramientas de simulación hasta los periodos de estudio recientes, donde se destaca la investigación previa a tal empleo de la herramienta, evaluando la naturaleza de las materias, así como sus contenidos, para determinar el mejor elemento destinado a la tarea del simulador.

El Gráfico 6 muestra el resultado obtenido en los periodos mencionados considerando la totalidad de los estudiantes que han participado en el aprovechamiento de las herramientas de simulación.

Aprovechamiento de las herramientas de simulación.



**Gráfico 6** Porcentaje de aprovechamiento de las herramientas de simulación de acuerdo a las materias y periodos en los que fueron implementados

*Fuente: Elaboración propia, 2017*

En dos de los periodos analizados se añadieron herramientas de virtualización, para fortalecer el uso de elementos de simulación, encontrando un área de oportunidad importante para nuevos cursos. Por lo que se sugiere investigar la manera en que estos pueden interactuar de acuerdo a sus características, considerando que la virtualización de servicios está teniendo un crecimiento importante en la actualidad.

Para los cursos de Educación a distancia deben considerarse y analizarse de manera más detenida las condiciones adecuadas para utilizar herramientas de simulación, y explotar todo su potencial. Ya que es un factor importante para comprender y alcanzar las competencias sugeridas por las asignaturas, ya que como se apreció en este trabajo, un gran porcentaje del éxito del uso de estas herramientas depende de un estudio previo de las mismas. Entender el contexto, evaluar costos e infraestructuras tecnológicas y accesibilidad son vitales para tal efecto.

### Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a la unidad de Educación a distancia y al departamento de Sistemas y computación del Instituto Tecnológico de Pachuca, por las facilidades ofrecidas para el desarrollo de este artículo

### Conclusiones

La implementación de herramientas de simulación en cursos de ingeniería ha significado un avance importante en el desarrollo de competencias para los estudiantes. Dichos elementos no solo se limitan a la educación presencial, sino que dan una perspectiva más amplia a los estudiantes independientemente de la modalidad en que se aborden.

Si se desea implementar herramientas de simulación en cursos, ya sea presenciales o virtuales, debe realizarse un estudio de los objetivos de la disciplina sobre la cual se desprenden las asignaturas, después hay que realizar un análisis profundo sobre las competencias específicas a desarrollar. Una vez fundamentada esta primera parte.

Se debe de proceder a evaluar el instrumento de simulación que será implementado, considerando principalmente sus costos, su accesibilidad, la infraestructura tecnológica, así como el contexto en la cual será introducida.

## Referencias

- Dieckmann, P. (Ed). 2009 Using simulations for education, training and research. Lengerich; Pabst.
- Gisbert Cervera, M., & Cela-Ranilla, J., & Isus Barado, S. (2010). Las simulaciones en entornos TIC como herramienta para la formación en competencias transversales de los estudiantes universitarios. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11 (1), 352-370.
- Heredia, Alberto B. (2005). *Materiales de Formación Tecnológica en Ambientes Virtuales de Aprendizaje*. <http://www.tecsup.edu.pe/webuds/web/publicacion/publicacion10/index.htm>
- Martinez Aldanondo J. Contenidos (2002) -learning: El rey sin corona. <http://www.gestiondelconocimiento.com/leer.php?colaborador=javitomar&id=246>
- Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, vol. 2, n° 3, 330-343.
- Sierra, J.L. (2005). Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato. Centro de Investigación y documentación Educativa. N° 167 de la colección Investigación. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Teodoro, V.T. (2003). *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling*. Tesis postdoctoral. Universidad Nova de Lisboa. <http://modellus.fct.unl.pt/mod/resource/view.php?id=334>
- Vreman-de Olde, C. y de Jong, T. (2006). Scaffolding learners in designing investigation assignments for a computer simulation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 63-73.
- Vreman-de Olde, C. y de Jong, T. (2006). Scaffolding learners in designing investigation assignments for a computer simulation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 63-73.