



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS**  
**CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS**

Informe de investigación previo a la obtención del Título de Licenciada en  
Ciencias Exactas.

**TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

“UTILIZACIÓN DE LOS MAPAS DE KARNAUGH COMO  
ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA  
SIMPLIFICACIÓN DE FUNCIONES BOLEANAS CON LOS  
ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE  
CIENCIAS EXACTAS PERIODO ABRIL-AGOSTO 2019”

**AUTORA:**

**Daniela Margarita Villagómez Muyolema**

**TUTORA:**

**Dra. Narcisa de Jesús Sánchez Salcan**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2019**

## REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal revisan y aprueban el informe de investigación, con el título: **“UTILIZACION DE LOS MAPAS DE KARNAUGH COMO ESTRATEGIA DIDACTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA SIMPLIFICACION DE FUNCIONES BOLEANAS CON LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS PERIODO ABRIL-AGOSTO 2019”**, trabajo de tesis de la carrera de Ciencias Exactas, aprobado a nombre de la universidad Nacional de Chimborazo por el siguiente tribunal examinador de la estudiante **DANIELA MARGARITA VILLAGOMEZ MUYOLEMA**

Para constancia de lo expuesto firman:

Msc. Sandra Tenelanda

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**



Firma

Msc. Angélica Urquiza

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firma

Msc. Carlos Aimacaña

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firma

Dra. Narcisa Sánchez

**TUTOR DEL PROYECTO**



Firma

## DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

En calidad de tutor del tema de investigación: **“UTILIZACION DE LOS MAPAS DE KARNAUGH COMO ESTRATEGIA DIDACTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA SIMPLIFICACION DE FUNCIONES BOLEANAS CON LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS PERIODO ABRIL-AGOSTO 2019”**. Realizado por la Srta. Daniela Margarita Villagómez Muyolema, para optar por el título de Licenciada en Ciencias de la Educación, profesora de Ciencias Exactas, considero que reúnen los requisitos y méritos suficientes para ser sustentada públicamente y evaluada por el jurado examinador que se designe.

Riobamba, 13 de noviembre de 2019



---

Dra. Narcisa de Jesús Sánchez Salcan


CI. 0602924250

**TUTOR**

## CERTIFICACIÓN

Que, **DANIELA MARGARITA VILLAGOMEZ MUYOLEMA** con CC: **0604218560**, estudiante de la Carrera de **CIENCIAS EXACTAS**, Facultad de **CIENCIAS DE LA EDUCACION, HUMANAS Y TECNOLOGIAS** ; ha trabajado bajo mi tutoría en el trabajo de investigación titulado **"UTILIZACIÓN DE LOS MAPAS DE KARNAUGH COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA SIMPLIFICACIÓN DE FUNCIONES BOLEANAS CON LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS PERIODO ABRIL-AGOSTO 2019"**, que corresponde al dominio científico **INNOVACION SOCIO-EDUACTIVA** y alineado a la línea de investigación **EDUCACIÓN SUPERIOR Y FORMACIÓN PROFESIONAL**, cumple con el **3%**, reportado en el sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 18 de noviembre del 2019



Dra. Narcisca de Jesús Sánchez.  
**TUTOR**

## **AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido, ideas y resultados del Proyecto de Investigación, en base al tema: **“UTILIZACION DE LOS MAPAS DE KARNAUGH COMO ESTRATEGIA DIDACTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA SIMPLIFICACION DE FUNCIONES BOLEANAS CON LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS PERIODO ABRIL-AGOSTO 2019”**, corresponde exclusivamente a: Daniela Margarita Villagómez Muyolema, con cedula de identidad N° 0604218560, bajo la dirección de la Dra. Narcisca Sánchez, en calidad de tutor y el patrimonio intelectual de la misma Universidad Nacional de Chimborazo.

Riobamba, 13 de noviembre de 2019



---

Daniela Margarita Villagómez Muyolema  
**C.I. 0604218560**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo que me ha forjado como profesional durante mi preparación académica, su excelente planta docente forjando profesionales éticos.*

*Especialmente a la Master Narcisa Sánchez quien ha compartido su conocimiento en todo el proceso de enseñanza.*

*A mi familia por brindarme la confianza y comprensión en cada instante de este proceso.*

*Finalmente, tampoco quisiera pasar por alto a mis amigos, colegas que hemos compartido tristezas, alegrías, enojos en todo el transcurso de nuestra carrera profesional.*

## DEDICATORIA

*Este trabajo de investigación está dedicado A toda la planta docente y estudiantes de Ciencias Exactas inmersos en la investigación de nuevas metodologías para la resolución de problemas.*

*A mis hermanos Isaías, Karina, Paola quienes me apoyaron en todos los momentos buenos y malos.*

*A mi familia, amigos y colegas que de u otra manera confiaron en mí y me dejaron demostrarles que todo sueño se llega a cumplir en algún momento.*

*Además, quisiera dedicar a mi padre Isaías Villagómez quien es el eje fundamental de mi vida y la parte más fuerte que me ayudo a seguir y también a mi novio Oscar Contreras quien me apoyo a salir de un gran dolor y poder continuar hacia el éxito*

*Finalmente quisiera enfocarme específicamente en una persona muy especial que se encuentra en el cielo, mi madre Mercedes Muyolema la cual dedico todo mi esfuerzo y el triunfo logrado.*

## ÍNDICE GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.....	i
REVISIÓN DEL TRIBUNAL .....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA.....	iii
CERTIFICACIÓN .....	iv
AUTORÍA DE INVESTIGACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
1. MARCO REFERENCIAL .....	3
1.2. Problematización.....	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Preguntas directrices .....	4
1.5. Objetivos .....	4
1.6. Objetivos específicos.....	4
1.7. Justificación.....	5
2. ESTADO DEL ARTE.....	6
2.2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.2.1.1 Tipos de estrategias didácticas .....	8
2.2.1.2 Ventajas de una estrategia didáctica.....	8
2.2.1.3 Desventajas de una estrategia didáctica .....	8
2.2.2. Aprendizaje .....	9
2.2.3. Funciones Booleanas.....	9
2.2.4. Importancia de Funciones Booleanas.....	11
2.2.5. Criterios para simplificar una función booleana .....	11
2.2.6. Operaciones y expresiones booleanas .....	11
2.2.7. Leyes y reglas del Álgebra de Boole.....	12
2.2.7.1 Leyes del Algebra de Boole .....	12
2.2.7.2 Reglas del algebra de Boole .....	13
2.2.8. Teoremas de Morgan.....	14
2.2.9. Análisis booleano de los circuitos lógicos.....	14



2.2.9.2	Formas estándar de las expresiones.....	15
2.2.10.	Métodos para simplificar funciones booleanas .....	15
2.2.11.	Mapas de Karnaugh.....	16
2.2.11.1	Estructura de un mapa de Karnaugh de acuerdo a sus variables.....	17
2.3.	SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	19
2.3.1.	Variable Independiente .....	19
2.3.2.	Variable Dependiente.....	19
2.4.	Definición de términos básicos .....	20
3.	MARCO METODOLÓGICO .....	21
3.2.	Tipo de la investigación .....	21
3.3.	Nivel de investigación.....	21
3.3.1.	Investigación Descriptiva.....	22
3.3.2.	Investigación de Campo.....	22
3.4.	Población y Muestra.....	22
3.4.2.	Muestra.....	22
3.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	23
3.5.2.	Instrumentos.....	23
3.6.	Técnicas de procesamiento de datos .....	24
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	27
4.1.	FICHA DE OBSERVACIÓN .....	27
4.1.1.	RESUMEN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN .....	39
4.2.	PRUEBA ESCRITA .....	40
4.3.	ENCUESTA .....	42
4.4.	PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	47
4.4.1.	Prueba de normalidad de los datos .....	47
4.4.2.	Prueba de la hipótesis.....	48
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
5.1.	CONCLUSIONES .....	51
5.2.	RECOMENDACIONES .....	52
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
	ANEXOS.....	xiv
	ANEXO N°1: PRUEBA ESCRITA.....	xiv
	ANEXO N°2: FICHA DE OBSERVACIÓN.....	xvii
	ANEXO N°3: ENCUESTA .....	xix
	ANEXO 4: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA .....	xx

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Nivel de aprendizaje.....	24
Tabla 2.- Estadísticas de fiabilidad.....	25
Tabla 3.- Valores de los niveles de validez .....	25
Tabla 4.- Elección de la prueba estadística.....	26
Tabla 5.- Actitud del estudiante.....	27
Tabla 6.- Leyes del algebra de Boole .....	28
Tabla 7.- Teoremas de Morgan .....	29
Tabla 8.- Simplificar una función booleana .....	30
Tabla 9.- Grafica de una función lógica .....	31
Tabla 10.- Tabla de verdad .....	32
Tabla 11.- Procedimientos .....	33
Tabla 12.- Operadores lógicos.....	34
Tabla 13.- Función lógica a través de una tabla de verdad.....	35
Tabla 14.- Mapas de Karnaugh.....	36
Tabla 15.- Patrones en los Mapas de Karnaugh .....	37
Tabla 16.- Función booleana a través de los Mapas de Karnaugh .....	38
Tabla 17.- Resumen de la investigación de los estudiantes de octavo semestre .....	39
Tabla 18.- Tabla de estadística .....	40
Tabla 19.- Calificaciones de aprendizaje.....	40
Tabla 20.- Función booleana a través de Mapas de Karnaugh.....	42
Tabla 21.- Proceso de aprendizaje de circuitos lógicos.....	43
Tabla 22.-Teoremas del Algebra de Boole .....	44
Tabla 23.- Reducción de compuertas lógicas .....	45
Tabla 24.- Tabla de verdad .....	46
Tabla 25.-Pruebas de normalidad .....	48
Tabla 26.-Estadísticos descriptivos .....	49
<i>Tabla 27.- Rangos .....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 28.- Rangos .....</i>	<i>49</i>
Tabla 29.- decisión .....	50

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Actitud del estudiante.....	27
Gráfico 2.- Leyes del algebra de Boole .....	28
Gráfico 3.- Teoremas de Morgan .....	29
Gráfico 4.- Simplificar una función booleana .....	30
Gráfico 5.- Grafica de una función lógica .....	31
Gráfico 6.- Tabla de verdad.....	32
Gráfico 7.- Procedimientos.....	33
Gráfico 8.-Operadores lógicos.....	34
Gráfico 9.-Función lógica a través de una tabla de verdad .....	35
Gráfico 10.- Mapas de Karnaugh .....	36
Gráfico 11.- Patrones en los Mapas de Karnaugh .....	37
Gráfico 12.- Función booleana a través de los Mapas de Karnaugh .....	38
Gráfico 13.- Función booleana a través de los Mapas de Karnaugh .....	41
Gráfico 14.- Función booleana atreves de Mapas de Karnaugh.....	42
Gráfico 15.- Proceso de aprendizaje de circuitos lógicos.....	43
Gráfico 16.- Teoremas del Algebra de Boole.....	44
Gráfico 17.- Reducción de compuertas lógicas .....	45
Gráfico 18.- Tabla de verdad.....	46

## RESUMEN

El Álgebra Booleana es una unidad que cuesta mucho trabajo entenderlo, principalmente por la dificultad que implica trabajar con un lenguaje diferente, por tal razón la presente investigación permite utilizar los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica para el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas con los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas periodo Abril- Agosto 2019, el diseño de la investigación es un estudio pre experimental porque se pretendió establecer el efecto de la variable independiente en la variable dependiente, su nivel enmarcado en el ámbito descriptivo. La metodología empleada mediante una prueba escrita pre y post de aprendizaje de los mapas de Karnaugh, en una población de 19 estudiantes de la carrera de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para el tratamiento estadístico se utilizó la prueba estadística de Wilcoxon, con el propósito de observar si los mapas de Karnaugh influyen significativamente en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas. De los resultados obtenidos se observó en los estudiantes un déficit de conocimientos sobre los teoremas propuestos por el Algebra de Boole, luego de la aplicación de los mapas de Karnaugh para minimizar una función booleana los estudiantes relacionaron, identificaron y agruparon diferentes patrones de manera fácil para establecer una respuesta concreta.

Palabras Claves:

Mapas de Karnaugh, aprendizaje, estrategia didáctica, función booleana, simplificación

## ABSTRACT

Boolean Algebra is a unit that it takes a lot of hard work to understand it, mainly because of the difficulty that involves working with a different language, for this reason the current investigation allows the use of Karnaugh maps as didactic strategy for learning the simplification of Boolean functions with the students enrolled in 8th semester of the career of Exact Sciences, April- August, 2019 period. The research design is a pre-experimental study because it was intended to establish the effect of the independent variable on the dependent variable, its level framed in the descriptive scope. The methodology used was a written test in a pre and post of learning of the Karnaugh maps, in a population of 19 students of Exact Sciences of the National University of Chimborazo. For the statistical treatment a statistical test of Wilcoxon was used, with the aim of observing if the maps of Karnaugh significantly influence the learning of the simplification of Boolean functions. The results obtained were observed in students a knowledge deficit on the theorems proposed by the Boolean Algebra, after the implementation of the Karnaugh maps to minimize a Boolean function students interacted, identified and grouped different patterns of the easy way to establish a concrete response.

Keywords:

Karnaugh maps, learning, didactic strategy, boolean function, simplification



**Reviewed by Mario Salazar  
Language Center Teacher**



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación, es una contribución para mejorar el aprendizaje de la matemática en nuestro país, particularmente en la unidad del Algebra de Boole.

A través de la experiencia como futura docente de Matemática, y Física, se puede indicar que dentro de la malla curricular de la carrera de Ciencias Exactas, no se encuentra la unidad del Algebra de Boole, lo cual condujo a no disponer de los conocimientos necesarios para el aprendizaje de la simplificación de un circuito digital a su mínima expresión, fue cuando en octavo semestre en la asignatura de electrónica se empezó a revisar y analizar el tema de la simplificación de una función lógica empleando los teoremas del Algebra de Boole, así como el empleo de los mapas de Karnaugh, siendo más fácil el aprendizaje de la simplificación de la función lógica empleando los Mapas de Karnaugh y eso llamo la atención para la realización de ésta investigación. Cabe señalar que al momento en la malla curricular del rediseño de la carrera justamente en la asignatura de Algebra Lineal se encuentra la unidad de Algebra de Boole.

En la lógica digital la simplificación de funciones booleanas consiste en minimizar la complejidad de una función, con el fin de facilitar la construcción o implementación del circuito lógico asociado, mediante la aplicación de diferentes métodos de reducción como: Método de Mapa de Karnaugh, Método Algebraico, método numérico de Quine-McCluskey.

La investigación consta de cinco capítulos debidamente concatenados:

En el primer capítulo, se detalla los diferentes contenidos como la problematización, formulación del problema, las preguntas directrices, objetivo general, objetivos específicos y la justificación, que se elabora de acuerdo a la investigación.

En el segundo capítulo se detalla específicamente cada enunciado referente a los antecedentes de investigación, la fundamentación teoría en base al tema de estudio, sistema de hipótesis, las variables y la definición de términos básico, para lo cual se ha hecho la indagación de varias fuentes de información.

En el tercer capítulo se identifica el diseño, tipo y nivel de investigación, así como la población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el cuarto capítulo se muestra con detalle los resultados obtenidos de la ficha de observación, la encuesta y la prueba objetiva reflejada en cuadros y gráficos que son analizados e interpretados.

En el quinto capítulo se enuncia las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron durante y después de la investigación.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO REFERENCIAL

#### 1.1. El problema de investigación

Los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas en los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas periodo Abril- Agosto 2019.

#### 1.2. Problematización

Es importante mencionar que la mayoría de los estudiantes no tienen un dominio del Álgebra Booleana, esto se demuestra con las calificaciones obtenidas del examen que se aplicó, por lo tuvieron bajos puntajes, por tal motivo es indispensable que los docentes de matemática deben encontrar varias formas de enseñar, utilizar diferentes metodologías para el estudiante tenga conocimientos sólidos y sobre todo no tenga apatía hacía el aprendizaje de esta asignatura.

Por otra parte, el Álgebra Booleana es una unidad que cuesta mucho trabajo entenderlo, principalmente por la dificultad que implica trabajar con un lenguaje diferente. La dificultad estriba no solamente en la representación de información por medio de una función booleana sino además en la simplificación de la misma, así como su representación gráfica usando para ello compuertas lógicas. Esto trae muchos problemas a los estudiantes en las asignaturas subsiguientes. Por tal motivo la propuesta didáctica del empleo de los mapas de Karnaugh para el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas, pretende hacer más fácil el aprendizaje del Algebra.

#### 1.3. Formulación del problema

¿Cómo la utilización de los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica permite el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas en los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas periodo abril-agosto 2019



#### **1.4. Preguntas directrices**

- ✓ ¿Cuál es el nivel de comprensión que demuestran los estudiantes hacia el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas?
- ✓ ¿Cómo se utilizan los mapas de Karnaugh en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas y la obtención de una función lógica mínima de un circuito digital?
- ✓ ¿Cuál es el efecto del uso de los mapas de Karnaugh en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas?

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Utilizar los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica para el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas con los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas periodo Abril- Agosto 2019

##### **1.6. Objetivos específicos**

- ✓ Realizar un diagnóstico del nivel aprendizaje que demuestran los estudiantes hacia el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas para entender el grado de aprendizaje que se encuentran los estudiantes.
- ✓ Emplear los mapas de Karnaugh en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas, como también en la obtención de una función lógica mínima de un circuito digital para la obtención de un aprendizaje significativo.
- ✓ Demostrar el efecto que tiene el uso de los mapas de Karnaugh en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas para poder medir el nivel de comprensión que tienen los estudiantes.

## 1.7. Justificación

En Universidad Nacional de Chimborazo existe poca bibliografía especializada que le permita tanto a docentes como estudiantes utilizar métodos y técnicas de enseñanza-aprendizaje dentro del aula, sobre todo en el área de la matemática y física.

Esta estrategia didáctica como es el empleo de los mapas de Karnaugh para la simplificación de una función booleana pretende servir de apoyo para estudiantes, docentes y personas que estén interesadas en el aprendizaje de Matemáticas sobre todo del Álgebra de Boole.

La importancia de estudiar este tema de investigación se basa en utilizar un método adecuado para poder simplificar una función booleana la cual es una expresión binaria que se relaciona con varias variables, minimizar una función es muy importante por lo que, al simplificar la función lógica, se puede reducir el número original de compuertas lógicas necesarios para implementar los circuitos digitales.

En 1854, George Boole publicó una obra titulada *Investigación de las leyes del pensamiento*, sobre las que se basan las teorías matemáticas de la lógica y la probabilidad. En esta publicación se formuló la idea de un “álgebra lógica”, que se conoce hoy en día como álgebra de Boole. El álgebra de Boole es una forma adecuada y sistemática de expresar y analizar las operaciones de los circuitos lógicos. Claude Shannon fue el primero en aplicar la obra de Boole al análisis y diseño de circuitos. En 1938, Shannon escribió su tesis doctoral en el *MIT (Massachusetts Institute of Technology)* titulada *Análisis simbólico de los circuitos de conmutación y relés*. (Floyd, 2006).

Existe varias investigaciones que se relacionan al tema propuesto, donde proponen varios métodos para poder simplificar una función booleana, ya sea con mayor efectividad, mayor facilidad y mayor rapidez, para que el estudiante pueda analizar y escoger que método le resulta más factible utilizar para obtener un circuito lógico más fácil de interpretar.

## CAPÍTULO II

### 2. ESTADO DEL ARTE

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Previo al inicio del presente trabajo de investigación, se ha realizado consultas en la que se ha encontrado trabajos similares a una de las variables, mismas que se detallan a continuación:

En la investigación “Método didáctico de simplificación de funciones Booleana realizada por el autor Luis Eduardo López Medina en el año 2003, donde el objetivo de la investigación fue implementar un programa tutorial que simplifica funciones booleanas utilizando diferentes métodos donde el procedimiento de simplificación de las funciones booleanas puede realizarse paso a paso o directamente, el autor luego de la realización de la investigación concluye que:

- ✓ Para tener un circuito adecuado es necesario simplificar la función booleana hasta un mínimo posible, de tal forma que se utilicen la mínima cantidad de compuertas, sin afectar el funcionamiento del circuito tanto en entradas como en salidas.
- ✓ El método del álgebra de Boole utiliza la lógica matemática y sus teoremas para poder simplificar la función; sin embargo, este método es conveniente cuando se tienen pocas variables de entrada.
- ✓ El método del mapa de Karnaugh es un método gráfico bastante bueno, pero no es práctico cuando se tienen más de 5 variables de entrada.

Otro estudio “FAST KARNOUGH MAP FOR SIMPLIFICATION OF COMPLEX BOOLEAN FUNCTIONS” realizada por el autor Hazem M. El-Bakry, el cual ha sido publicada mediante un artículo científico donde señala un nuevo método de simplificación de funciones Booleanas de forma rápida, comprueba de forma analítica y práctica que el número de pasos de cálculo requeridos para el método presentado es menor que el requerido por la correlación cruzada convencional. Los resultados de la simulación lo presentan con el software MATLAB confirmando los cálculos teóricos.

De igual forma el artículo científico que lleva por título “INTRODUCING THE YASSER-MAP AS AN IMPROVEMENT OF THE KARNAUGH-MAP FOR SOLVING LOGICAL PROBLEMS”, realizado por Vasser S. Abdalla, el estudio presenta el Yasser mapa como una mejora para el mapa de Karnaugh, especialmente cuando el número de variables excede de cuatro. Durante muchos años el k-map está considerado como el mejor camino para la solución de problemas lógicos que dependen de cuatro variables en la mayoría. Sin embargo, resulta difícil con 5 variables y muy difícil con seis variables y casi imposible con más de 6 variables. El método de Quine-McCluskey solía ser la única otra opción de cuatro de esos problemas lógicos con gran número de variables. Sin embargo, el método de Quine-McCluskey también es complicado y generalmente es aplicado por un programa informático. El Yasser-map, que se presenta en este trabajo es apto para problemas con bajo número de variables y también para problemas con gran número de variables. Un ejemplo de variable seis se resuelve mediante el Yasser-mapa para explicar lo simple que es.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Estrategia Didáctica**

Según Schuckermith(1987), estas estrategias son procesos ejecutivos mediante los cuales se eligen, coordinan y aplican las habilidades. Se vinculan con el aprendizaje significativo y con el aprender a aprender. La aproximación de los estilos de enseñanza al estilo de aprendizaje requiere como señala Bernal (1990), que los profesores comprendan la gramática mental de sus alumnos derivada de los conocimientos previos y del conjunto de estrategias, guiones o planes utilizados por los sujetos de las tareas.

Estrategia metodológica define un conjunto de procedimientos técnicas permitiendo la construcción de conocimientos, que ayudan al docente a realizar un diagnóstico y evaluar las acciones que realiza al enseñar y así establecer conocimientos sólidos en los estudiantes.

### **2.2.1.1 Tipos de estrategias didácticas**

#### **La autogestión o autoaprendizaje**

Esta manera didáctica se enfoca principalmente en el estudiante, es decir que adquiera una mayor iniciativa y sea independiente, buscar la manera de solucionar problemas de forma individual. De esta forma, participa más activamente en el proceso de aprendizaje adquiriendo continuamente nuevas capacidades y habilidades a través de su desempeño personal. El docente actúa especialmente solo guía y apoya con diferentes herramientas para que el estudiante adquiera un aprendizaje significativo. (Miniland, 2018)

#### **La enseñanza por descubrimiento**

Se basa principalmente en que el estudiante descubra varios ámbitos de la ciencia por sí solo, es decir la enseñanza por descubrimiento ayuda a que el estudiante adquiera conocimientos y habilidades mediante un ejercicio práctico para que pueda aplicarlo en otras situaciones del campo educativo. (Miniland, 2018)

### **2.2.1.2 Ventajas de una estrategia didáctica**

- ✓ Ayuda a que el estudiante cree su propio conocimiento en base a la guía del docente
- ✓ Contribuye a la atención del estudiante y a la necesidad de aprender nuevas cosas
- ✓ Permite a la organización del proceso educativo
- ✓ Ayuda a resolución de problemas de manera individual o colaborativa del estudiante
- ✓ Interactuar entre docente y estudiante de manera participativa comunicando diferentes ideas y descubrimientos.

### **2.2.1.3 Desventajas de una estrategia didáctica**

- ✓ Realiza un retraso al proceso educativo, es decir se utiliza más tiempo de lo que establecido.
- ✓ La participación del estudiante es fundamental para que la estrategia didáctica funcione.
- ✓ Algunos estudiantes no tienen la iniciativa de descubrir nuevas cosas, y no se concentran en la estrategia didáctica ya establecida.
- ✓ Algunos estudiantes muestran poca seriedad e interés por aprender, eso ocasiona que la participación no se homogénea.

## 2.2.2. Aprendizaje

Según Hergenhahn (1976), define el aprendizaje como “un cambio relativamente permanente en la conducta o en su potencialidad que se produce a partir de la experiencia y desde el punto de vista del desarrollo del alumno, éste irá integrando sus conocimientos y destrezas a lo largo de la vida, en un proceso en el que intervienen las capacidades naturales, el nivel de madurez y el nivel de interacción con el medio.

El aprendizaje nos permite adquirir conocimientos nuevos a través de la experiencia y con la ayuda de ellos poder sobre salir en su entorno.

## 2.2.3. Funciones Booleanas

Una función booleana se identifica como su dominio valores que se representa con palabras (verdaderas y falsas) donde en su lenguaje simbólico se basa más en el sistema binario donde se representa con (0,1).

Una función booleana de n variables  $f = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , es un mapeo o correspondencia que asocia un valor booleano a f, con cada una de las posibles combinaciones de valores que pueden tomar las variables. (Bijit, 2010)

Una función booleana se puede representarse de las siguientes formas:

### Algebraica

Una función booleana se puede representar como una expresión algebraica, por ejemplo:

$$f(A, B, C) = AB + B \cdot C + AC$$

Donde se puede encontrar varias combinaciones según sea las variables, mediante esta representación podemos encontrar infinitas representaciones equivalentes de una función.

Esta forma de representar una función booleana, tiene el objetivo principal de obtener una expresión que puede ser muy compacta y facilita la manipulación matemática.

### **Tabla de valores**

Una función booleana se puede representar con una tabla de verdad, donde nos permite identificar de mejor manera las diferentes combinaciones de valores de las variables y el valor asociado a la función.

Una función de Boole puede ser representada por medio de la tabla de verdad, para hacerlo se necesitan  $2^n$  combinaciones de unos y ceros de las  $n$  variables binarias, donde  $n$  es el número de variables de entrada de la función. En otra columna se ponen los valores de la función, es decir el valor que tiene la salida de este sistema 1 o 0 para cada una de las combinaciones en las entradas. (MEDINA, 2003)

La ventaja de la representación en tabla de valores es porque nos da facilita ver de forma más clara las funciones equivalentes y más fácil de entenderlo.

### **Gráfica**

Las funciones booleanas se pueden representar con un diagrama lógico, donde se necesita la representación algebraica y sobre todo está compuesto de compuertas lógicas como el: AND, OR y NOT.

La combinación de 2 o más variables en un término se necesitará la ayuda de la compuerta AND y para combinar 2 o más términos la compuerta OR.

El diagrama lógico nos ayuda a identificar de forma más directa las entradas y salidas de los circuitos, donde nos permite crear un ambiente visual y mucho más sistemático, a la hora de identificar de mejor manera un circuito

#### **2.2.4. Importancia de Funciones Booleanas**

Una función booleana es muy indispensable en la realización de un circuito, lo cual es una relación lógica entre todas las entradas combinadas por medio de operadores lógicos. Nos permite interpretar un circuito lógico de la manera más factible y eficaz.

Menos número de compuertas lógicas significa menos consumo de energía, a veces el circuito funciona más rápido y también cuando se reduce el número de compuertas, el costo también disminuye. Por lo tanto, al reducir el número de puertas, el tamaño del chip y el costo se educirán y la velocidad de cálculo aumentará. (El-Bakry, 2004)

Si no existiera las funciones booleanas no podríamos representar un circuito lógico por lo que es muy importante saber las varias formas de representar una función.

#### **2.2.5. Criterios para simplificar una función booleana**

Para poder simplificar funciones booleanas existe diferentes métodos de resolución, pero es importante establecer criterios al momento de reducir a lo máximo la función para así poder interpretar de mejor manera un circuito.

- ✓ Minimizar compuertas.
- ✓ Minimizar número de entradas a las compuertas. Esto corresponde a minimizar el número de literales y reduce el número de transistores en cada compuerta (reduce el costo).
- ✓ Disminuir el número de niveles, esto aumenta la velocidad de respuesta del circuito implementando la función. (Vidal, 2005)

#### **2.2.6. Operaciones y expresiones booleanas**

Las expresiones booleanas consisten en secuencias de ceros, unos, y variables conocido como literales separados por los operadores booleanos NOT, AND, OR, NAND y NOR.



Los términos complemento y literal son términos utilizados en el álgebra booleana:

- ✓ El complemento es el inverso de una variable y se indica mediante una barra encima de la misma. Así, el complemento de A es  $\bar{A}$ .
- ✓ Un literal es una variable o el complemento de una variable.

El álgebra de Boole es la fundación matemática de los sistemas digitales, lo cual emplea operaciones que deben regirse por propiedades y reglas lógicas llamados leyes o postulados.

Las siguientes operaciones son:

a) Suma

La suma booleana es equivalente a la operación OR. El término suma es 1 si al menos uno de sus literales es 1. El término suma es cero solamente si cada literal es 0.

b) Multiplicación booleana

La multiplicación booleana es equivalente a la operación AND. El producto de literales forma un término producto. El término producto será 1 solamente si todos literales son 1. (Floyd, 2006)

## **2.2.7. Leyes y reglas del Álgebra de Boole**

Al igual que en otras áreas de las matemáticas, existen en el álgebra de Boole leyes y reglas la cual nos ayudara a para demostrar leyes más generales sobre expresiones booleanas y también se usan para simplificar y optimizar expresiones booleanas y sistemas digitales.

### **2.2.7.1 Leyes del Algebra de Boole**

a) Ley conmutativa

Esta ley se utiliza tanto en la suma como en la multiplicación lo cual quiere decir:

Para la suma la ley conmutativa declara que, en términos del resultado, el orden en el cual se suman (OR) la variable es indiferente.

$$A + B = B + A$$

Para la multiplicación la ley conmutativa declara que, en términos del resultado, el orden en el cual se multiplican (AND) la variable es indiferente.

$$AB = BA$$

b) Ley asociativa

Para la suma la ley asociativa declara que, cuando se suman (OR) más de dos variables, el resultado es el mismo a pesar del agrupamiento de las variables.

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

Para la multiplicación la ley asociativa declara que, cuando se multiplican (AND) más de dos variables, el resultado es el mismo a pesar del agrupamiento

$$A(BC) = (AB)C$$

c) Ley distributiva

Una expresión que contiene factores comunes se puede factorizar tal como en el álgebra ordinaria.

$$AB + AC = A(B + C)$$

### 2.2.7.2 Reglas del algebra de Boole

Existen varias reglas en el álgebra de Boole, pero solo enumeraremos las que nos ayuda a la manipulación y simplificación de expresiones booleanas.

1.  $A + 0 = A$
2.  $A + 1 = 1$
3.  $A * 0 = 0$
4.  $A * 1 = A$

5.  $A + A = A$
6.  $A + \bar{A} = 1$
7.  $A * A = A$
8.  $A * \bar{A} = 0$
9.  $\bar{\bar{A}} = A$
10.  $A + AB = A$
11.  $A + \bar{A}B = A + B$
12.  $(A + B)(A + C) = A + BC$

### 2.2.8. Teoremas de Morgan

Los teoremas de Morgan son parte fundamental en el álgebra de Boole ya que se trata específicamente en las compuertas AND y OR donde nos ayuda a simplificar la función lógica de una manera más adecuada.

Existen dos teoremas que menciona Morgan y son las siguientes:

1.  $\overline{A + B} = \bar{A} * \bar{B}$
2.  $\overline{A * B} = \bar{A} + \bar{B}$

### 2.2.9. Análisis booleano de los circuitos lógicos

#### 2.2.9.1 Expresión booleana de un circuito lógico

Para obtener la expresión booleana de un determinado circuito lógico, la manera de proceder consiste en comenzar con las entradas situadas más a la izquierda e ir avanzando hasta las líneas de salida, escribiendo la expresión para cada puerta.

#### a) Construcción de una tabla de verdad para un circuito lógico

Una vez que se ha determinado la expresión booleana de un circuito dado, puede desarrollarse una tabla de verdad que represente la salida del circuito lógico para todos los valores posibles de las variables de entrada. El procedimiento requiere que se evalúe la expresión booleana para todas las posibles combinaciones de valores de las variables de entrada. (Floyd, 2006)

### 2.2.9.2 Formas estándar de las expresiones

#### a) Suma de productos

Cuando dos o más productos se suman mediante la adición booleana, la expresión resultante se denomina suma de productos. En una expresión con formato de suma de productos, una barra no puede extenderse sobre más de una variable. Sin embargo, más de una variable puede tener una barra encima. (Floyd, 2006)

$$\overline{AB} \neq \overline{A} \overline{B}$$

#### b) Producto sumas

Cuando dos o más términos suma se multiplican, la expresión resultante se denomina producto de sumas. En una expresión con formato de suma de productos, una barra no puede extenderse sobre más de una variable. Sin embargo, más de una variable puede tener una barra encima.

$$\overline{A + B} \neq \overline{A} + \overline{B}$$

### 2.2.10. Métodos para simplificar funciones booleanas

#### 2.2.10.1 Simplificación mediante el Álgebra de Boole

Una vez que se ha determinado la expresión booleana de un circuito dado, puede desarrollarse una tabla de verdad que represente la salida del circuito lógico para todos los valores posibles de las variables de entrada.

Para poder simplificar una expresión debemos utilizar las reglas y leyes que postula el Algebra de Boole lo cual el procedimiento requiere que se evalúe la expresión booleana para todas las posibles combinaciones de valores de las variables de entrada.

Ejemplo:

Mediante las técnicas del algebra booleana, simplificar las siguientes expresiones lo máximo posible:

$$F = \overline{A}BC + A\overline{B}C + ABC + \overline{A}BC$$

$$F = (\overline{A}BC + A\overline{B}C) + (ABC + \overline{A}BC)$$

$$F = \overline{A}B(C + C) + B\overline{C} (A + \overline{A}) \quad \text{Regla N° 6 } A + \overline{A} = 1$$

$$F = \overline{A}B(1) + B\overline{C} (1)$$

$$F = \overline{A}B + BC$$

### 2.2.11. Mapas de Karnaugh

Es la principal representación conceptual de funciones booleanas donde este método fue propuesto por Veitch y modificado por Karnaugh, por esta razón se lo conoce como el método de Karnaugh o de Veitch lo cual fue puesto utilizado este método desde el año 1953.

El mapa de Karnaugh es un método simple y directo para simplificar la función booleana, y que puede ser tratado no solamente en forma de una tabla de verdad, sino como una extensión del diagrama de Venn, donde su principal objetivo es minimizar compuertas lógicas de la manera más rápida, lo cual nos va ayudar a interpretar un circuito lógico de la mejor manera.

Un mapa de Karnaugh es similar a una tabla de verdad, ya que muestra todos los valores posibles de las variables de entrada y la salida resultante para cada valor. En lugar de organizar en filas y columnas como una tabla de verdad, el mapa de Karnaugh es una matriz de celdas en la que cada celda representa un valor binario de las variables de entrada. Las celdas se organizan de manera que la simplificación de una determinada expresión consiste en agrupar adecuadamente las celdas.

El número de celdas de un mapa de Karnaugh es igual al número total de posibles combinaciones de las variables de entrada, al igual que el número de filas de una tabla de verdad. Para tres variables, el número de celdas necesarias es de  $2^3 = 8$ . Para cuatro variables, el número de celdas es de  $2^4 = 16$ . (L.Floyd, 2006)

### 2.2.11.1 Estructura de un mapa de Karnaugh de acuerdo a sus variables

#### ✓ Dos variables

Cuando existen dos variables se utiliza la fórmula  $2^2 = 4$  el resultado en este caso es 4 nos indica el número de casilleros que debemos ubicar para dibujar nuestro mapa de Karnaugh.

A	B	X
0	0	$X_0$
0	1	$X_1$
1	0	$X_2$
1	1	$X_3$

	B	$\bar{B}$
$\bar{A}$	$X_0$	$X_1$
A	$X_2$	$X_3$

#### ✓ Tres variables

Cuando existen tres variables se utiliza la fórmula  $2^3 = 8$  el resultado en este caso es 8 nos indica el número de casilleros que debemos ubicar para dibujar nuestro mapa de Karnaugh.

A	B	C	X
0	0	0	$X_0$
0	0	1	$X_1$
0	1	1	$X_2$
0	1	0	$X_3$
1	0	1	$X_4$
1	0	0	$X_5$
1	1	1	$X_6$
1	1	0	$X_7$

	$\bar{A}\bar{B}$	$A\bar{B}$	$AB$	$\bar{A}B$
$\bar{C}$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
C	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$

✓ **Cuatro variables**

Cuando existen dos variables se utiliza la fórmula  $2^4 = 16$  el resultado en este caso es 16 nos indica el número de casilleros que debemos ubicar para dibujar nuestro mapa de karnaugh.

A	B	C	D	X
0	0	0	0	$X_0$
0	0	0	0	$X_1$
0	0	1	1	$X_2$
0	0	1	0	$X_3$
0	1	0	1	$X_4$
0	1	0	0	$X_5$
0	1	1	1	$X_6$
0	1	1	0	$X_7$
1	0	0	1	$X_8$
1	0	0	0	$X_9$
1	0	1	1	$X_{10}$
1	0	1	0	$X_{11}$
1	1	0	1	$X_{12}$
1	1	0	0	$X_{13}$
1	1	1	1	$X_{14}$
1	1	1	0	$X_{15}$

	$\overline{A}\overline{B}$	$A\overline{B}$	$AB$	$\overline{A}B$
$\overline{C}\overline{D}$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$C\overline{D}$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$CD$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$
$\overline{C}D$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$

**Forma de agrupación en un mapa de Karnaugh**

En un mapa de Karnaugh solo se puede agrupar vertical y horizontalmente, de acuerdo a la regla de  $2^n$ , donde se puede formar patrones de dos, cuatro, ocho, y así sucesivamente, recordando siempre si realizamos menos patrones tendremos de una manera rápida la función booleana reducida al máximo.

Ejemplo:

Utilizar un mapa de Karnaugh para simplificar la función booleana

$$F = A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C + AB\bar{C} + \bar{A}B\bar{C}$$

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	1	0
0	1	0	1
1	0	1	1
1	0	0	1
1	1	1	0
1	1	0	1

	$\bar{A}\bar{B}$	$A\bar{B}$	$AB$	$\bar{A}B$
$\bar{C}$	0	1	1	1
$C$	0	1	0	0

$$F = A\bar{B} + BC$$

### 2.3. SISTEMA DE HIPÓTESIS

**Hi:** Luego de la aplicación de los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica mejora significativamente en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas.

**Ho:** Luego de la aplicación de los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica no mejora significativamente en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas.

#### 2.3.1. Variable Independiente

Los Mapas de Karnaugh como Estrategia didáctica

#### 2.3.2. Variable Dependiente

Aprendizaje de la simplificación de funciones Booleanas



## 2.4. Definición de términos básicos

**Estrategia.** - es un conjunto de procedimientos para elaborar un plan y alcanzar uno o varios objetivos propuestos. (RAE, 2019)

**Función.** – es una correspondencia que se asocia a cada objeto de un conjunto A uno y solo un objeto de un conjunto B. (Apostol, 2006)

**Circuito.** - Sistema formado por uno o varios conductores, recorrido por una corriente eléctrica, y en el cual hay generalmente intercalados aparatos productores o consumidores de esta corriente. (RAE, 2019)

**Método.** - Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla. (RAE, 2019)

**Didáctica.** - es una disciplina pedagógica que analiza, comprende y mejora los procesos de enseñanza- aprendizaje. (Diaz, 2002)

**Compuertas lógicas.** - Una puerta lógica, o compuerta lógica, es un dispositivo electrónico que operan con una o más señales de entrada para producir una señal de salida. (Mano, 2003)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Diseño de la investigación

Es un estudio pre experimental porque se pretendió establecer el efecto de la variable independiente en la variable dependiente. Cabe mencionar que se aplicó una prueba previa al tratamiento experimental, después se le administró y finalmente se le aplicó una prueba.

La representación del diseño es el siguiente:

<b>G</b>	<b>O1</b>	<b>x</b>	<b>O2</b>
----------	-----------	----------	-----------

G: Grupo de sujetos (G1: grupo 1, G2: grupo 2,...)

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental.

O: Medición de los sujetos de un grupo (prueba, cuestionario, observación,...) Si aparece antes del estímulo es una pre-prueba y si aparece después del estímulo se llama pos-prueba

#### 3.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación corresponde a una investigación básica, pura o fundamental porque su función es producir conocimientos y teorías, y lo que se pretendió con esta investigación es incrementar el conocimiento teórico ya existente e implementar nuevas estrategias para así obtener un nivel de aprendizaje favorable.

#### 3.3. Nivel de investigación

En la presente investigación se relacionó el problema y los objetivos para obtener los siguientes niveles de investigación:

### **3.3.1. Investigación Descriptiva**

Se identificó las relaciones causa-efecto entre las variables mapas de Karnaugh y aprendizaje de la simplificación de funciones Booleanas como estrategia didáctica, además se llegó a conocer cada situación y actitudes importantes a través de una descripción exacta de cada actividad realizada en el proceso de la investigación.

### **3.3.2. Investigación de Campo**

La investigación es propiamente de campo porque se realizó en el lugar que se han desarrollado los hechos, ya que este tipo de investigación recolecta y proporciona información acorde a la verdadera situación en que se encuentran los estudiantes de octavo semestre de la Carrera de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **3.4. Población y Muestra**

### **3.4.1. Población**

Se trabajó con una población de 37 estudiantes de la carrera de Ciencias Exactas en el periodo Abril- Agosto 2019.

### **3.4.2. Muestra**

- **Marco muestral:** lista de estudiantes matriculados en octavo semestre de la carrera de Ciencias Exacta
- **Técnica de muestreo:** No probabilístico por conveniencia
- **Tamaño de la muestra:** 19 estudiantes

### 3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

#### 3.5.1. Técnicas

##### ✓ La encuesta

Mediante esta técnica se realizó diferentes preguntas en forma específica, el cual permitirá conocer lo que expresan los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas en referencia a la simplificación de funciones booleanas.

##### ✓ Observación

Mediante esta técnica se considera varios parámetros de observación, tomando en cuenta los aspectos más relevantes de la investigación, el cual permitirá identificar datos confiables de estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas en referencia a la simplificación de funciones booleanas.

##### ✓ Test

Esta técnica se basa específicamente a evaluar conocimientos ya adquiridos y obtener una información exclusiva y relevante para nuestra investigación, es por eso que se utilizó para medir el nivel de aprendizaje que tienen los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas en referencia a la simplificación de funciones Booleanas.

#### 3.5.2. Instrumentos

**Cuestionario.** Dirigida a los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas con una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados.

- ✓ **Ficha de observación.** – Estuvo dirigida a los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas con parámetros relacionados al objetivo y a operacionalización de las dos variables existentes.

- ✓ **Prueba Objetiva.** - Estuvo destinada a la evaluación de conocimientos, capacidades, destrezas, adquiridos durante el aprendizaje de mapas de Karnaugh, las cuales serán aplicadas a los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas.

Para la tabulación de los datos se consideró la siguiente escala:

*Tabla 1.- Nivel de aprendizaje*

<b>Cualitativo</b>	<b>Cuantitativo</b>
Aprendizaje Avanzado	9-10
Aprendizaje Satisfactorio	7-8,99
Aprendizaje Elemental	5-6,99
Aprendizaje Inicial	1-4,99

Fuente: (Sanchez, 2018)

Elaborado por: Daniela Villagómez

La investigación se trabajó con variables cualitativas y cuantitativas, de acuerdo a los datos del pos y pre test que no adquieren una distribución normal, se estableció los siguientes parámetros que se enuncia en la tabla 1. Además, se considera que son pruebas no paramétricas

### **3.6. Técnicas de procesamiento de datos**

Se utilizó las técnicas que nos sugiere la estadística básica en el procesamiento de los datos, se completó con la elaboración y registros en estadígrafos de representación gráfica. Como se trata de una investigación pre experimental se aplicó una metodología a partir del análisis y cumplimiento de las siguientes actividades:

- ✓ Recopilación de información bibliográfica.
- ✓ Elaboración y diseño de los instrumentos de recolección de datos.
- ✓ Confiabilidad de los instrumentos
- ✓ Validez de los instrumentos
- ✓ Aplicación de los instrumentos.
- ✓ Tabulación y análisis de los instrumentos.
- ✓ Interpretación grafica de los resultados.
- ✓ Prueba de Hipótesis
- ✓ Determinación de conclusiones y recomendaciones.

## Fiabilidad

Para la investigación se utilizó el alfa de Cronbach quien nos indica un porcentaje de fiabilidad de los instrumentos utilizados en la investigación lo cual se obtuvo el siguiente dato:

*Tabla 2.- Estadísticas de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	N de elementos
,809	8

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)  
Elaborado por: Daniela Villagómez

En el programa tecnológico se especifica la fiabilidad de los instrumentos aplicados en la investigación, lo cual se obtiene por medio del alfa de Cronbach un 0.809 que representa en 80,9%. Esto quiere decir que los instrumentos aplicados son de tendencia alta.

## Validez.

Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico del contenido de lo que se quiere medir, se trata de determinar hasta dónde los ítems o reactivos de un instrumento son representativos del universo de contenido de la característica o rasgo que se quiere medir. (Corral, 2009)

Después de tabular los datos obtenidos del criterio de los expertos, los resultados se basan en los niveles de validez que presenta Gualberto Cabanillas

*Tabla 3.- Valores de los niveles de validez*

Valoración	Niveles de validez
91-100	Excelente
81-90	Muy bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: (Cabanillas & Gualberto, 2004)  
Elaborado por: Daniela Villagómez

Finalmente, la validez de los instrumentos emitida por el Juicio de Expertos, fue un valor de muy bueno. Por tanto, el contenido de los instrumentos de medida es válido de acuerdo a la opinión y la experiencia de los especialistas

**Tabla 4.- Elección de la prueba estadística**

Variable aleatoria Variable fija		PRUEBAS NO PARAMETRICAS			PRUEBAS PARAMETRICAS
		NOMINAL DICOTOMICA	NOMINAL POLITOMICA	ORDINAL	NUMERICA
Estudio transversal/ longitudinal Muestras independientes	Un grupo	$\chi^2$ Bondad de ajuste Binomial	Bondad de ajuste	Bondad de ajuste	T student (una muestra)
	Dos grupos	$\chi^2$ Bondad de ajuste corrección de Yates Test exacto de Fisher	Bondad de ajuste	U Mann-Withney	T student (muestra independientes)
	Más de dos grupos	Bondad de ajuste	Bondad de ajuste	Kruskal- Willis	ANOVA con un factor (INTERSujetos)
Estudio transversal/ longitudinal Muestras relacionadas	Dos medias	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T student (muestra relacionadas)
	Más de dos medias	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para mediadas repetidas (INTERSujetos)

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Elaborado por: Daniela Villagómez

Los datos obtenidos en la prueba escrita pre y pos aprendizaje fueron analizados, tabulados e ingresados al software estadístico SPSS 25, para la comprobación de la hipótesis, se trabajó con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. FICHA DE OBSERVACIÓN

#### APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS

##### 1. Se mantiene atent@ y interesad@ al tema propuesto

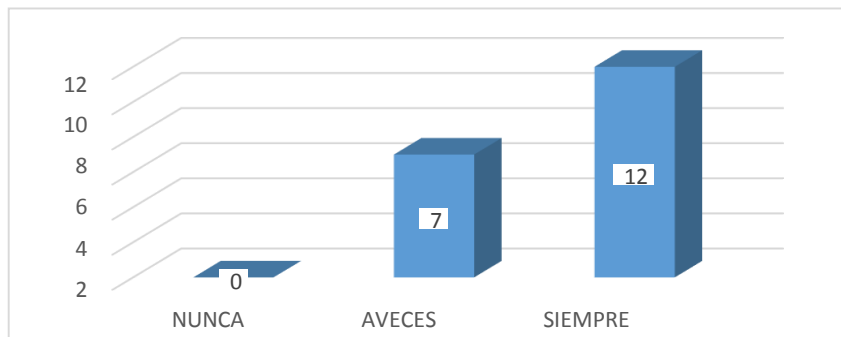
*Tabla 5.- Actitud del estudiante*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	7	37%
SIEMPRE	12	63%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°1

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 1.- Actitud del estudiante*



Fuente: Tabla 5

Elaborado por: Daniela Villagómez

#### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 63% de siempre y 37% a veces que se mantiene atent@s y interesad@s en el tema propuesto.

#### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes están interesados en el tema propuesto.



## 2.Utiliza correctamente las leyes del algebra de Boole

*Tabla 6.- Leyes del algebra de Boole*

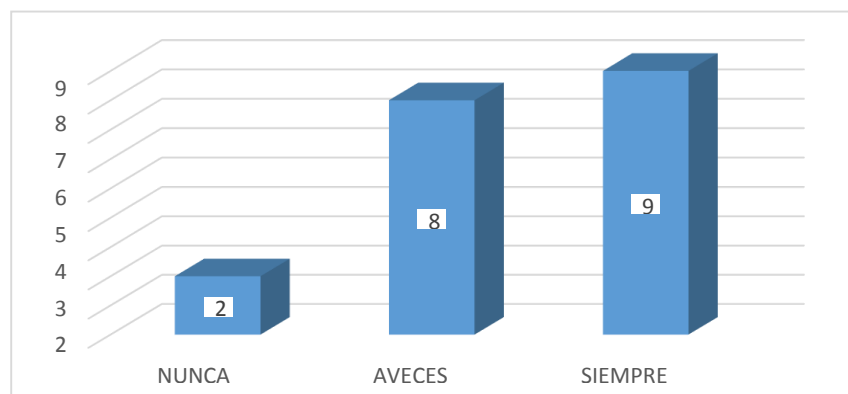
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	2	11%
AVECES	8	42%
SIEMPRE	9	47%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro

Nº2

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 2.- Leyes del algebra de Boole*



Fuente: Tabla 6

Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 47% de siempre y 42% a veces que utilizan correctamente las leyes del algebra de Boole al momento de simplificar una función booleana.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes manejan de forma correcta las leyes del algebra de Boole para simplificar una función booleana.

### 3.Utiliza correctamente los teoremas de Morgan

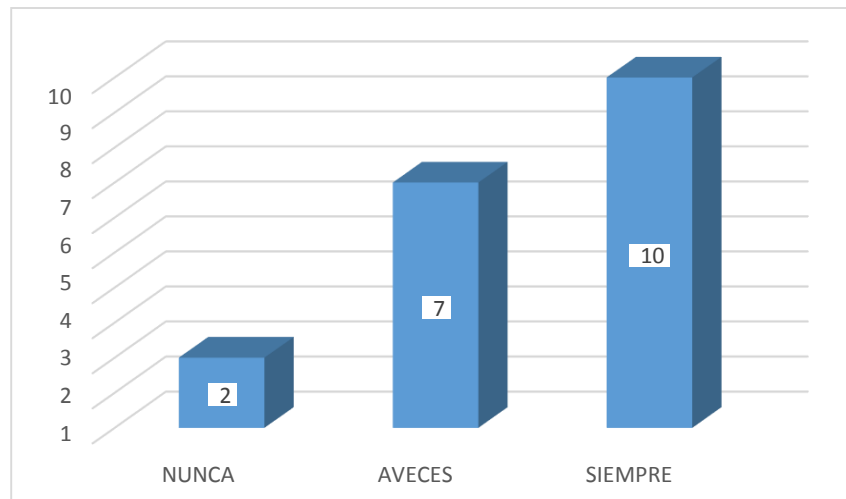
*Tabla 7.- Teoremas de Morgan*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	2	11%
AVECE	7	37%
SIEMPRE	10	53%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°3

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 3.- Teoremas de Morgan*



Fuente: Tabla 7

Elaborado por: Daniela Villagómez

#### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 53% de siempre y 37% a veces que utilizan correctamente los teoremas de Morgan al momento de simplificar una función booleana.

#### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes manejan de forma correcta los teoremas de Morgan para simplificar una función booleana.

#### 4. Identifica correctamente los pasos que debe seguir al momento de simplificar una función booleana

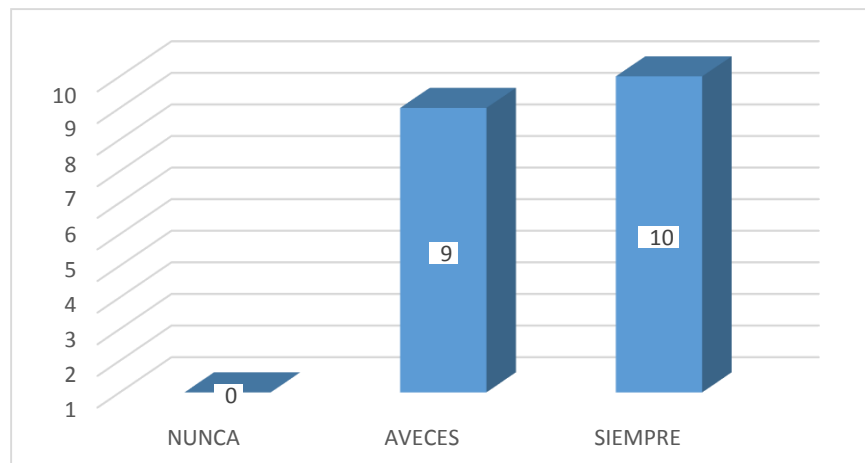
*Tabla 8.- Simplificar una función booleana*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	9	47%
SIEMPRE	10	53%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°4

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 4.- Simplificar una función booleana*



Fuente: Tabla 8

Elaborado por: Daniela Villagómez

#### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 53% de siempre y 47% a veces que identifican correctamente los pasos que se debe seguir al momento de simplificar una función booleana.

#### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestra un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes siguen de forma correcta cada paso para minimizar una función booleana.

## 5. Gráfica correctamente una función lógica en un circuito

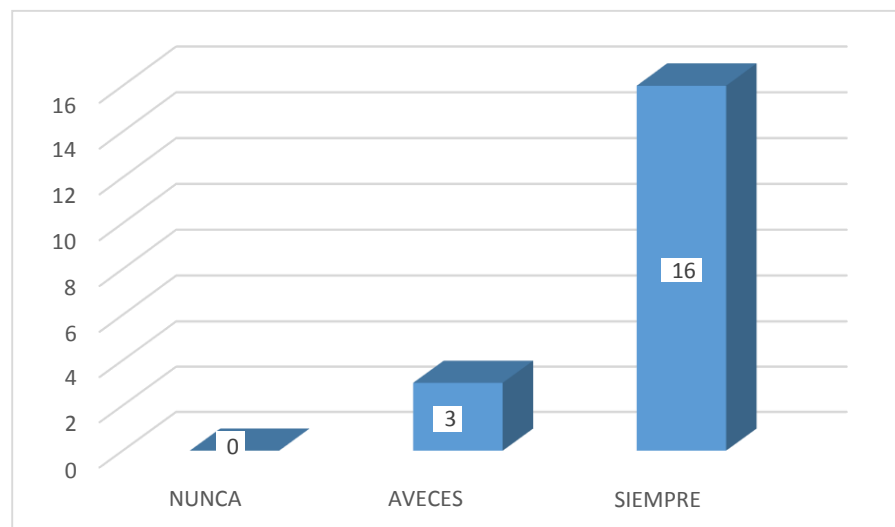
Tabla 9.- Gráfica de una función lógica

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	3	16%
SIEMPRE	16	84%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°5

Elaborado por: Daniela Villagómez

Gráfico 5.- Gráfica de una función lógica



Fuente: Tabla 9

Elaborado por: Daniela Villagómez

### Análisis

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 84% de siempre y 16% a veces que de forma correcta grafican una función booleana en un circuito.

### Interpretación

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes realizan de forma correcta la gráfica de una función booleana en un circuito.

## 6. Crea de forma correcta una tabla de verdad

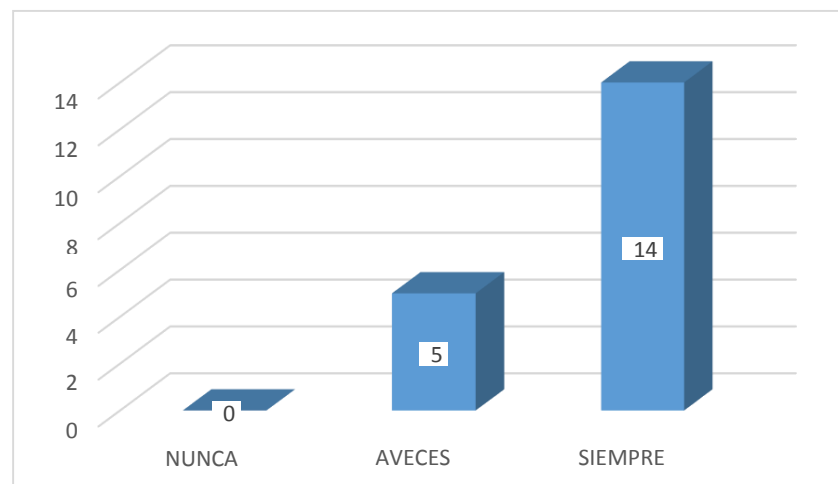
*Tabla 10.- Tabla de verdad*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	5	26%
SIEMPRE	14	74%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°6

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 6.- Tabla de verdad*



Fuente: Tabla 10

Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 74% de siempre y 26% a que veces crean una tabla de verdad de forma de correcta.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestra un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes pueden crean una tabla de verdad de la manera más correcta.

## 7.Trabaja en orden los procedimientos

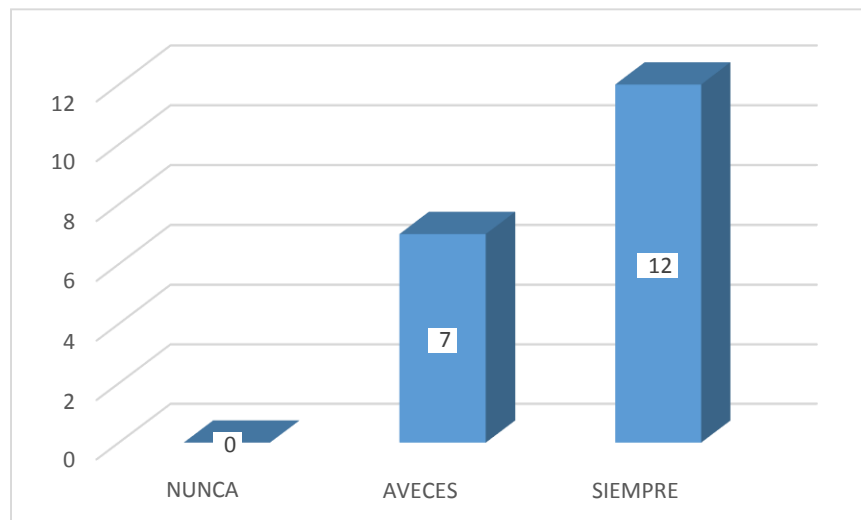
*Tabla 11.- Procedimientos*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	7	37%
SIEMPRE	12	63%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

Fuente: ficha de observación, parámetro N°7

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 7.- Procedimientos*



Fuente: Tabla 11

Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 63% de siempre y 37% a que veces trabajan en orden los procedimientos.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes siguen los pasos para simplificar una función booleana de forma ordenada cada procedimiento.

## 8. Identifica los operadores lógicos en una función booleana

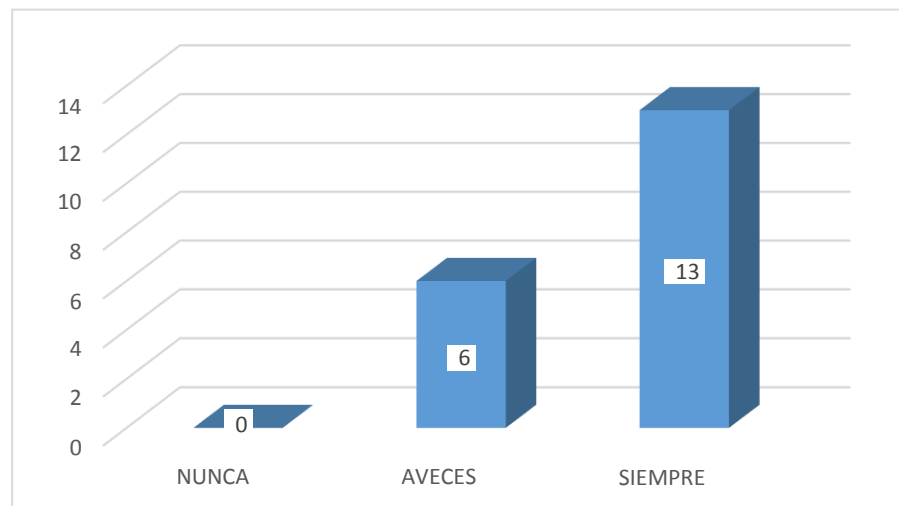
Tabla 12.- Operadores lógicos

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	6	32%
SIEMPRE	13	68%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°8

Elaborado por: Daniela Villagómez

Gráfico 8.-Operadores lógicos



Fuente: Tabla 12

Elaborado por: Daniela Villagómez

### Análisis

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 68% de siempre y 32% a que veces identifican los operadores lógicos en una función booleana.

### Interpretación

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes identifican los operadores lógicos en una función booleana.

## 9.Verifica el resultado a través de una tabla de verdad

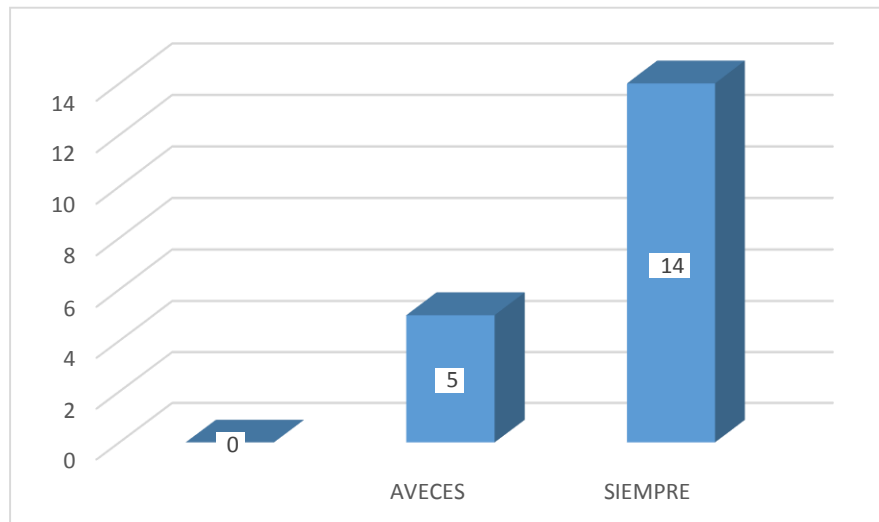
*Tabla 13.- Función lógica a través de una tabla de verdad*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<b>NUNCA</b>	0	0%
<b>AVECES</b>	5	26%
<b>SIEMPRE</b>	14	74%
<b>TOTAL</b>	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°9

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 9.-Función lógica a través de una tabla de verdad*



Fuente: Tabla 13

Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 74% de siempre y 26% a que veces verifican el resultado de la función booleana minimizada en una tabla de verdad.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes verifican el resultado obtenido de una función booleana a través de una tabla de verdad.



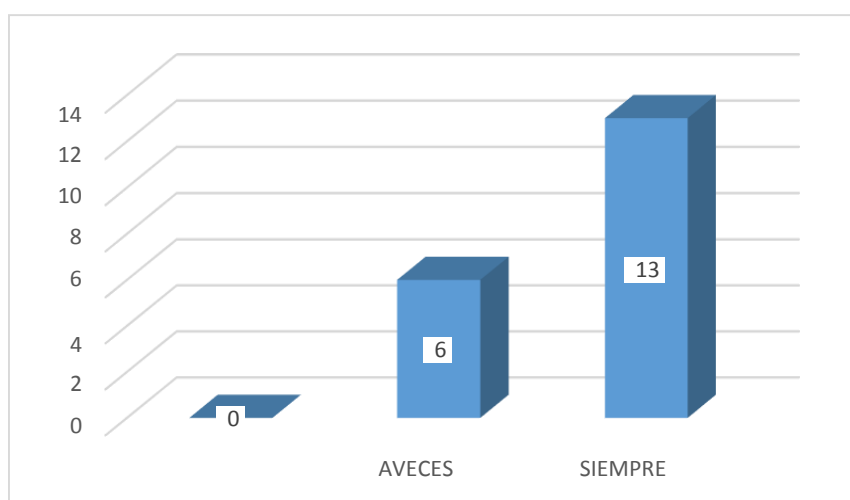
## 10.Elabora los mapas de Karnaugh de forma adecuada

*Tabla 14.- Mapas de Karnaugh*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	6	32%
SIEMPRE	13	68%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°10  
Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 10.- Mapas de Karnaugh*



Fuente: Tabla 14  
Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 68% de siempre y 32% a que veces elaboran los mapas de Karnaugh de forma adecuada.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes elaboran de forma correcta un mapa de Karnaugh.

## 11. Identifica todos los patrones existentes en un mapa de Karnaugh

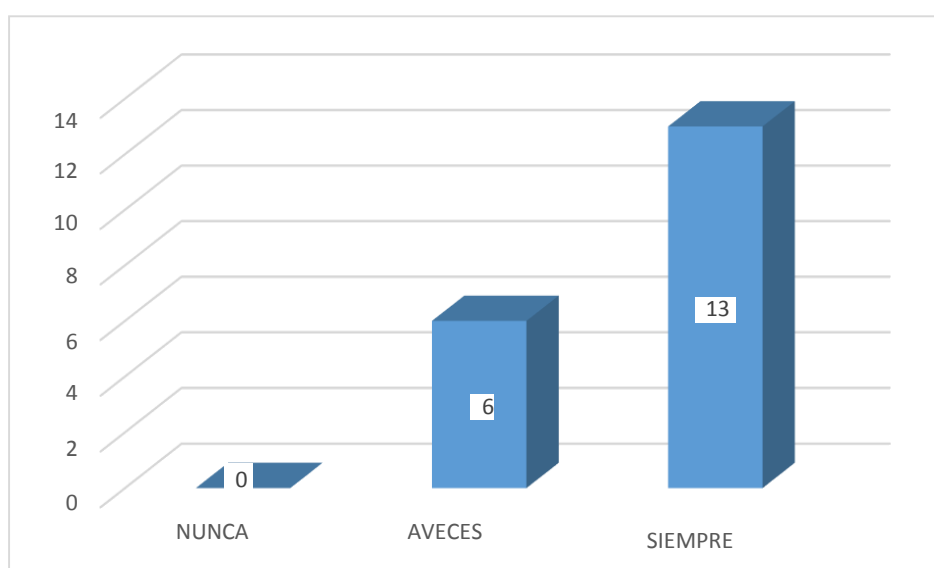
*Tabla 15.- Patrones en los Mapas de Karnaugh*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	6	32%
SIEMPRE	13	68%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°11

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 11.- Patrones en los Mapas de Karnaugh*



Fuente: Tabla 15

Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 68% de siempre y 32% a que veces identifican los patrones existentes en un mapa de Karnaugh.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes pueden encontrar todos los patrones que se encuentran en un mapa de Karnaugh.

## 12. Determina la función booleana simplificada de un mapa de Karnaugh

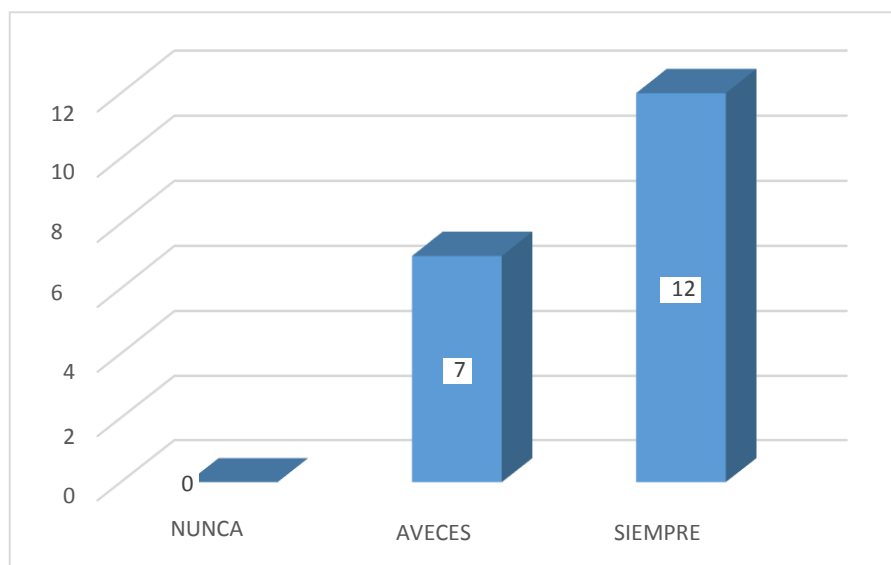
*Tabla 16.- Función booleana a través de los Mapas de Karnaugh*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NUNCA	0	0%
AVECES	7	37%
SIEMPRE	12	63%
TOTAL	19	100%

Fuente: ficha de observación, parámetro N°12

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 12.- Función booleana a través de los Mapas de Karnaugh*



Fuente: Tabla 16

Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un 63% de siempre y 37% a que veces determina la función minimizada de un mapa de Karnaugh.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran un porcentaje más alto en el parámetro de siempre, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes pueden determinar la función booleana simplificada de un mapa de Karnaugh.

#### 4.1.1. RESUMEN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN

#### APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS

*Tabla 17.- Resumen de la investigación de los estudiantes de octavo semestre*

N°	PARÁMETROS	ALTERNATIVAS			
		NUNCA	A VECES	SIEMPRE	TOTAL
1	Se mantiene atent@ y interesad@ al tema propuesto	0%	37%	63%	100%
2	Utiliza correctamente las leyes del algebra de Boole	11%	42%	47%	100%
3	Utiliza correctamente los teoremas de Morgan	11%	37%	53%	100%
4	Identifica correctamente los pasos que debe seguir al momento de simplificar una función booleana	0%	47%	53%	100%
5	Grafica correctamente una función lógica en un circuito	0%	16%	84%	100%
6	Crea de forma correcta una tabla de verdad	0%	26%	74%	100%
7	Trabaja en orden los procedimientos	0%	37%	63%	100%
8	Identifica los operadores lógicos en una función booleana	0%	32%	68%	100%
9	Verifica el resultado a través de una tabla de verdad	0%	26%	74%	100%
10	Elabora los mapas de Karnaugh de forma adecuada	0%	32%	68%	100%
11	Identifica todos los patrones existentes en un mapa de Karnaugh	0%	32%	68%	100%
12	Determina la función booleana simplificada de un mapa de Karnaugh	0%	37%	63%	100%

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Daniela Villagómez

## 4.2. PRUEBA ESCRITA

### APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS

*Tabla 18.- Tabla de estadística*

		ANTES	DESPUES
N	Válido	19	19
	Perdidos	19	19
Media		2,9737	8,8684
Desviación estándar		1,47642	1,47988
Varianza		2,180	2,190
Mínimo		1,00	5,00
Máximo		5,50	10,00

Fuente: Prueba escrita

Elaborado por: Daniela Villagómez

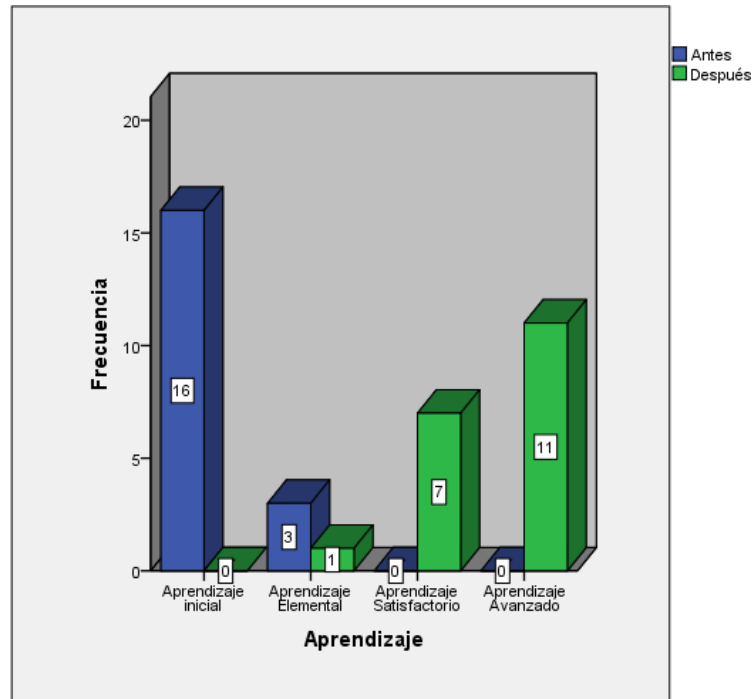
*Tabla 19.- Calificaciones de aprendizaje*

			Total
	Antes	Después	
Aprendizaje inicial	16	0	16
Aprendizaje Elemental	3	1	4
Aprendizaje Satisfactorio	0	7	7
Aprendizaje Avanzado	0	11	11
Total	19	19	38

Fuente: Prueba escrita

Elaborado por: Daniela Villagómez

**Gráfico 13.- Función booleana a través de los Mapas de Karnaugh**



Fuente: Prueba escrita  
Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes antes del aprendizaje se encuentran en el aprendizaje inicial con un 84% y aprendizaje elemental 19%, mientras que después del aprendizaje se obtiene un aprendizaje satisfactorio 36% y aprendizaje avanzado 57%.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de ciencias exactas demuestran que antes del aprendizaje se encuentran en el nivel de competencia en proceso, mientras que después del aprendizaje obtienen un nivel de competencia alcanzado.

### 4.3. ENCUESTA

#### APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS

1. ¿Considera usted que con la ayuda de los mapas Karnaugh se puede obtener una función booleana de una manera más rápida y concreta?

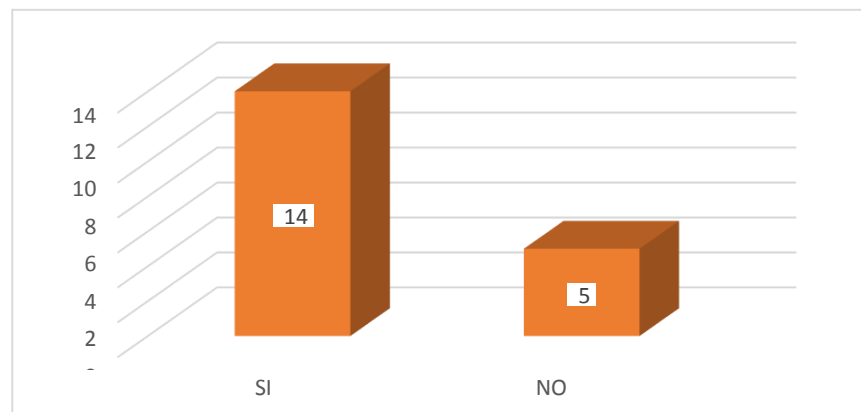
*Tabla 20.- Función booleana a través de Mapas de Karnaugh*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	14	74%
NO	5	26%
TOTAL	19	100%

Fuente: encuesta, pregunta 1

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 14.- Función booleana a través de Mapas de Karnaugh*



Fuente: Tabla 20

Elaborado por: Daniela Villagómez

#### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas establecen 74% de si y un 26% de que no consideran la obtención de una función booleana mediante los mapas Karnaugh.

#### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas consideran que utilización de los mapas de Karnaugh es un método más fácil y rápido en relación a otros métodos.

**2.¿En el proceso de aprendizaje de los circuitos lógicos considera que resulta más fácil utilizar los mapas de Karnaugh?**

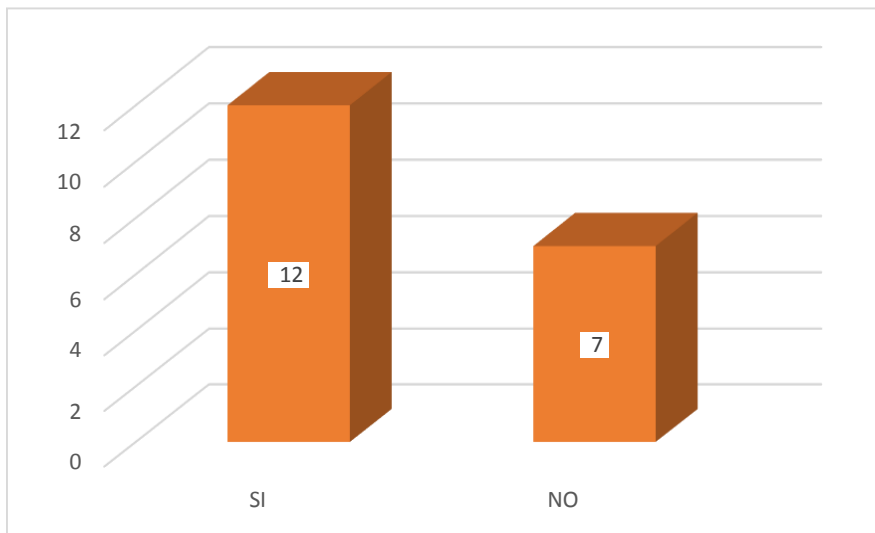
*Tabla 21.- Proceso de aprendizaje de circuitos lógicos*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	12	63%
NO	7	37%
TOTAL	19	100%

Fuente: encuesta, pregunta 2

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 15.- Proceso de aprendizaje de circuitos lógicos*



Fuente: Tabla 21

Elaborado por: Daniela Villagómez

**Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas que un 63% del curso está de acuerdo en utilizar los mapas de Karnaugh para el aprendizaje de circuitos lógicos mientras que el 37% no están de acuerdo en utilizar este método.

**Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas consideran que es más factible utilizar en su proceso de aprendizaje los mapas de Karnaugh para interpretar un circuito lógico.



**3.¿Al momento de simplificar una función booleana considera que es más rápido y conveniente utilizar los teoremas que enuncia el álgebra de Boole?**

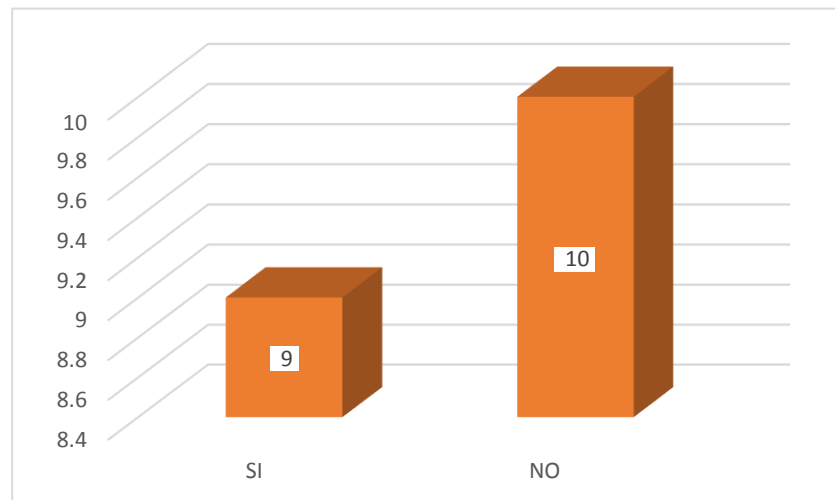
*Tabla 22.-Teoremas del Algebra de Boole*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<b>SI</b>	9	47%
<b>NO</b>	10	53%
<b>TOTAL</b>	19	100%

Fuente: encuesta, pregunta 3

Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 16.- Teoremas del Algebra de Boole*



Fuente: Tabla 22

Elaborado por: Daniela Villagómez

### **Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas demuestran un 53% no están de acuerdo en utilizar los teoremas que enuncian el Algebra de Boole y un 47% están dispuestos a memorizarse los teoremas en cuestión.

### **Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas consideran que no es una estrategia efectiva el utilizar los teoremas del Algebra de Boole.

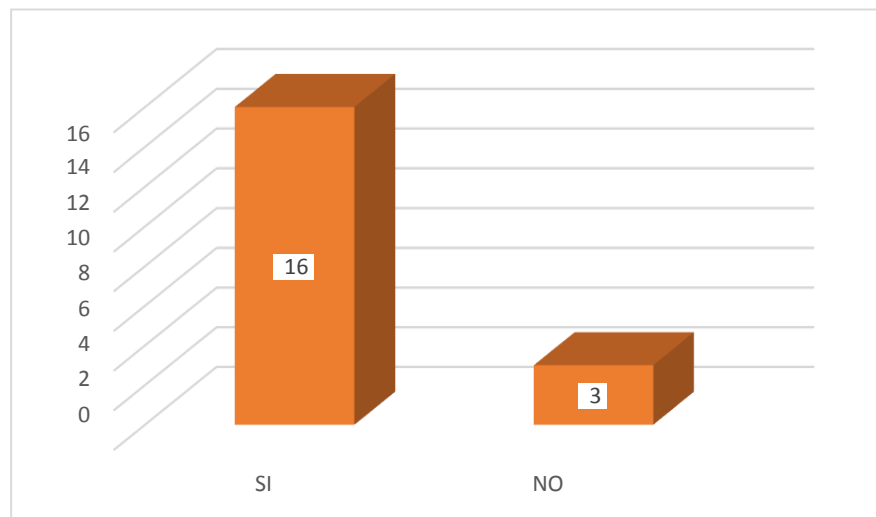
**4.¿Usted cree que al simplificar una función booleana en su más mínima expresión podremos reducir un circuito lógico?**

*Tabla 23.- Reducción de compuertas lógicas*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	16	84%
NO	3	16%
TOTAL	19	100%

Fuente: encuesta, pregunta 4  
Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 17.- Reducción de compuertas lógicas*



Fuente: Tabla 23  
Elaborado por: Daniela Villagómez

**Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas muestran un 84% que al simplificar una función se reduce en lo más mínimo un circuito lógico, mientras que el 16% argumenta lo contrario.

**Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas en su mayoría tiene conocimientos que al reducir una función booleana se reduce el número de compuertas lógicas de un circuito.

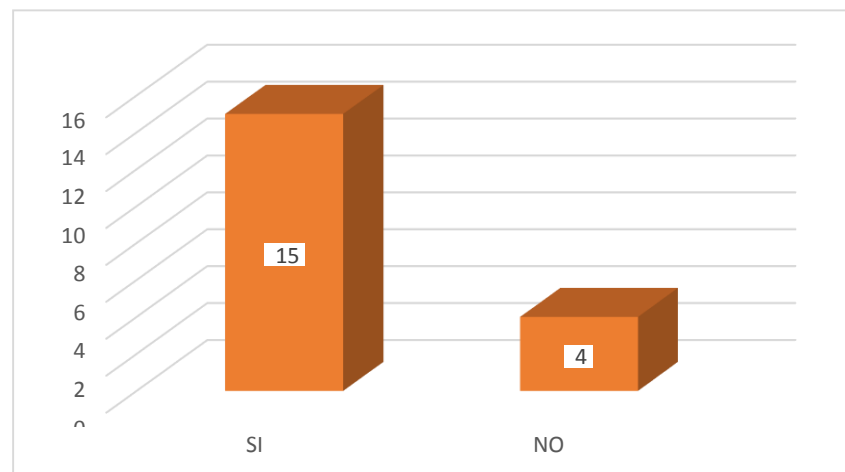
**5.¿Al utilizar la tabla de verdad usted cree que es más extensa para obtener la función booleana?**

*Tabla 24.- Tabla de verdad*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	15	79%
NO	4	21%
TOTAL	19	100%

Fuente: encuesta, pregunta 5  
Elaborado por: Daniela Villagómez

*Gráfico 18.- Tabla de verdad*



Fuente: Tabla 24  
Elaborado por: Daniela Villagómez

**Análisis**

En la investigación se determina que los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas en un 79% consideran que el aplicar tablas de verdad en la simplificación de funciones booleanas es más extenso, mientras que el 21% están dispuestos a utilizar este método.

**Interpretación**

Los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas con consideran indispensable la utilización de tablas de verdad por tener un proceso más extenso y deben tener conocimientos previos de lógica matemática.

#### **4.4. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS**

De acuerdo a la investigación realizada se utilizó la prueba estadística llamada Wilcoxon para determinar si los mapas de Karnaugh influyen significativamente en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas. Esta prueba estadística es utilizada cuando se trabaja con pruebas no paramétricas donde se utiliza variables en un mismo contexto, sea estas ordinal o nominal. En la investigación que se realiza Wilcoxon comprueba a partir de la prueba escrita pre y pos aprendizaje a comparar la efectividad de aplicación de los mapas de Karnaugh como un método poco conocido frente a la utilización de los teoremas que enuncia en Algebra de Boole siendo más complejo y de preferencia para enseñanza en la formación académica de los estudiantes de octavo semestre de Ciencias Exactas, como una estrategia didáctica fácil y rápida para simplificar funciones booleanas, además establecer como un método de preferencia para la construcción a partir de nuevas metodologías aplicadas a la Electrónica. En cuanto al cálculo de la prueba de hipótesis se determina que cuando se rechaza la hipótesis nula existe una aceptación de la hipótesis alternativa, esto quiere decir que si influye significativamente la utilización de los mapas de Karnaugh, en cuanto a los resultados se analizan los datos obtenidos a partir de la prueba pre y pos aprendizaje con un nivel de confianza de 0.05, obteniendo un 95% de probabilidad en los resultados estadísticos. Esto es, si el p-valor es mayor o igual a 0,05 no existen diferencias significativas; en cambio si el p-valor es menor que 0,05 se puede establecer que si hay diferencias estadísticamente significativas.

##### **4.4.1. Prueba de normalidad de los datos**

Para la selección de la prueba estadística se realizó la prueba de normalidad de los datos, como los datos son menores a 30 se considera la prueba de normalidad Shapiro Wilk, y como el valor de significancia es menor a 0,05 se procede a seleccionar la prueba no paramétrica de Wilcoxon. (Ruiz, 2017)

**Tabla 25.-Pruebas de normalidad**

	Calificaciones	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	g	Sig.	Estadístico	g	Sig.
Grupos	Antes	,219	19	,017	,918	19	,103
	Después	,304	19	,000	,776	19	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Trabajo de campo Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Elaborado por: Daniela Villagómez

#### **4.4.2. Prueba de la hipótesis**

##### **1. Formulación de la hipótesis general**

**Hi:** Los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica influyen significativamente en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas.

**Ho:** Los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica no influyen significativamente en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas.

##### **2. Nivel de significancia**

Se aplica el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

##### **3. Criterio**

Si  $p_{encontrada} > p_{aceptada}$ , se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alterna Si  $p_{encontrada} < p_{aceptada}$ , se acepta la hipótesis alterna, se rechaza la hipótesis nula

#### 4.Cálculos: Estadísticos de la prueba de hipótesis

**Tabla 26.-Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
ANTES	19	2,9737	1,47642	1,00	5,50
DESPUES	19	8,8684	1,47988	5,00	10,00

Fuente: Trabajo de campo Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)  
Elaborado por: Daniela Villagómez

#### 5.Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

**Tabla 27.- Rangos**

**Rangos**

	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESPUES - ANTES	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00
	Rangos positivos	19 <sup>b</sup>	190,00
	Empates	0 <sup>c</sup>	
	Total	19	

a. DESPUES < ANTES

b. DESPUES > ANTES

c. DESPUES = ANTES

Fuente: Trabajo de campo Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)  
Elaborado por: Daniela Villagómez

**Tabla 28.- Rangos**

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	DESPUES - ANTES
Z	-3,831 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Trabajo de campo Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)  
Elaborado por: Daniela Villagómez

## Decisión

*Tabla 29.- decisión*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entraigno de ANTES_ y DESPUES es igual a 0.	Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechaza la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,05.  
Fuente: Trabajo de campo Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)  
Elaborado por: Daniela Villagómez

Puesto que el p-valor calculado para el test es inferior a 0,05 se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en la cual menciona que: **H<sub>i</sub>**: Los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica influyen significativamente en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas, para un nivel de confianza del 95%.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

A partir de la investigación realizada se puede obtener las siguientes conclusiones:

- ✓ Se realizó un diagnóstico del nivel de aprendizaje que demuestran los estudiantes hacia el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas, mediante la aplicación de la prueba escrita que refleja un promedio de 2,97 el cual se encuentra en el nivel de aprendizaje inicial, identificando que los estudiantes no recibieron la temática sobre el Algebra de Boole en los semestres anteriores es por eso que carecen de conocimientos previos sobre el tema.
- ✓ Se aplicó los mapas de Karnaugh en el aprendizaje de la simplificación de las funciones booleanas, como también en la obtención de una función lógica mínima de un circuito digital, mediante la ficha de observación se demostró un 53% de siempre y 47% a veces, por lo que quiere decir que la mayoría de estudiantes siguen de forma correcta cada paso para minimizar una función booleana, también se evidencio una aceptación por los estudiantes, analizando, comprendiendo y desarrollando diferentes ejercicios propuestos en clases a su vez desarrollando un ambiente participativo de aprendizaje, empatía y aceptación positiva en el curso.
- ✓ Se identificó el efecto que tiene el uso de los mapas de Karnaugh en el aprendizaje de la simplificación de funciones booleanas obteniendo un promedio de 8,87 lo cual refleja un aprendizaje satisfactorio, mediante la prueba de hipótesis se comprobó que los mapas de Karnaugh como estrategia didáctica mejora significativamente en el aprendizaje, además de acuerdo a la encuesta realizada establece 74% de que los estudiantes se orientan hacia el uso de los mapas de Karnaugh para minimizar una función booleana de manera más rápida y efectiva, así mismo relacionar, identificar, agrupar diferentes patrones, para establecer una respuesta concreta.



## 5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a los directivos de la Carrera de Ciencias Exactas que establezcan en la malla curricular la temática sobre el Algebra de Boole, por lo cual los estudiantes puedan tener conocimientos sólidos y evitar dificultades académicas en los diversos semestres de la formación profesional.
  
- ✓ Los docentes deberán aplicar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje para que los estudiantes puedan desarrollar con mayor eficiencia en la resolución de temas con alta complejidad del mismo modo creando una relación interactiva profesor- estudiante para un ambiente de aprendizaje agradable desarrollando actitudes positivas durante la clase.
  
- ✓ Utilizar frecuentemente los mapas de Karnaugh en diversas áreas como educación, investigación e innovaciones tecnológicas siendo un método alternativo, concreto y fácil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apostol, T. (2006). *CALCULUS: Calcuo de funciones de una sola variable, con una introducion al algegra lineal* (SEGUNDA EDICION ed., Vol. 1). BARCELONA-ESPAÑA: REVERTE EDICIONES S.A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=Z5-JhzoChqIC&pg=PA65&dq=funcion+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiDwIfD8qPIAhUBvFkKHfCYCtkQ6AEILTAB#v=onepage&q=funcion%20definicion&f=false>
- Bijit, L.S.(2010). *Sistemas digitales*. Obtenido de sistemas digitales: <http://www2.elo.utfsm.cl/~lsb/elo211/clases/c01.pdf> Cabanillas, & Gualberto. (2004). valores de los niveles de validez.
- Corral, Y. (2009). VALIDEZ Y CONFIABILIDAD. *Ciencias de La Educacion*, 20. Obtenido de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>
- Diaz, F. (2002). *DIDACTICA Y CURRICULO UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA*. CUENCA: UNIVERSIDAD DE CASTILLA -LA MANCHA. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=Xrupzjjt1hkC&pg=PA33&dq=didactica+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjLxpG19aPIAhVC1lkKHctZDkAQ6AEIKDAA#v=onepage&q=didactica%20definicion&f=false>
- El-Bakry, H. M. (2004). Fast Karnough Map for Simplification of Complex Boolean Functions . *Mansoura University, EGYPT* .
- Hergenhahn. (1976). *Temas para la educación*. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd4922.pdf>
- L.Floyd. (2006). *Fundamentos de sistemas digitales* (novena ed.). madrid: PEARSON EDUCACIÓN S.A., Madrid, 2006.
- Mano, M. (2003). *DISEÑO DIGITAL* (Tercera edicion ed.). Mexico: PEARSON EDUCACION. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=8WhBtfnaenkC&pg=PA28&dq=COMPUTER+TA+LOGICA++definiciones&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj56df\\_qPIAhXOrVkkHVR5ABsQ6AEILDAB#v=onepage&q=COMPUERTA%20LOGICA%20%20definiciones&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=8WhBtfnaenkC&pg=PA28&dq=COMPUTER+TA+LOGICA++definiciones&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj56df_qPIAhXOrVkkHVR5ABsQ6AEILDAB#v=onepage&q=COMPUERTA%20LOGICA%20%20definiciones&f=false)

MEDINA, L. E. (2003). *MÉTODO DIDÁCTICO DE SIMPLIFICACIÓN DE FUNCIONES BOOLENAS*. QUITO.

Miniland. (2018). *5 ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS INNOVADORAS PARA TUS CLASES*. España. Obtenido de <http://otrasvoceseneducacion.org/archivos/272035>

PINZON, J. A. (2018). *El cognectivismo en la educacion secundaria* (Tercera ed., Vol. 1). Quito, Ecuador: Edicentro. Obtenido de <http://redilac/libros/eduacion.html>

RAE. (2019). *REAL ACADEMIA DE LA LENGUA* . Madrid - España .

Ruiz, F. (2017). El protocolo de investigacion VI. *alergia de mexico*, 7. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v64n3/2448-9190-ram-64-03-0364.pdf>

Sanchez. (2018). *METODOLOGIAS ACTIVAS Y SU INFLUENCIA EN LAS COMPETENCIAS DEL ÁREA DE FÍSICA DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE CIENCIAS EXACTAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA-ECUADOR 2015-2016*.

Schuckermith, N. (1987). *hispavista*. Obtenido de [https://www.uned.ac.cr/academica/images/ceced/docs/Estaticos/contenidos\\_curso\\_2013.pdf](https://www.uned.ac.cr/academica/images/ceced/docs/Estaticos/contenidos_curso_2013.pdf)

Vidal, T. A. (2005). *Sistemas digitales*. Obtenido de <http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/digital-systems/2-Funciones%20Booleanas.pdf>.

## ANEXOS

### ANEXO N°1: PRUEBA ESCRITA

Nombre:

fecha:

Semestre:

#### 1. El álgebra de Boole es:

- Es una estructura algebraica que esquematiza las operaciones lógicas.
- Parte de las matemáticas que trata de la cantidad en general, representándola por medio de letras u otros signos.
- Es una ciencia lógica deductiva, que utiliza símbolos para generar una teoría exacta de deducción e inferencia lógica
- se refiere a una regla que asigna a cada elemento de un primer conjunto un único elemento de un segundo conjunto

#### 2. Relacione su función lógica con su respectiva tabla de verdad

1) $S=a+b$	a) <table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>s</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></tbody></table>	a	s	0	1	1	0									
a	s															
0	1															
1	0															
2) $S= a*b$	b) <table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></tbody></table>	a	b	S	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
a	b	S														
0	0	0														
0	1	1														
1	0	1														
1	1	1														
3) $S= \bar{a}$	c) <table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></tbody></table>	a	b	S	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
a	b	S														
0	0	0														
0	1	0														
1	0	0														
1	1	1														

- 1a,2c, 3b
- 1b,2c, 3a
- 1c,2b, 3a
- 1b, 2a, 3c

3. La representación simbólica de una función booleana hace la referencia al sistema .....

- a Decimal
- b hexadecimal
- c binario
- d octal

4. ¿Qué operaciones aritméticas se pueden realizar con funciones lógicas?

- a suma y resta
- b suma y división
- c multiplicación y resta
- d suma y multiplicación

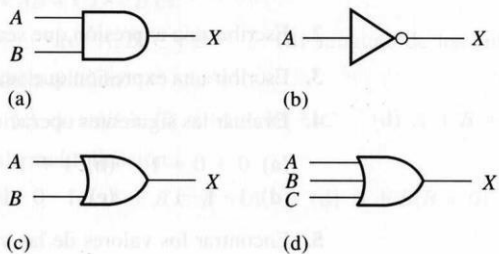
5. Simplificación utilizando los teoremas del álgebra de Boole

Mediante las técnicas del algebra booleana, simplificar la siguiente expresión lo máximo posible:

$$A + AB + A\bar{B}C$$

- a  $A$
- b  $AB$
- c  $\bar{A}B$
- d  $1$

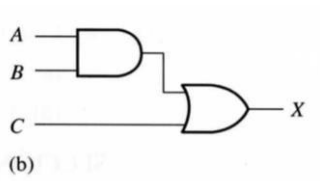
6. Escribir la expresión booleana para cada puerta lógica de la figura 1.



- |                 |
|-----------------|
| 1). $\bar{A}$   |
| 2). $A + B$     |
| 3). $A + B + C$ |
| 4). $AB$        |

- a 1b,2c,3d,4a
- b 1a,2c,3d,4b
- c 1b,2d,3c,4<sup>a</sup>
- d 1b,2a,3d,4<sub>c</sub>

7. Escribir la expresión booleana del circuito lógico



- a  $\overline{AB + C}$
- b  $AB + C$
- c  $\bar{A} + B + C$
- d  $A + B + C$

**8.Simplifique la siguiente función booleana mediante mapas de Karnaugh**

$$F = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + \overline{A}B\overline{C}$$

a  $F = \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C}$

b  $F = \overline{A}\overline{B} + \overline{B}$

c  $F = A + \overline{B} + \overline{B}\overline{C}$

d  $F = \overline{A}\overline{B}$

## ANEXO N°2: FICHA DE OBSERVACIÓN

Semestre: Octavo

Docente: Daniela Villagómez

Lugar donde se realizó la observación: Aula 303

**Instrucciones:** Esta información es vital porque nos permite tener mejores criterios, se puntuará cada uno de los ítems, atendiendo a la siguiente escala de valores:

1) Nunca	2) A veces	3) Siempre
----------	------------	------------

N°	INDICADOR	VALORACION																	OBSERVACION					
		ESTUDIANTES																						
		ESTUDIANTE 1	ESTUDIANTE 2	ESTUDIANTE 3	ESTUDIANTE 4	ESTUDIANTE 5	ESTUDIANTE 6	ESTUDIANTE 7	ESTUDIANTE 8	ESTUDIANTE 9	ESTUDIANTE 10	ESTUDIANTE 11	ESTUDIANTE 12	ESTUDIANTE 13	ESTUDIANTE 14	ESTUDIANTE 15	ESTUDIANTE 16	ESTUDIANTE 17		ESTUDIANTE 18	ESTUDIANTE 19			
1	Se mantiene atent@ y interesad@ al tema propuesto																							
2	Utiliza correctamente las leyes del algebra de Boole																							
3	Utiliza correctamente los teoremas de Morgan																							
4	Identifica correctamente los pasos que debe seguir al momento de simplificar una función booleana																							
5	Grafica correctamente una función lógica en un circuito																							
6	Crea de forma																							

	correcta una tabla de verdad																		
7	Trabaja en orden los procedimientos																		
8	Identifica los operadores lógicos en una función booleana																		
9	Verifica el resultado a través de una tabla de verdad																		
10	Elabora los mapas de karnaugh de forma adecuada																		
11	Identifica todos los patrones existentes en un mapa de karnaugh																		
12	Determina la función booleana simplificada de un mapa de karnaugh																		



### ANEXO N°3: ENCUESTA

Estimado estudiante: te invito a responder el presente cuestionario. Tus respuestas, confidenciales y anónimas, tienen por objetivo recoger tu importante opinión sobre la simplificación de funciones booleanas.

Por favor, marca con una X tu respuesta.

1. ¿Considera usted que con la ayuda de los mapas Karnaugh se puede obtener una función booleana de una manera más rápida y concreta?

Si ( ) No ( )

2. ¿En el proceso de aprendizaje de los circuitos lógicos considera que resulta más fácil utilizar los mapas de Karnaugh?

Si ( ) No ( )

3. ¿Al momento de simplificar una función booleana considera que es más rápido y conveniente utilizar los teoremas que enuncia el álgebra de Boole?

Si ( ) No ( )

4. ¿Usted cree que al simplificar una función booleana en su más mínima expresión podremos reducir circuito lógicos?

Si ( ) No ( )

5. ¿Al utilizar la tabla de verdad usted cree que es más extensa para obtener la función booleana?

Si ( ) No ( )

## ANEXO 4: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Estudiantes de octavo semestre de la Carrera de Ciencias Exactas



Estudiantes de octavo semestre de la Carrera de Ciencias Exactas



Estudiantes de octavo semestre de la Carrera De Ciencias Exactas