

**Influencia del uso de *software* de simulación como una herramienta pedagógica de apoyo al proceso de enseñanza–aprendizaje de la asignatura Redes y Comunicaciones de Datos, en la carrera de Ingeniería de Sistemas**

*Influence of the Use of Simulation Software as an Educational Tool Supporting Teaching-Learning Process in the Subject Data Communication and Computer Networks, on Systems Engineering Degree Course*

Paúl Fernando Chérrez Vintimilla<sup>1\*</sup>

Andrés Sebastián Quevedo Sacoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

\*Autor para la correspondencia. pfcherrezv@ucacue.edu.ec

**RESUMEN**

Aplicar los conceptos teóricos adquiridos en ejercicios prácticos y situaciones reales permite que los estudiantes puedan alcanzar un aprendizaje significativo. La carrera de Ingeniería de Sistemas no cuenta con un laboratorio de redes, por lo que se presenta como solución a este problema el uso del *software* de simulación *Packet Tracer* en la asignatura de Redes y Comunicaciones de Datos. La evaluación de la influencia del uso del simulador se aplicó en dos periodos diferentes en la carrera. Esto mostró claramente que el aprendizaje se potenció con el uso del simulador, existió una mayor motivación para la resolución de problemas y una valoración positiva de su uso por parte de los estudiantes. El simulador como una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza–aprendizaje tiene una incidencia positiva en gran medida, por lo que se recomienda sea utilizado por los docentes de esta área.

**Palabras clave:** simulador, *Packet Tracer*, Redes, TIC, proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **ABSTRACT**

*The practical application of theoretical concepts to real-life situations allows students to considerably learn. The Systems Engineering degree course does not have a networking lab, which is why the use of Packet Tracer as a simulation tool in the subject Data Communication and Computer Networks is suggested as a solution to this problem. The use of the software was assessed at two different times of the degree course. This clearly showed that learning was fostered by using the simulator, that students were more motivated to problem solving, and that they judged the software to be positive. The software as a support tool has a positive influence on teaching-learning process to a great extent and therefore it is suggested professors that they use it.*

**Keywords:** *simulator, Packet Tracer, computer networks, Information and Communication Technologies, teaching-learning process.*

Recibido: 17/4/2018

Aceptado: 7/5/2018

## **INTRODUCCIÓN**

Las redes de datos se han convertido en un eje esencial en la vida de las personas y sus avances han revolucionado de forma significativa las comunicaciones en todo el mundo. Para los ingenieros de sistemas constituye un área profesionalizante y de mucha importancia. Su correcto aprendizaje permitirá al futuro profesional desempeñarse en diferentes cargos en el sector público y privado. El aprendizaje de las asignaturas relacionadas con las redes de datos presenta dificultades por la cantidad de información y los muchos conceptos complejos de entender.

En la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca, Sede Azogues, se procura utilizar los elementos tecnológicos disponibles que permitan mejorar el aprendizaje de asignaturas técnicas con extenso material teórico.

La asignatura de Redes y Comunicaciones de Datos II, de la Carrera de Ingeniería de Sistemas, requiere de laboratorios con equipos costosos que permitan aplicar los conceptos teóricos abordados y, mediante la experiencia práctica, convertirlos en conocimiento significativo. Lamentablemente la carrera no cuenta con un laboratorio de equipos para redes de datos que haga posible la realización de prácticas. Como alternativa a este problema se presenta la oportunidad del uso de *software* de simulación que permita resolver problemas prácticos y tener una experiencia muy cercana a la realidad.

Esta experiencia docente intenta demostrar la influencia positiva de uso del simulador *Packet Tracer* en el aprendizaje de la asignatura de Redes y Comunicaciones de Datos II, mediante una evaluación de resultados y criterios de los estudiantes para el uso de esta herramienta como un elemento de apoyo importante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las TICs forman parte fundamental de la vida de las personas en todos los ámbitos. La educación no puede ser la excepción, por lo que resulta de mucha utilidad mediar el aprendizaje con el uso de tecnología que permita la motivación necesaria por parte de los estudiantes y que posibilite una experiencia práctica para apropiarse del nuevo conocimiento, de manera especial en asignaturas que tienen un porcentaje importante de conceptos teóricos y complejos de asimilar, situación que con frecuencia ocurre en las áreas técnicas como las ingenierías.

## **1. MODELO PEDAGÓGICO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

El Modelo Pedagógico declarado por la Universidad Católica de Cuenca es el de la Formación Integral del Estudiante. Tiene como base los fundamentos pedagógicos del Constructivismo y la Pedagogía Crítica.

El Constructivismo es la teoría que pretende la formación de personas como sujetos activos, capaces de tomar decisiones y emitir juicios de valor; lo que implica la participación activa de profesores y estudiantes que interactúan en el desarrollo de la clase para construir, crear, facilitar, liberar, preguntar, criticar y reflexionar sobre la comprensión de las estructuras

profundas del conocimiento. Los representantes más importantes de este modelo son Jean Piaget, Lev Vygotsky y David Ausubel.

El modelo de la Pedagogía Crítica determina el intercambio de conocimientos y experiencias entre «iguales», en forma crítica y creativa. Se centra en el desarrollo de la personalidad y sus capacidades cognitivas; estudiantes y docentes flexibles, capaces de resolver diferentes problemas; el maestro será el facilitador, estimulador de experiencias, mediador en búsqueda de hipótesis.

Los aportes de los dos modelos contribuyen a la formación integral del estudiante. Para esto, el contexto del proceso enseñanza–aprendizaje toma como base los cambios vertiginosos de la realidad por los avances de la ciencia, tecnología, abundante información impresa y en la web, interconexiones de la era digital, renovadoras tecnologías de información y comunicación, de redes sociales, nuevos lenguajes y formas de comunicación, etcétera.

Para poder impulsar la formación integral del estudiante es necesario emplear herramientas tecnológicas como apoyo al proceso de enseñanza–aprendizaje. En la actualidad existen muchos programas que se desarrollan para funcionar en diferentes plataformas y están especializados en muchas áreas del conocimiento y con propósitos distintos. En el campo de la educación resulta muy útil poder trabajar de forma virtual con situaciones que se presenten de la misma manera como sería en la realidad y de este modo brindar a los estudiantes la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Como plantea Castañeda (2015, p. 35):

Las ideas de «aprender haciendo», de John Dewey (1989), se esbozan en los métodos de enseñanza a fin de mantener el contacto con la experiencia directa, estableciendo la secuencia de la teoría con la práctica. De esta manera se puede articular la teoría con la práctica permitiendo la aplicación y obtención de nuevos conocimientos a través de la comprobación de los conceptos teóricos.

## 2. EL SIMULADOR

*Packet Tracer* es un *software* de simulación de redes virtuales desarrollado por Cisco para aprender conceptos de redes informáticas. Permite el modelado, animación y evaluación de diseños de red, mediante escenarios de diseño lógico y físico. Los dispositivos de red se utilizan como en la realidad y un estudiante puede interactuar con varios dispositivos, personalizar las configuraciones, activarlas y desactivarlas. Es posible evidenciar la ruta de un paquete cuando viaja desde el origen hacia el destino y aprender a solucionar problemas de una red en tiempo real. Permite la configuración de dispositivos finales como computadoras, servidores, impresoras, teléfonos basados en el Protocolo de Internet (IP–*Internet Protocol*), IP TV, *tablets* y dispositivos *Smart*. Además, dispositivos intermedios como: *switches*, *routers*, *Hubs*; dispositivos de seguridad, emulación de Redes de Área Amplia (WAN–*Wide Area Network*) y diversos medios de conexión, lo cual permite la construcción de topologías de red con características reales.

## 3. METODOLOGÍA

El análisis del aporte del uso del simulador *Packet Tracer* versión 6.2 fue aplicado en el trabajo de aula de la asignatura de Redes y Comunicaciones de Datos II, en los periodos: septiembre 2015–febrero 2016 y marzo 2016–julio 2016 de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca, Sede Azogues.

En estos periodos se valoró los resultados obtenidos en las evaluaciones mediante fichas de observación en las que se registró el porcentaje de asimilación de los temas tratados durante la clase antes y después de haber realizado una práctica de laboratorio con el uso del simulador.

La asignatura de Redes y Comunicaciones de Datos II se encuentra en el sexto ciclo de la malla 2013 (vigente) de la carrera de Ingeniería de Sistemas. El objetivo de la asignatura es aplicar correctamente la planificación y diseño de arquitectura de redes de comunicaciones, para una eficiente implementación de Redes de Área Local (LAN, del inglés *Local Área Network*) y WAN como soporte de la Infraestructura de Tecnologías de la Información (TI, del inglés *Information Technology*).

Los temas que se abordan en los bloques de la planificación didáctica están divididos en tres:

## Bloque 1: Enrutamiento

### 1.1. El *router*

### 1.2. Sistema operativo *internetwork*

### 1.3. La configuración básica del *router*.

### 1.4. El enrutamiento

#### 1.4.1. Estático

##### 1.4.1.1. La configuración de rutas estáticas

#### 1.4.2. Dinámico

##### 1.4.2.1. Configuración básica del Protocolo de Información de Encaminamiento (RIP, del inglés *Routing Information Protocol*) versión 1

##### 1.4.2.2. Máscara de subred de tamaño variable (VLSM, del inglés *Variable Length Subnet Mask*)

##### 1.4.2.3. Configuración básica de Protocolo RIP versión 2

##### 1.4.2.4. Configuración básica del Protocolo de Enrutamiento de Puerta de enlace Interior Mejorado (EIGRP, del inglés *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*)

## Bloque 2: Diseño de redes jerárquicas y red de área local virtual (VLAN, del inglés *Virtual LAN*)

### 2.1. El modelo de redes jerárquicas

### 2.2. Consideraciones del diseño de la LAN

### 2.3. Introducción a las VLAN

### 2.4. Componentes de infraestructura de red en entornos VLAN

### 2.5. Las configuraciones básicas en entornos VLAN

## Bloque 3: Fundamentos básicos de redes WAN

### 3.1. Los conceptos de conmutación WAN

### 3.2. El protocolo PPP (Protocolos Punto-a-Punto)

3.3. La encapsulación PPP para la configuración básica PPP

3.4. El protocolo *Frame Relay*

3.5. La encapsulación *Frame Relay* para la configuración básica de *Frame Relay*.

La asignatura es impartida en un aula regular y las prácticas son realizadas en el laboratorio de informática con el uso del simulador. Para evaluar algunos temas de la materia se utiliza el aula virtual de aprendizaje mediante la aplicación de cuestionarios en línea.

Para el uso del *software* de simulación fue necesario incluir un manual de uso, así como una práctica para su aprendizaje, en el que el estudiante pueda identificar las opciones con las que cuenta. Las prácticas realizadas en la materia abarcan los contenidos de configuraciones de enrutamiento estático, protocolos de enrutamiento dinámico, redes de área local virtuales (VLANs), PPP y *Frame Relay*.

Al finalizar los temas se realizaron evaluaciones que registraron puntajes que permiten establecer el grado de asimilación de los contenidos abordados. Luego estos valores fueron contrastados con nuevas evaluaciones después de que los estudiantes resuelven problemas reales en el simulador. Estos puntajes se registraron en fichas de observación. En la Tabla 1 se muestra un modelo de la ficha.

**Tabla 1.** Ficha de observación

Temas:

Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	VALORACIÓN DE TEMAS ABORDADOS EN CLASE				VALORACIÓN LUEGO DE EJERCICIOS EN EL SIMULADOR			
		C	P	D	N	C	P	D	N
1									
2									

Valoración de asimilación de contenidos

C = Completa: 1 (8-10 puntos)

P= Parcial: 0,5 (5-7 puntos)

D= Deficiente: 0,25 (2-4 puntos)

N= Nula: 0 (0,1 puntos)

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se aplicó una encuesta al final de cada ciclo para recoger los criterios de los estudiantes en relación al uso del simulador con las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo valoraría usted el aporte de la herramienta de simulación en los temas relacionados con configuración de equipos y protocolos de enrutamiento dinámico?

- a. Excelente
- b. Bueno
- c. Regular
- d. Malo

2. ¿Cómo valoraría usted el aporte de la herramienta de simulación para el tema de VLANS?

- a. Excelente
- b. Bueno
- c. Regular
- d. Malo



3. ¿Cómo valoraría usted el aporte de la herramienta de simulación en los temas relacionados a redes WAN?

- a. Excelente
- b. Bueno
- c. Regular
- d. Malo

4. ¿Considera usted que el simulador se debe seguir utilizando como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Redes y Comunicaciones de Datos II?

- a. Completamente de acuerdo
- b. Parcialmente de acuerdo
- c. Completamente en desacuerdo
- d. Parcialmente en desacuerdo

5. ¿Considera usted que el simulador es útil para realizar ejercicios fuera de clases y ampliar sus conocimientos?

- a. Completamente de acuerdo
- b. Parcialmente de acuerdo
- c. Completamente en desacuerdo
- d. Parcialmente en desacuerdo

## **4. RESULTADOS**

En los temas del bloque 1 relacionados con la configuración de equipos y protocolos de enrutamiento dinámico, el porcentaje de asimilación de los contenidos por parte de los estudiantes en los dos periodos de análisis fue del 43,3 %; luego de utilizar prácticas de laboratorio en ejercicios prácticos el nivel de comprensión de contenidos alcanzó el 83,7 %. En los temas del bloque 2 relacionados con VLANs, el porcentaje de asimilación de los contenidos por parte de los estudiantes en los dos periodos de análisis fue del 61,1 %. Luego de utilizar prácticas de laboratorio en ejercicios prácticos el nivel de comprensión de contenidos alcanzó el 80,6 %.

En los contenidos abordados en el último bloque respecto a las redes WAN, se evidencia un grado de asimilación de los contenidos por parte de los estudiantes en los dos periodos de análisis del 68 %. Luego de utilizar prácticas de laboratorio en ejercicios prácticos el nivel de comprensión de contenidos alcanzó el 92,4 %.

Las evaluaciones aplicadas muestran que el grado de asimilación de los contenidos tratados en la asignatura en los dos periodos se incrementa en todos los bloques al resolver prácticas de laboratorio con el uso del simulador *Packet Tracer*.

Los resultados de la encuesta a los estudiantes al final del ciclo septiembre 2015–febrero 2016 y marzo 2016–julio 2016 se muestran a continuación, en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de la encuesta

	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Pregunta 1	100 %	-	-	-
Pregunta 2	89,5 %	10,5 %	-	-
Pregunta 3	94,7 %	5,3 %	-	-
	Completamente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Completamente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo
Pregunta 4	100 %	-	-	-
Pregunta 5	68 %	11 %	-	21 %

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

En el desarrollo de las prácticas los estudiantes muestran una actitud positiva y motivación en la resolución de ejercicios planteados con el uso del *software* de simulación.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones de todos los temas tratados en los bloques de la asignatura evidencian un porcentaje importante de mejora; lo que demuestra que el uso del simulador permite una mejor asimilación de los contenidos.

Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes al final del ciclo en las preguntas 1, 2 y 3 muestran un porcentaje muy alto de valoración positiva en relación al aporte recibido con el uso del simulador en cada uno de los bloques temáticos.

En las preguntas 4 y 5 de la encuesta se evidencia una valoración muy positiva para el uso del *software* de simulación en la asignatura y fuera del aula de clases para potenciar los conocimientos adquiridos.

Los resultados de este estudio muestran que el simulador *Packet Tracer* es una herramienta muy útil en el aprendizaje de la asignatura de Redes de Comunicaciones de Datos II y que potencia en gran medida resultados positivos en la concreción del conocimiento.

Es necesario puntualizar que el *software* de simulación no reemplaza la experiencia del trabajo con equipos. Sin embargo, se acerca mucho a la realidad y permite mejorar el proceso de aprendizaje.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, IRENE; HEREDIA, JOSÉ (2013): «Simuladores y laboratorios virtuales para Ingeniería en Computación», *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, n.º 10, pp. 1-19, Guadalajara.
- CASTAÑEDA, LUIS (2015): «Alternativa metodológica de aprendizaje basado en los simuladores virtuales para las carreras de Ingeniería en Sistemas de la Universidad del Istmo», *UDI Investiga*, pp. 33-40, vol. 7, n.º 7, (2016-12-10) <<http://es.calameo.com/read/0027613207f30542bffa8>>.
- CISCO SYSTEMS (2010): «Packet Tracer at a Glance», (2017-01-25), <[http://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/trainingevents/netacad/course\\_catalog/docs/Cisco\\_PacketTracer\\_AAG.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en_us/trainingevents/netacad/course_catalog/docs/Cisco_PacketTracer_AAG.pdf)>.
- UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA (2016): «Modelo Pedagógico de la Formación Integral del Estudiante», (2017-01-25), <<https://documentacion.ucacue.edu.ec/files/original/be5fb9a4fba75d9e3a6efb7c90e973a7.pdf>>.