

## TECNOLOGÍA: RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

### **Impacto del Modelo de Reingeniería Lowenthal en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas**

Impact of the Lowenthal Reengineering Model in the teaching-learning process on mathematics

Edición Nº 32 – Agosto de 2018

Artículo Recibido: Febrero 25 de 2018

Aprobado: Julio 30 de 2018

#### **AUTOR**

Ricardo Salas Rueda

Doctor en Diseño de nuevas tecnologías.

Profesor e investigador de la Facultad de Negocios, Universidad La Salle México.

Líder del Grupo de investigación: Sistemas usables educativos.

Candidato a investigador nacional en el SNI (2016-2018).

<http://orcid.org/0000-0002-4188-4610>

Ciudad de México, México.

Correo electrónico: [ricardo.salas@ulsa.mx](mailto:ricardo.salas@ulsa.mx)

#### **Resumen**

Esta investigación de tipo descriptiva analiza el impacto del Modelo de Reingeniería Lowenthal en el proceso educativo de la asignatura Matemáticas Computacionales durante el ciclo escolar 2017. Cabe mencionar que este modelo de reingeniería es utilizado con el propósito de modificar las condiciones de enseñanza-aprendizaje en la Unidad didáctica Álgebra booleana por medio de la incorporación del simulador Crocodile Clips. El Álgebra booleana se refiere a las reglas basadas en la teoría de conjuntos que permiten el manejo de la lógica matemática. Las variables de este estudio son la Calidad técnica (Asimilación del conocimiento y Desarrollo de habilidades durante el diseño, la construcción, la simulación y la aplicación de los circuitos digitales por medio de la tecnología), la Calidad funcional (Percepción sobre el proceso

educativo), la Calidad del servicio tecnológico (Simulador Crocodile clips) y el Perfil del cliente (Características del estudiante). Los resultados obtenidos permiten afirmar que las etapas del Modelo de Reingeniería Lowenthal (preparación, planeación, diseño y evaluación del cambio) permiten mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través del simulador Crocodile Clips. De hecho, los hallazgos de esta investigación indican que la reingeniería tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los universitarios. Por último, los docentes tienen la oportunidad de mejorar las condiciones educativas por medio de la reingeniería de procesos.

**Palabras clave:** Reingeniería, Modelo de reingeniería Lowenthal, TIC, Simulador

### **Abstract**

This descriptive research analyses the impact of the Lowenthal Reengineering Model in the educational process of the Computational Mathematics subject during the 2017 school year. It should be mentioned that this reengineering model is used with the purpose of modifying the teaching-learning conditions in the Boolean algebra Unit through the incorporation of the Crocodile Clips simulator. The Boolean algebra refers to rules based on set theory that allow the handling of mathematical logic. The variables of this study are the Technical quality (Assimilation of knowledge and Development of skills during the design, construction, simulation and application of digital circuits by means of technology), Functional quality (Perception of the educational process), Quality of the technological service (Simulator Crocodile clips) and the Profile of the client (Characteristics of the student). The obtained results allow affirming that the stages of the Lowenthal Reengineering Model (preparation, planning, design and evaluation of the change) improve the educational process through the Crocodile Clips simulator. Likewise, the findings of this research indicate that reengineering has a positive impact on the learning of university students. Finally, teachers have the opportunity to improve educational conditions through the process reengineering.

**Keywords:** Reengineering, Lowenthal reengineering model, ICT, Simulator

## Introducción

Las instituciones educativas están modificando el proceso de enseñanza-aprendizaje con la finalidad de satisfacer las necesidades y demandas de los estudiantes en el Siglo XXI (Almerich y otros, 2016; Kale, 2018). De hecho, los avances de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) están transformando las actividades de los docentes y el comportamiento de los alumnos (Rodríguez y otros, 2014; Salas y Salas, 2018; Valentín y otros, 2013).

Diversas herramientas y métodos (p.ej., Six Sigma, Reingeniería, Diagrama Ishikawa y Gestión del Conocimiento) han sido desarrolladas con la finalidad de mejorar la productividad y la eficiencia de los procesos en las organizaciones (Hussein y otros, 2013; Masumi, 2013). En particular, la reingeniería permite modificar principalmente los procesos administrativos de las empresas por medio de la incorporación de las TIC. De hecho, los modelos de reingeniería permiten realizar cambios significativos y radicales relacionados con el servicio y la calidad (Dubey y Bansal, 2013; Joshi y Dangwal, 2012).

Existen diversas investigaciones que afirman que las TIC mejoran las condiciones educativas en diversas áreas, por ejemplo, matemáticas (Bray y Tangney, 2017; Salas, 2018), informática (Salas y Vázquez, 2017) y medicina (Grossard y otros, 2017).

Los modelos de reingeniería (p.ej., Lowenthal) se apoyan en las herramientas tecnológicas para innovar los procesos sobre el servicio y la calidad en las organizaciones (Dubey y Bansal, 2013). En la Universidad La Salle México, la mayoría de las asignaturas relacionadas con el campo de las matemáticas se organizan e implementan sin el uso de las herramientas tecnológicas y plataformas digitales. Por consiguiente, esta investigación analiza el impacto del simulador Crocodile Clips en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el Álgebra Booleana considerando el modelo de reingeniería Lowenthal.

## Reingeniería de procesos

Hoy en día, las empresas necesitan mejorar la forma de realizar sus actividades por medio del análisis y reorganización de los procesos con el propósito de lograr la satisfacción de los clientes (Aldakhil, 2016). Diversos autores (p.ej., Esbenshade y otros, 2015; Hussein y otros, 2014) señalan que la reingeniería representa una alternativa para lograr la eficiencia y eficacia de los procesos en las organizaciones

La reingeniería de procesos (Business Process Reengineering) es un enfoque administrativo que utilizan las organizaciones para transformar las prácticas antiguas en procesos innovadores (Kuo y Wu, 2016; Masumi, 2013).

Cabe mencionar que el modelo de reingeniería enfocado en los procesos permite lograr un mejoramiento radical en los aspectos vinculados con el costo, la calidad, el servicio y la rapidez (Masumi, 2013; Tsai y otros, 2010). Asimismo, éste mejora las áreas de las empresas públicas y privadas vinculadas la calidad, la eficiencia y el servicio proporcionado al cliente (Dubey y Bansal, 2013).

De acuerdo con Masumi (2013), la implementación exitosa de la reingeniería permite a las compañías: lograr la satisfacción del cliente, incrementar la productividad, construir procesos flexibles de negocios y obtener una ventaja competitiva.

Diversos autores (p.ej. Tsai y otros, 2010) afirman que la tecnología tiene un papel primordial durante la implementación de la reingeniería en las organizaciones. Incluso, la reingeniería basada en los procesos se ha implementado en diversos sectores como salud (Aldakhil, 2016), contaduría (Kuo y Wu, 2016), empresas privadas (Tsai y otros, 2010) y gobierno (Dubey y Bansal, 2013).

Existen diversos modelos relacionados con la reingeniería como el Modelo Espiral Integrado para el Proceso de Reingeniería (Hussein y otros, 2014) y el Modelo de Reingeniería Lowenthal (Cantú, 2001).

El Modelo Espiral Integrado para el Proceso de Reingeniería considera los aspectos sobre los objetivos de proyecto, la evaluación de riesgo, el desarrollo del proceso y la planeación (Hussein y otros, 2014). Por otro lado, el modelo de Reingeniería Lowenthal está compuesto por las etapas de preparación, planeación, diseño y evaluación del cambio (Cantú, 2001).

Resulta valioso mencionar que los modelos de reingeniería basados en los procesos permiten transformar las actividades de las empresas con la finalidad de lograr la eficiencia y eficacia en los procesos (Cantú, 2001; Hussein y otros, 2014).

Cabe mencionar que el modelo de reingeniería Lowenthal es utilizado en la asignatura Matemáticas Computacionales con la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje relacionado con la Unidad didáctica Álgebra Booleana durante el ciclo escolar 2017.

Con este panorama, este estudio mixto establece las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el impacto del simulador Crocodile Clips en la Unidad didáctica Álgebra Booleana durante el diseño, la construcción, la simulación y la aplicación de los circuitos digitales considerando el modelo de reingeniería Lowenthal?
- ¿Cuáles son las percepciones de los estudiantes sobre la implementación del modelo de reingeniería Lowenthal por medio del simulador Crocodile Clips?

### **Metodología**

Esta investigación de tipo descriptiva se realizó en la Universidad La Salle México durante el ciclo escolar 2017. Los participantes son 20 alumnos de la asignatura Matemáticas Computacionales, los cuales cursan la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información.

El objetivo de esta investigación cuantitativa y cualitativa es:

- Analizar el impacto del proceso de reingeniería Lowenthal y la aplicación simulador Crocodile Clips en el proceso de enseñanza-aprendizaje del el Álgebra Booleana.

El instrumento de medición incluye las siguientes variables: Calidad técnica (lo que el cliente recibe con la interacción del servicio), Calidad funcional (percepción del cliente sobre la interacción del servicio), Calidad del servicio tecnológico y Perfil del cliente (Ver Tabla 1).

Tabla1. Instrumento de medición.

Variable	Dimensión	Indicador	Elementos
Calidad técnica	Asimilación del conocimiento	Grado de satisfacción sobre el uso de la tecnología durante la asimilación del conocimiento	Crocodile Clips facilita la asimilación del conocimiento sobre el diseño de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			Crocodile Clips facilita la asimilación del conocimiento sobre la construcción de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			Crocodile Clips facilita la asimilación del conocimiento sobre la simulación de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
	Desarrollo de habilidades	Grado de satisfacción sobre el uso de la tecnología durante el desarrollo de las habilidades	Crocodile Clips facilita la asimilación del conocimiento sobre la aplicación de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			Crocodile Clips facilita el desarrollo de las habilidades sobre el diseño de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			Crocodile Clips facilita el desarrollo de las habilidades sobre la construcción de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			Crocodile Clips facilita el desarrollo de las habilidades sobre la simulación de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)

			(4) y Nada (5) Crocodile Clips facilita el desarrollo de las habilidades sobre la aplicación de los circuitos digitales Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
Calidad funcional	Percepción de los estudiantes sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje	Grado de satisfacción sobre el uso de la tecnología durante el proceso de enseñanza-aprendizaje	La interfaz del simulador Crocodile Clips facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pregunta abierta
			El simulador Crocodile Clips es útil durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pregunta abierta
			Menciona los beneficios del simulador Crocodile Clips durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pregunta abierta
			El simulador Crocodile Clips es una aplicación innovadora para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pregunta abierta
			Estas satisfecho de usar el simulador Crocodile Clips durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pregunta abierta
			Estas motivado de usar el simulador Crocodile Clips durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pregunta abierta
Calidad del servicio tecnológico	Interfaz del Simulador Crocodile clips	Grado de satisfacción sobre las características del Simulador Crocodile clips	La interfaz del simulador Crocodile clips es fácil. Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			La interfaz del simulador Crocodile clips es agradable. Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			La interfaz del simulador Crocodile clips es sencilla. Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			La interfaz del simulador Crocodile clips es rápida. Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
			La interfaz del simulador Crocodile clips es útil. Mucho (1), Bastante (2), Regular (3), Poco (4) y Nada (5)
Perfil del cliente	Características del estudiante	Perfil de los alumnos en el curso Matemáticas Computacionales	Indica tu género. Hombre Mujer
			Indica tu edad

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El procedimiento de este estudio inició con la realización de las etapas del modelo de Reingeniería Lowenthal (preparación, planeación, diseño y evaluación del cambio) con el propósito de modificar las condiciones de enseñanza-aprendizaje por medio del simulador Crocodile Clips (Ver sección Resultados). Posteriormente, los alumnos de la asignatura Matemáticas Computacionales realizaron diversos ejercicios sobre los temas del Álgebra booleana por medio del simulador Crocodile Clips (Ver sección Resultados).

Por último, la recolección de la información se llevo a cabo al finalizar la Unidad didáctica Álgebra booleana en la Universidad La Salle México durante el ciclo escolar 2017 y el análisis de datos se realizó por medio de la hoja de cálculo.

## **Resultados**

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de las etapas del Modelo de Reingeniería Lowenthal (preparación, planeación, diseño y evaluación del cambio).

La primera etapa del Modelo de Reingeniería Lowenthal (preparación) consiste en el entendimiento sobre la necesidad del cambio. En este caso, la Universidad La Salle y los docentes han identificado que los alumnos del Siglo XXI tienen nuevas habilidades relacionadas con el uso de la tecnología debido a que las herramientas digitales están presentes en sus actividades cotidianas. Cabe mencionar que los alumnos de la asignatura Matemáticas Computacionales no utilizaban aplicaciones de simulación como herramienta de apoyo durante el proceso educativo sobre el Álgebra Booleana.

La segunda etapa del Modelo de Reingeniería Lowenthal (planeación) incluye la identificación de las necesidades y expectativas de los clientes. Las organizaciones privadas y públicas demandan que los alumnos desarrollen sus competencias, principalmente conocimiento y habilidades, con la finalidad de resolver diversos problemas apegados con la realidad. Por consiguiente, las TIC adquieren gran relevancia para transformar el proceso educativo por medio de la creación de escenarios virtuales innovadores. En particular, el simulador Crocodile Clips representa

una herramienta innovadora para los alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información durante el proceso educativo sobre el Álgebra Booleana debido a que esta aplicación permite vincular el conocimiento teórico con el campo de la electrónica.

La tercera etapa del Modelo de Reingeniería Lowenthal (diseño) consiste en el rediseño del proceso de enseñanza-aprendizaje sobre los temas del Álgebra Booleana por medio de la incorporación de la tecnología. El docente de la asignatura Matemáticas Computacionales diseñó e implementó diversos ejercicios considerando la incorporación del simulador Crocodile Clips (Ver Tabla 2).

Los estudiantes de la asignatura Matemáticas Computacionales realizaban los procesos cognitivos de orden inferior (recordar, comprender y aplicar) durante los ciclos escolares 2014, 2015 y 2016 debido a que la tecnología no era utilizada en esta asignatura.

Sin embargo, al implementar el modelo de reingeniería Lowenthal los procesos cognitivos de orden inferior y superior (analizar, evaluar y crear) son desarrollados por los universitarios a través del simulador Crocodile Clips.

La Figura 1 muestra el impacto del simulador Crocodile Clips en la Unidad didáctica Álgebra booleana.

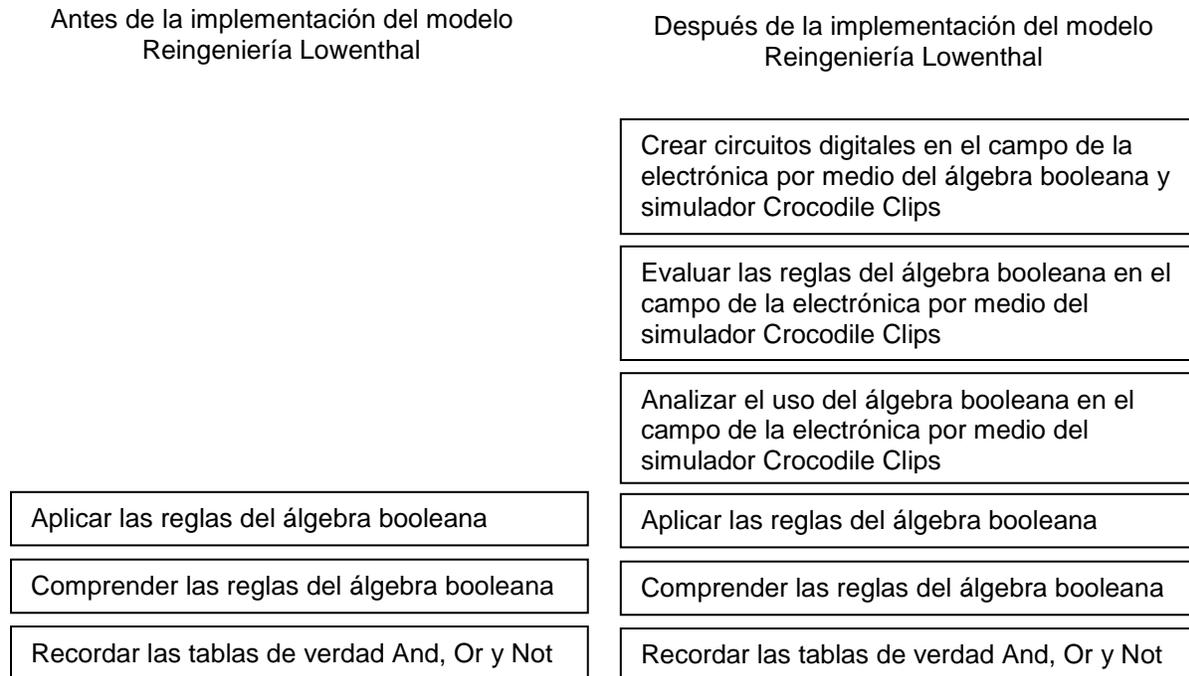


Figura 1. Implementación del modelo Reingeniería Lowenthal.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La Tabla 2 muestra los ejercicios sobre el simulador Crocodile Clips, los cuales fueron realizados por los alumnos de la asignatura Matemáticas Computacionales.

Tabla 2. Uso del modelo Reingeniería Lowenthal en el proceso educativo.

No.	Ejercicio	Instrucciones
1	Alarma con 2 sensores	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar una alarma con 2 sensores bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al menos 1 sensor está en alto (activo)</li> </ul>
2	Alarma con 3 sensores	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar una alarma con 3 sensores bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al menos 2 sensores están en alto (activos)</li> </ul>
3	Alarma con 4 sensores	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar una alarma con 3 sensores bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al menos 3 sensores están en alto (activos)</li> </ul>
4	Medio sumador	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar un medio sumador bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea 2 variables</li> </ul>
5	Medio sumador	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar un medio sumador bajo la siguiente condición:

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea 3 variables</li> </ul>
6	Decodificador	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar un decodificador bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea 2 variables</li> </ul>
7	Decodificador	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar un decodificador bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea 3 variables</li> </ul>
8	Multiplexor	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita controlar un multiplexor bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea 2 entradas de selección</li> </ul>
9	Número par	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita identificar un número par bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea 2 variables</li> </ul>
10	Número impar	Utiliza el simulador Crocodile Clips para crear un circuito digital que permita identificar un número impar bajo la siguiente condición: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea 3 variables</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Por último, la cuarta etapa del Modelo de Reingeniería Lowenthal se refiere a la evaluación del cambio. En particular, esta investigación analiza el impacto de Crocodile clips por medio de las siguientes variables Calidad técnica (Asimilación del conocimiento y Desarrollo de habilidades), Calidad funcional (Percepción sobre el proceso educativo) y Calidad del servicio tecnológico (Interfaz del Simulador).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre la incorporación de la tecnología en la Unidad didáctica Álgebra Booleana durante el ciclo escolar 2017.

De acuerdo con 65% de los alumnos (n=13), Crocodile Clips facilita mucho la asimilación del conocimiento sobre el Álgebra Booleana por medio del diseño y simulación de los circuitos digitales. Asimismo, los universitarios piensan que este simulador facilita mucho la asimilación del conocimiento por medio de la construcción (55%, n=11) y aplicación de circuitos digitales (75%, n=15). La Tabla 3 muestra los resultados sobre la Calidad técnica.

Tabla 3. Calidad técnica: Asimilación del conocimiento.

	Diseño de circuitos digitales	Construcción de circuitos digitales	Simulación de circuitos digitales	Aplicación de circuitos digitales
Mucho	13 (65%)	11 (55%)	13 (65%)	15 (75%)
Bastante	7 (35%)	9 (45%)	6 (30%)	4 (20%)

Regular	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	1 (5%)
Poco	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Nada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Con respecto al Desarrollo de habilidades, la Tabla 4 muestra que la mayoría de los alumnos están localizados en la categoría Mucho: Diseño (60%, n=12), Construcción (60%, n=12), Simulación (65%, n=13) y Aplicación (55%, n=11) de circuitos digitales.

Tabla 4. Calidad técnica: Desarrollo de habilidades.

	Diseño de circuitos digitales	Construcción de circuitos digitales	Simulación de circuitos digitales	Aplicación de circuitos digitales
Mucho	12 (60%)	12 (60%)	13 (65%)	11 (55%)
Bastante	5 (25%)	7 (35%)	6 (30%)	8 (40%)
Regular	3 (15%)	1 (5%)	1 (5%)	1 (5%)
Poco	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Nada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Todas las dimensiones sobre la Calidad del servicio tecnológico presentan un valor igual o superior al 65% en la categoría Mucho (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Calidad del servicio tecnológico: Simulador Crocodile clips.

	Fácil	Agradable	Sencilla	Rápida	Útil
Mucho	13 (65%)	14 (70%)	14 (70%)	13 (65%)	15 (75%)
Bastante	6 (30%)	5 (25%)	6 (30%)	7 (35%)	3 (15%)
Regular	1 (5%)	1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (10%)
Poco	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Nada	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La variable Calidad funcional está compuesta por las dimensiones Facilidad, Utilidad, Beneficios, Aplicación innovadora, Satisfacción y Motivación sobre el uso del simulador Crocodile Clips en la Unidad didáctica Álgebra booleana.

De acuerdo con los alumnos, el simulador Crocodile Clips facilita el proceso educativo al presentar una interfaz web didáctica, dinámica y visual:

“Sí, porque es una herramienta tecnológica que permite experimentar con los circuitos electrónicos” (Estudiante 3, masculino, 21 años).

“Sí, ya que es muy visual” (Estudiante 6, masculino, 19 años).

“Sí, ya que es muy didáctico y dinámico” (Estudiante 10, masculino, 21 años).

“Sí, porque es muy didáctico” (Estudiante 11, femenino, 19 años).

Asimismo, Crocodile Clips es una herramienta útil para el proceso educativo sobre el Álgebra Booleana:

“Sí, sirve para entender” (Estudiante 5, femenino, 19 años).

“Sí, te ayuda a comprender mejor” (Estudiante 8, masculino, 19 años).

“Sí, ya que puedes aprender visualmente” (Estudiante 11, femenino, 19 años).

De acuerdo con los universitarios, el principal beneficio de implementar el modelo de reingeniería por medio del simulador es la facilidad de aprendizaje:

“Facilita el proceso de aprendizaje” (Estudiante 2, masculino, 20 años).

“Facilidad de comprensión” (Estudiante 9, masculino, 22 años).

“Facilidad para el aprendizaje” (Estudiante 10, masculino, 21 años).

Cabe mencionar que los estudiantes de la asignatura Matemáticas Computacionales no utilizaban los simuladores durante el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el Álgebra booleana en los ciclos escolares 2014, 2015 y 2016. Por consiguiente, el simulador Crocodile Clips es una aplicación innovadora debido a que los alumnos usan el conocimiento teórico en el entorno práctico por medio de la tecnología:

“Sí, ya no sólo usas el cuaderno para ver los temas de clase” (Estudiante 1, femenino, 19 años).

“Sí, no conozco otra igual” (Estudiante 2, masculino, 20 años).

Asimismo, los alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información están satisfechos de utilizar el simulador Crocodile Clips. De hecho, estos participantes mencionan que la tecnología mejora el desempeño y entendimiento sobre los temas del Álgebra booleana:

“Sí, me ayudó mucho para mejorar mi desempeño” (Estudiante 8, masculino, 19 años).

“Sí, me ayudo a entender mejor” (Estudiante 13, masculino, 22 años).

“Sí, me ayuda a entender” (Estudiante 16, masculino, 20 años).

Cabe mencionar que los alumnos están motivados durante el proceso educativo sobre el Álgebra Booleana. Incluso, los universitarios expresan que el simulador Crocodile Clips permite comprobar los resultados y mejorar el aprendizaje:

“Sí, me ayudó a comprobar los resultados” (Estudiante 1, femenino, 19 años).

“Sí, muy motivada y entusiasmada” (Estudiante 11, femenino, 19 años).

“Sí, porque aprendes más” (Estudiante 12, femenino, 19 años).

## Discusión

La reingeniería permite organizar los procesos y establecer nuevas formas de realizar las actividades en las empresas (Hussein y otros, 2014; Masumi, 2013). En particular, esta investigación se apoya en el modelo de reingeniería Lowenthal para modificar el contexto de enseñanza-aprendizaje relacionado con los temas del Álgebra Booleana a través del simulador Crocodile Clips.

Los alumnos de la asignatura Matemáticas Computacionales en los ciclos escolares 2014, 2015 y 2016 no utilizaban la tecnología como herramienta de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la implementación del modelo de reingeniería Lowenthal mejoró las condiciones de enseñanza-aprendizaje al permitir a los universitarios verificar los resultados de los ejercicios sobre los circuitos digitales (p.ej., sensores, medio sumador y decodificador) por medio del simulador Crocodile Clips.

Esta investigación comparte las ideas de diversos autores (p.ej. Aldakhil, 2016; Masumi, 2013) relacionadas con el impacto de la reingeniería para lograr la satisfacción en el cliente. En particular, los alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información están satisfechos y motivados de utilizar el simulador Crocodile Clips durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De hecho, la incorporación del simulador Crocodile Clips favorece el uso de los conceptos teóricos sobre el Álgebra Booleana con el campo de la electrónica por medio del diseño y la construcción de diversos circuitos digitales. Por ejemplo, los alumnos analizaban las situaciones que provocaban la activación de una alarma.

Asimismo, este estudio cuantitativo y cualitativo confirman los hallazgos de diversos autores (p.ej. Kuo y Wu, 2016; Masumi, 2013) sobre la importancia de la reingeniería para mejorar el aspecto de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. De hecho, los alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información consideran que la incorporación del simulador Crocodile Clips facilita la asimilación del conocimiento y el desarrollo de habilidades sobre el Álgebra Booleana (Calidad técnica).

Cabe mencionar que los universitarios tienen una postura positiva sobre la Calidad funcional. De hecho, la implementación del modelo de reingeniería Lowenthal por medio del simulador Crocodile Clips provoca que los alumnos estén satisfechos y motivados durante el diseño, la construcción y la simulación de los circuitos digitales (Calidad funcional).

Asimismo, los alumnos indican que el simulador Crocodile Clips es una aplicación fácil, agradable, sencilla, rápida y útil para el contexto educativo (Calidad de servicio tecnológico).

Por último, el modelo de reingeniería Lowenthal representa una alternativa para innovar y actualizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas. En particular, el simulador Crocodile Clips permitió a los alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información vincular los conocimientos teóricos sobre el Álgebra Booleana con el campo de la electrónica.

## Conclusiones

La reingeniería es un medio idóneo para modificar, innovar y actualizar las condiciones y los procesos sobre la enseñanza y el aprendizaje en el nivel educativo superior. En particular, el modelo de reingeniería Lowenthal permitió la incorporación exitosa del simulador Crocodile Clips en la Unidad didáctica Álgebra Booleana durante el ciclo escolar 2017.

Los alumnos de la asignatura Matemáticas Computacionales utilizaron los conceptos teóricos relacionados con el Álgebra Booleana en el campo de la electrónica por medio de la construcción, el diseño y la simulación de diversos circuitos digitales. En particular, el modelo de reingeniería Lowenthal facilitó la creación de diversos ejercicios (p.ej., control de la alarma, el medio sumador y el decodificador) considerando el uso de Crocodile Clips.

Los resultados obtenidos relacionados con la Calidad técnica permiten afirmar que el modelo reingeniería Lowenthal mejora la asimilación del conocimiento sobre el Álgebra Booleana y el desarrollo de las habilidades de los universitarios por medio del simulador Crocodile Clips.

Las percepciones de los estudiantes (Calidad funcional) indican que el simulador Crocodile Clips representa una herramienta tecnológica innovadora y útil para el campo educativo debido a que los alumnos diseñan y construyen diversos circuitos digitales por medio de la tecnología.

Asimismo, los alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información están satisfechos y motivados de utilizar el simulador Crocodile Clips durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. De hecho, los universitarios presentan una postura favorable para todos los aspectos relacionados con la Calidad Funcional: Facilidad, Utilidad, Beneficios, Aplicación innovadora, Satisfacción y Motivación.

Con respecto a la Calidad del servicio tecnológico, los estudiantes de la asignatura Matemáticas Computacionales señalan que el simulador Crocodile Clips tiene una interfaz fácil, agradable, sencilla, rápida y útil para el campo educativo.

Esta investigación recomienda utilizar las etapas del modelo de Reingeniería Lowenthal (preparación, planeación, diseño y evaluación del cambio) para modificar las actividades de enseñanza-aprendizaje en el nivel educativo superior por medio de las herramientas tecnológicas.

Las limitaciones de este estudio están relacionadas con el uso del simulador Crocodile Clips para relacionar los contenidos teóricos de la asignatura Matemáticas Computacionales con el campo de la electrónica. Por consiguiente, los docentes pueden diseñar e implementar nuevas prácticas de laboratorio sobre los temas del Álgebra Booleana considerando diversas herramientas tecnológicas como los videos y las redes sociales.

Asimismo, las futuras investigaciones pueden analizar y evaluar el impacto del simulador Crocodile Clips en diversas asignaturas vinculadas con la electrónica (p.ej., Circuitos digitales y Lógica matemática).

Los resultados obtenidos en esta investigación nos permiten afirmar que el simulador Crocodile Clips facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Unidad didáctica Álgebra Booleana. Por consiguiente, este estudio recomienda la incorporación de la tecnología en los cursos para innovar las prácticas educativas.

Por último, las universidades junto con los docentes deben de considerar el uso de la reingeniería y las herramientas digitales con la finalidad de mejorar los aspectos sobre la Calidad técnica, Calidad funcional y Calidad de servicio tecnológico.

## Referencias Bibliográficas

1. Almerich, Gonzalo, Orellana, Natividad, Suárez Rodríguez, Jesús, Díaz García, Isabel. 2016. Teachers' information and communication technology competences: A structural approach. *Computers & Education*. Vol. 100 No. 1. Estados Unidos. Págs. 110-125.
2. Kale, Ugur. 2018. Technology valued? Observation and review activities to enhance future teachers' utility value toward technology integration. *Computers & Education*. Vol. 117 No. 1. Estados Unidos. Págs. 160-174.
3. Rodríguez Miranda, Francisco, Pozuelos Estrada, Francisco, León Jariego, José. 2014. The role of ICT coordinator: Priority and time dedicated to professional functions. *Computers & Education*. Vol. 72 No. 1. Estados Unidos. Págs. 262-270.
4. Salas Rueda, Ricardo Adán, Salas Silis, José Adán. 2018. Simulador Logic.ly ¿Herramienta tecnológica para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las Matemáticas? *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. Vol. 5 No. 3. México. Págs. 1-25.
5. Valentín, Alberto, Mateos, Pedro, González Tablas, María, Pérez, Lourdes. 2013. Motivation and learning strategies in the use of ICTs among university students. *Computers & Education*. Vol. 61 No. 1. Estados Unidos. Págs. 52-58.
6. Hussein, Bassam, Bazzi, Hassan, Dayekh, Ayman, Hassan, Walid. 2013. Critical analysis of existing business process reengineering models: towards the development of a comprehensive integrated model. *Journal of Project, Program & Portfolio Management*. Vol. 4 No. 1. Australia. Págs. 30-40.
7. Masumi, Mahmoud. 2013. The CSFs, Quality Governance, BPR Performance and Gaining Competitive Advantage. *International Journal of Business and Management*. Vol. 8 No. 1. Canadá. Págs. 48-63. Fuente: <http://dx.doi.org/10.5539/ijbm.v8n24p48> (Consultado el 9-01-18).
8. Dubey, Sushil, Bansal, Sanjeev. 2013. Critical Success Factors in Implementing BPR in a Government Manufacturing Unit: An Empirical Study. *International Journal of Business and Management*. Vol. 8 No. 2. Canadá. Págs. 107-124. Fuente: <http://dx.doi.org/10.5539/ijbm.v8n2p107> (Consultado el 4-01-18).

9. Joshi, Chandrashekha, Dangwal, Peter. 2012. Management of business process reengineering projects. Journal of Project, Program & Portfolio Management. Vol. 3 No. 1. Australia. Págs. 78-89.
10. Bray, Aibhín, Tangney, Brendan. 2017. Technology usage in mathematics education research: A systematic review of recent trends. Computers & Education. Estados Unidos. Vol. 114 No. 1. Págs. 255-273.
11. Salas Rueda, Ricardo. 2018. Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas. Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo. Vol. 8 No. 1. Págs. 23-52. México. Fuente: <http://dx.doi.org/10.23913/ride.v8i16.331> (Consultado el 10-01-18).
12. Salas Rueda, Ricardo, Vázquez Estupiñán, José. 2017. Innovación en el proceso educativo superior a través del servicio en la nube Erpag. Revista electrónica calidad en la educación superior. Vol. 8 No. 2. España. Págs. 62-86. Fuente: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v8i2.1917> (Consultado el 10-01-18).
13. Grossard, Charline, Gynspan, Ouriel, Serret, Sylvie, Jouen, Anne, Cohen, David. 2017. Serious games to teach social interactions and emotions to individuals with autism spectrum disorders (ASD). Computers & Education. Vol. 113 No. 1. Estados Unidos. Págs. 195-211.
14. Aldakhil, Abdullah. 2016. Implementation of Business Process Re-Engineering in the Service Sector. International Journal of Business and Management. Vol. 11 No. 2. Canadá. Págs. 313-322. Fuente: <http://dx.doi.org/10.5539/ijbm.v11n2p313> (Consultado el 1-01-18).
15. Esbenshade, Jill, Vidal, Matt, Fascilla, Gina, Ono, Mariko. 2015. Customer-driven management models for choiceless clientele? Business process reengineering in a California welfare agency. Work, Employment and Society. Vol. 30 No. 1. Reino Unido. Págs. 77-96. Fuente: <https://doi.org/10.1177/0950017015604109> (Consultado el 4-01-18).
16. Hussein, Bassam, Hammoud, Mohamad, Bazzi, Hassan, Haj, Amin. 2014. PRISM-Process Reengineering Integrated Spiral Model: An Agile Approach to Business Process Reengineering (BPR). International Journal of Business and Management.

Vol. 9 No. 1. Canadá. Págs. 134-142. Fuente:  
<http://dx.doi.org/10.5539/ijbm.v9n10p134> (Consultado el 5-01-18).

17. Kuo, Yi, Wu, Yo. 2016. A Case Study on Reengineering the Trade Flow for the Cross-strait Tax Plans of Taiwanese Companies. International Journal of Business and Management. Vol. 11 No. 1. Canadá. Págs. 70-80. Fuente:  
<http://dx.doi.org/10.5539/ijbm.v11n11p70> (Consultado el 9-01-18).
18. Tsai, Wen, Chen, Shu, Hwang, Elliott, Hsu, Jui. 2010. A Study of the Impact of Business Process on the ERP System Effectiveness. International Journal of Business and Management. Vol. 5 No. 1. Canadá. Págs. 26-37.
19. Cantú Delgado, Humberto. 2001. Desarrollo de una cultura de calidad. Segunda Edición. McGraw Hill Editores. México.