



**Análisis, diseño y aplicación de pruebas de control en línea
para el fortalecimiento de la modelación matemática en los estudiantes
del programa del diploma del bachillerato internacional IB**

Carrasco Pilco, Luis Fernando

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Enseñanza de la Matemática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de magister en Enseñanza de la
Matemática

PhD. Delgado Rodríguez, Ramiro Nanac

13 de julio del 2020



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“Análisis, diseño y aplicación de pruebas de control en línea para el fortalecimiento de la modelación matemática en los estudiantes del programa del diploma del bachillerato Internacional IB”** fue realizado por el señor **Carrasco Pilco, Luis Fernando** el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, julio 2020

.....
Delgado Rodriguez, Ramiro Nanac

Director

C.C.: 1707019178



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo **Carrasco Pilco, Luis Fernando**, con cédula n° 0602490963, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Análisis, diseño y aplicación de pruebas de control en línea para el fortalecimiento de la modelación matemática en los estudiantes del programa del diploma del bachillerato internacional IB** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, julio 2020

.....
Carrasco Pilco, Luis Fernando

C.C.: 0602490963



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN
Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Carrasco Pilco, Luis Fernando** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Análisis, diseño y aplicación de pruebas de control en línea para el fortalecimiento de la modelación matemática en los estudiantes del programa del diploma del bachillerato internacional IB en el Repositorio Institucional**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, julio 2020

Carrasco Pilco, Luis Fernando

C.C.: 0602490963

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a **Dios**, puesto que gracias a él he logrado concluir mi objetivo y a las siguientes personas que confiaron en mi capacidad.

A mi madre María Emilia (+):

Quien fue y sigue siendo la forjadora y guía de mi camino con firmeza y constancia en la manera de ser y obrar, quien con sus oraciones no me abandona y bendice cada uno de los días de mi vida.

A mi esposa Chanenna:

Por brindarme su apoyo, comprensión y motivación constante y poder vencer juntos los momentos difíciles durante el desarrollo de esta investigación.

A mis hijos Fernando y Scarleth:

Por ser fuente de inspiración y fuerza que el Todopoderoso me ha regalado, siendo los pilares fundamentales para la consecución de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A mi Director de Tesis Ph.D. Ramiro Delgado, gracias por brindar su tiempo, conocimiento y apoyo para la culminación de este objetivo.

Al coordinador de la maestría Ing. Patricio Pugarín, por su apoyo y motivación incondicional.

A los estudiantes del grupo MAE del Programa del Diploma del bachillerato internacional IB, del colegio internacional Rudolf Steiner, por ser la parte esencial en el desarrollo de esta investigación.

A todo el equipo de docentes de la IV promoción quienes transmitieron sus experiencia y conocimiento en el entorno académico.

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Responsabilidad de auditoría.....	3
Autorización de publicación.....	4
Dedicatoria	5
Agradecimiento	6
Índice de contenidos	7
Índice de tablas	12
Índice de figuras	16
Notación utilizada	18
Resumen	20
Abstract	21
Capítulo 1	22
El Problema.....	22
Planteamiento del problema.....	22
Formulación del problema.....	22
Justificación e importancia	22
Objetivos.....	24
<i>Objetivo general</i>	24
<i>Objetivos específicos</i>	24
Capítulo 2	25
Marco Teórico	25
Antecedentes investigativos.....	25
Fundamentación teórica.....	27
<i>Metodología ACODESA</i>	27

<i>Modelación matemática desde la teoría de la actividad</i>	29
Fundamentación conceptual	31
<i>Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje</i>	31
Enfoques del aprendizaje.	32
Habilidades de pensamiento.	33
Habilidades de comunicación.	33
Habilidades sociales.	34
Habilidades de autogestión.	34
Habilidades de investigación.	35
Enfoques de la enseñanza.	35
La indagación y Matemáticas.	36
La Comprensión conceptual y Matemáticas.....	36
Los contextos locales y globales y Matemáticas.	37
Trabajo en equipo y la colaboración matemática	38
La diferenciación y la matemática.	38
La evaluación y la matemática.	38
<i>Indagación y modelización matemática</i>	39
Indagación matemática.....	39
Modelización matemática.	40
<i>Demostración matemática</i>	40
<i>Uso de medios y tecnología</i>	41
<i>Medios, Técnicas e instrumentos de evaluación</i>	41
<i>Examen</i>	42
<i>Reactivos de opción múltiple (ROM)</i>	43
<i>Diseño de reactivos de opción múltiple (ROM)</i>	43
<i>Validación de los instrumentos</i>	46

Evaluación de calidad de set de preguntas.....	48
<i>La objetividad</i>	48
<i>La confiabilidad</i>	49
<i>Cálculo del grado de discriminación</i>	52
<i>Cálculo del grado de dificultad</i>	53
<i>Rendimiento académico</i>	54
<i>Plataforma Moodle</i>	55
Fundamentación legal	56
Sistemas de variables	64
<i>Definición nominal</i>	64
<i>Definición conceptual</i>	64
<i>Hipótesis</i>	64
Cuadro de operaciones de variables.....	66
Capítulo 3	67
Metodología.....	67
Diseño de la investigación.....	67
<i>Modalidad de la investigación</i>	67
<i>Tipo de investigación</i>	67
<i>Niveles de investigación</i>	68
Población y muestra	69
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	70
<i>Primera etapa inicial</i>	71
<i>Segunda etapa de desarrollo</i>	73
<i>Tercera etapa final</i>	73
Recolección de datos	77
Metodología de trabajo.....	77

	10
<i>Primera etapa socialización e inscripción de participantes</i>	77
<i>Segunda etapa pruebas de diagnóstico</i>	80
<i>Tercera etapa fortalecimiento en modelación matemática</i>	81
<i>Cuarta etapa diseño de reactivos de opción múltiple (ROM)</i>	84
<i>Cuarta etapa validación de reactivos de opción múltiple (ROM)</i>	87
Objetividad.....	89
Grado de discriminación de reactivos.....	89
Grado de dificultad de los reactivos.....	90
<i>Quinta etapa prueba final</i>	91
Capítulo 4.....	94
Resultados de la Investigación.....	94
Análisis e interpretación de datos	94
<i>Prueba diagnóstica</i>	94
Prueba de diagnóstico MN.1	94
Prueba de diagnóstico MN.2.	98
Prueba de diagnóstico MN.3.	102
Prueba de diagnóstico MN.5	106
<i>Pruebas procesuales</i>	110
Prueba procesual MN.1-SC.....	110
Prueba procesual MN.1-CC.....	113
Prueba procesual MN.2-SC.....	116
Prueba procesual NM.2-CC.....	119
Prueba procesual NM.3-SC.....	122
Prueba procesual NM.3-CC.....	125
Prueba procesual NM.5-SC.....	128
Prueba procesual NM.5-CC.....	131

	11
<i>Prueba final</i>	134
Prueba final MN.1-SC.....	134
Prueba final MN.1-CC.....	137
Prueba final MN2-SC.....	140
Prueba final MN.2-CC.....	143
Prueba final MN.3-SC.....	146
Prueba final MN.3-CC.....	149
Prueba final MN.5-SC.....	152
Prueba final MN.5-CC.....	155
<i>Resultados alcanzados</i>	159
<i>Comprobación de hipótesis</i>	169
Prueba de normalidad.	169
Prueba de normalidad prueba PP-SC	169
Prueba de normalidad prueba PP-CC.	173
Prueba de normalidad prueba PF-SC	176
Prueba de normalidad prueba PF-CC.	179
Prueba de Shapiro Wilk.	183
Prueba de Levene, homogeneidad de varianzas	184
Prueba de contraste de medias con t-Student.	184
Capítulo 5	187
Conclusiones y Recomendaciones	187
Respuestas a las interrogantes planteadas en la investigación.....	187
Conclusiones.....	187
Recomendaciones.....	191
Referencias Bibliográficas.....	193
Anexos	202

Índice de tablas

Tabla 1 Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje (MAE) comprensión conceptual	37
Tabla 2 Directrices para construcción de ítems de opción múltiple.....	45
Tabla 3 Relación de reactivos y confiabilidad de Ebel	50
Tabla 4 Calidad de reactivos y recomendaciones	53
Tabla 5 Escala de calificaciones	61
Tabla 6 Operacionalización de variables	66
Tabla 7 Población en estudio.....	70
Tabla 8 Técnicas e instrumentos	71
Tabla 9 Temas de conocimientos previos	71
Tabla 10 Temas y contenidos grupo MAE.....	73
Tabla 11 Índice de objetividad (KR-21).....	89
Tabla 12 Índice de discriminación de reactivos (IP)	90
Tabla 13 Índice de dificultad de reactivos (IDfi)	91
Tabla 14 Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.1	95
Tabla 15 Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.1	96
Tabla 16 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.1 notas	97
Tabla 17 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.1 tiempos.....	98
Tabla 18 Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.2	99
Tabla 19 Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.2.....	100
Tabla 20 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.2 notas	101
Tabla 21 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.2 tiempos.....	102
Tabla 22 Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.3	103
Tabla 23 Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.3.....	104
Tabla 24 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.3 notas	105
Tabla 25 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.3 tiempos.....	106

Tabla 26 Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.5	107
Tabla 27 Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.5.....	108
Tabla 28 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.5 notas	109
Tabla 29 Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.5 tiempos.....	110
Tabla 30 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.1-SC.....	111
Tabla 31 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.1-SC	112
Tabla 32 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.1-CC.....	114
Tabla 33 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.1-CC	115
Tabla 34 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.2-SC.....	117
Tabla 35 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.2-SC	118
Tabla 36 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.2-CC.....	120
Tabla 37 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.2-CC	121
Tabla 38 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.3-SC.....	123
Tabla 39 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.3-SC	124
Tabla 40 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.3-CC.....	126
Tabla 41 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.3-CC	127
Tabla 42 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.5-SC.....	129
Tabla 43 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.5-SC	130
Tabla 44 Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.5-CC.....	132
Tabla 45 Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.5-CC	133
Tabla 46 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.1-SC.....	135
Tabla 47 Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.1-SC	136
Tabla 48 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.1-CC.....	138
Tabla 49 Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.1-CC	139
Tabla 50 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.2-SC.....	141
Tabla 51 Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.2-SC	142
Tabla 52 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.2-CC.....	144

Tabla 53 Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.2-CC	145
Tabla 54 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.3-SC	147
Tabla 55 Cuadro Comparativo Resultados de Pruebas Finales MN.3-SC.....	148
Tabla 56 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.3-CC.....	150
Tabla 57 Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.3-CC	151
Tabla 58 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.5-SC	153
Tabla 59 Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.5-SC	154
Tabla 60 Análisis de los reactivos de la prueba final MN.5-CC.....	156
Tabla 61 Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.5-CC	157
Tabla 62 Resultado promedio de aprendizaje PP-SC	159
Tabla 63 Tabla de contingencia cualitativa PP-SC.....	161
Tabla 64 Estadístico descriptivo Chi-cuadrado PP-SC	161
Tabla 65 Resultado promedio de aprendizaje PP-CC	162
Tabla 66 Tabla de contingencia cualitativa PP-CC	163
Tabla 67 Estadístico descriptivo Chi-cuadrado PP-CC	164
Tabla 68 Resultado promedio de aprendizaje PF-SC	164
Tabla 69 Tabla de contingencia cualitativa PF-SC.....	165
Tabla 70 Estadístico Descriptivo Chi-cuadrado PF-SC	166
Tabla 71 Resultados promedio de aprendizaje PF-CC	167
Tabla 72 Tabla de contingencia cualitativa PF-CC.....	168
Tabla 73 Estadístico descriptivo Chi-cuadrado PF-CC	168
Tabla 74 Resumen de procesamientos de casos.....	169
Tabla 75 Estadístico descriptivo PP-SC	170
Tabla 76 Estadístico descriptivo PP-CC	173
Tabla 77 Estadístico descriptivo PF-SC	176
Tabla 78 Estadístico descriptivo PF-CC	180
Tabla 79 Prueba de normalidad.....	183

Tabla 80 Notas totales (MAE 'A') vs (MAE 'B')	184
Tabla 81 Prueba t-Student de muestras independientes	185

Índice de figuras

Figura 1 Metodología de enseñanza ACODESA	28
Figura 2 Proceso de modelación con elementos de la teoría de la actividad	31
Figura 3 Habilidades de los enfoques de aprendizaje	32
Figura 4 Plataforma Moodle Matestiener2017	78
Figura 5 Registro de participantes grupo de experimentación (MAE A)	79
Figura 6 Registro de participantes grupo de control (MAE B).....	80
Figura 7 Diagrama de grupos de trabajo.....	82
Figura 8 Reactivo planteado y guía de solución	84
Figura 9 Matriz de directrices a cumplimentar.....	86
Figura 10 Matriz de directrices cumplimentada.....	88
Figura 11 Banco de reactivos (ROM)	92
Figura 12 Algoritmo aplicación de reactivos (ROM).....	93
Figura 13 Comparación de resultados PG-NM.1	96
Figura 14 Comparación de resultados PG-NM.2	100
Figura 15 Comparación de resultados PG-NM.3	104
Figura 16 Comparación de Resultados PG-NM.5.....	108
Figura 17 Comparación de resultados PP-NM.1-SC	112
Figura 18 Comparación de resultados PP-NM.1-CC	115
Figura 19 Comparación de resultados PP-NM.2-SC	118
Figura 20 Comparación de resultados PP-NM.2-CC	121
Figura 21 Comparación de resultados PP-NM.3-SC	124
Figura 22 Comparación de resultados PP-NM.3-CC	127
Figura 23 Comparación de resultados PP-NM.5-SC	130
Figura 24 Comparación de resultados PP-NM.5-CC	133
Figura 25 Comparación de resultados PF-NM.1-SC.....	136

Figura 26 Comparación de resultados PF-NM.1-CC	139
Figura 27 Comparación de resultados PF-NM.2-SC.....	142
Figura 28 Comparación de resultados PF-NM.2-CC	145
Figura 29 Comparación de resultados PF-NM.3-SC.....	148
Figura 30 Comparación de resultados PF-NM.3-CC	151
Figura 31 Comparación de Resultados PF-NM.5-SC	154
Figura 32 Comparación de resultados PF-NM.5-CC	157
Figura 33 Comparación de notas PP-SC	160
Figura 34 Comparación de notas PP-CC	162
Figura 35 Comparación de notas PF-SC	165
Figura 36 Comparación de notas PF-CC	167
Figura 37 Curva de normalidad PP-SC	171
Figura 38 Recta de regresión PP-SC	172
Figura 39 Diagrama de caja y bigotes PP-SC.....	172
Figura 40 Curva de normalidad PP-CC.....	174
Figura 41 Recta de regresión PP-CC.....	175
Figura 42 Diagrama de caja y bigotes PP-CC	176
Figura 43 Curva de normalidad PF-SC	178
Figura 44 Recta de regresión PF-SC	178
Figura 45 Diagrama de caja y bigotes PF-SC.....	179
Figura 46 Curva de normalidad PF-CC	181
Figura 47 Recta de regresión PF-CC	182
Figura 48 Diagrama de caja y bigotes PF-CC.....	182

Notación utilizada

AAR	Alcanza los aprendizajes requeridos
ACODESA	Aprendizaje en colaboración, debate científico y auto-reflexión
CC	Con Calculadora
CPG	Calculadora de pantalla gráfica
DAR	Domina los aprendizajes requeridos
DUA	Diseño universal de aprendizaje
EVA	Entorno virtual de aprendizaje
H_a	Hipótesis alternativa
H_i	Hipótesis de investigación
H_o	Hipótesis nula
IB	Bachillerato Internacional
IBO	Organización del Bachillerato Internacional
ID_{fi}	Índice de dificultad
I_{fa}	Índice de facilidad
IP	Índice de Pemberton
k	Números de ítems de la prueba
LOEI	Ley Orgánica de Educación Intercultural
m	Media
MAE	Matemáticas Análisis y Enfoques
MAE "A"	Grupo de experimentación
MAE "B"	Grupo de control
MN.1	Contenido 1 de matemáticas nivel medio
MN.2	Contenido 2 de matemáticas nivel medio
MN.3	Contenido 3 de matemáticas nivel medio
MN.5	Contenido 5 de matemáticas nivel medio
Moodle	Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular

n	Número total de examinados
NARA	No alcanza los aprendizajes requeridos
PARA	Próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos
PAV	Perímetro, área y volumen
PD	Programa del Diploma
PG	Prueba diagnóstica
PF	Prueba final
PISA	Programa para la evaluación internacional de alumnos
PP	Prueba procesual o sumativa
r	Coefficiente de confiabilidad
R	Número de respuestas correctas
R ₁	Respuestas correctas en el grupo inferior
R ₂	Respuestas correctas en el grupo superior
R _{F-E}	Representaciones funcionales y espontáneas
R _I	Representaciones instituciones
s	Desviación standar
SC	Sin Calculadora
X _A	Promedio académico grupo de experimentación
X _B	Promedio académico grupo de control
w	Número de respuestas incorrectas

Resumen

En este trabajo de investigación se planteó el análisis, diseño y aplicación de reactivos de opción múltiple (ROM) de los contenidos MN.1, MN.2, MN.3 y MN.5 del grupo de Matemáticas Análisis y Enfoques (MAE) del Programa del Diploma del bachillerato internacional IB. Los reactivos de opción múltiple fueron diseñados siguiendo la taxonomía de Haladyna 2002 & Moreno 2004, con su respectiva matriz de validación a cargo de tres docentes externos a la institución donde fue aplicada la investigación. Para el análisis de los reactivos se determinó: la objetividad, confiabilidad, discriminación y dificultad de los ítems. Su aplicación se realizó mediante evaluaciones en línea a través de la plataforma Moodle denominadas como pruebas finales (PF). En el desarrollo de la investigación se planteó un grupo de experimentación (MAE "A") asistido bajo la metodología de Aprendizaje, Colaboración, Debate científico y Auto-reflexión ACODESA y un grupo de control (MAE "B") siguiendo la metodología tradicional. Para fortalecer la competencia en modelación matemática del grupo de experimentación del colegio internacional Rudolf Steiner se diseñó y desarrolló actividades mediante las fases propuestas por la metodología ACODESA, que se encuentran muy alineadas a la filosofía del bachillerato internacional IB. La investigación demostró el fortalecimiento de las habilidades cognitivas, metacognitivas y afectivas que se basan en la enseñanza de la indagación, modelación, y uso de medios tecnológicos en matemáticas. La base de datos obtenidos a través de las pruebas finales (PF) permitieron, mediante el estadígrafo t-Student verificar la hipótesis planteada.

PALABRAS CLAVE:

- **DISEÑO DE REACTIVOS DE OPCIÓN MÚLTIPLE (ROM)**
- **METODOLOGÍA ACODESA**
- **PLATAFORMA MOODLE**

Abstract

In this research work, the analysis, design and application of multiple-choice reagents (MCR) of the contents MN.1, MN.2, MN.3 and MN.5 of the Mathematics Analysis and Approaches Group (MAA) of the IB International Baccalaureate Diploma Program. The multiple-choice items were designed by following the taxonomy of Haladyna 2002 and Moreno 2004, with their respective validation rubric by three teachers from outside the institution where the research was applied. For the analysis of the items, the objectivity, reliability, discrimination and difficulty of the items were determined. Its application was made through online evaluations through the Moodle platform called as final tests (FT). In the development of the investigation, an experimental group (MAA 'A') assisted under the Learning, Collaboration, Scientific Debate and Self-Reflection ACODESA methodology and a control group (MAA 'B') were proposed, following traditional methodology. To strengthen the competence in mathematical modeling of the experimentation group of the Rudolf Steiner International School, activities were designed and developed through the phases proposed by the ACODESA methodology, which are closely aligned with the philosophy of the IB International Baccalaureate. The research demonstrated the strengthening of cognitive, metacognitive, and affective skills that are based on the teaching of inquiry, modeling, and use of technological means in mathematics. The database obtained through the final tests (FT) allowed, using the t-Student statistician, to verify the hypothesis proposed.

KEY WORDS:

- **DESIGN OF MULTIPLE OPTION REAGENTS (ROM)**
- **ACODESA METHODOLOGY**
- **MOODLE PLATFORM**

Capítulo 1

El Problema

Planteamiento del problema

La presente investigación está orientada a verificar el fortalecimiento de la competencia en modelación matemática de los contenidos correspondiente al grupo de Matemáticas Análisis y Enfoques (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB), mediante la incidencia de pruebas de control en línea (ROM). Con la implementación de la metodología del “Aprendizaje en Colaboración, Debate científico y Auto-reflexión” (ACODESA), que mantiene un lineamiento cercano a la filosofía del bachillerato internacional (IB). A través de un grupo de experimentación y un grupo de control.

Formulación del problema

Las preguntas que guían la investigación son:

¿De qué manera la metodología ACODESA contribuye a mejorar el desempeño académico que guarda relación con el rendimiento de los estudiantes del grupo MAE?

¿Será que las actividades diseñadas y aplicadas a los estudiantes del grupo MAE contribuyen con el fortalecimiento de la modelación matemática?

¿Será que el diseño, análisis y aplicación de reactivos de opción múltiple (ROM) en línea coadyuvan a la consecución del fortalecimiento en modelación matemática?

Justificación e importancia

El origen de la presente investigación, tiene su fundamento en la necesidad de plantear una alternativa que permita mejorar el rendimiento académico en los alumnos del Programa del Diploma (DP) del bachillerato internacional (IB), apoyado en pruebas de control en línea ROM, para la búsqueda y desarrollo de estrategias oportunas a través de la metodología ACODESA que permita fortalecer las competencias en modelaciones matemáticas.

Actualmente, se afirma a través del marco curricular de matemáticas (MEP, 2012), de proyectos internacionales como el estudio PISA (OCDE, 2004) y desde la postura de especialistas en Didáctica de las Matemáticas (Rico y Lupiáñez, 2008), que el fin de la Educación Matemática no es que los escolares sean capaces de recitar contenidos, fórmulas o definiciones que seguramente están muy bien expuestos en los textos, o en páginas web especializadas en temas matemáticos, sino que se trata de ayudar a que los estudiantes elaboren las herramientas cognitivas que les permitan ser ciudadanos capaces de identificar y comprender el papel que las matemáticas desempeñan en el mundo, realizar razonamientos bien fundados, así como utilizar e involucrarse en las matemáticas de manera que se satisfagan las necesidades de la vida del individuo como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo (OCDE, 2004). Estas capacidades son las que describen la noción de competencia matemática, tales como: argumentar, representar, modelizar, plantear y resolver problemas, entre otras.

Esta investigación se considera de utilidad práctica, porque brinda a los docentes y alumnos entornos de aprendizaje a través de la modelación matemática como una estrategia didáctica en los diferentes niveles educativos, que consiste en un proceso cíclico en el que se plantea a los estudiantes una situación problema enmarcada en un aspecto de la vida cotidiana, se promueve su resolución a través de la creación de un modelo matemático, (Blum, 2002; Niss, Blum y Galbraith, 2007; Quiroz 2015; Rodríguez y Quiroz, 2015).

El uso de la tecnología en las instituciones educativas se ha convertido en una herramienta de gran importancia por la facilidad y rapidez con la que se realizan las operaciones de cualquier índole, particularmente su utilidad práctica en esta investigación radica en la optimización de tiempo, material didáctico y en el procesamiento de resultados en la aplicación de los reactivos ROM.

Finalmente se considera de interés práctico para el colegio internacional Rudolf Steiner, porque permite establecer una conexión directa con el perfil de la comunidad de aprendizaje del

bachillerato internacional (IB); formando estudiantes que se esfuercen por ser: indagadores, informados e instruidos, pensadores, íntegros, de mentalidad abierta, solidarios, audaces, equilibrados, buenos comunicadores y reflexivos.

Objetivos

Objetivo general

Analizar, diseñar e implementar una propuesta metodológica que contribuya al fortalecimiento de la modelación matemática, a través de reactivos en línea (ROM) con el apoyo de la metodología (ACODESA) para los estudiantes del Programa del Diploma (DP), del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar una revisión sistemática de literatura a fin de establecer el estado del arte del tema a investigar.
- ✓ Diseñar un conjunto de actividades didácticas que consolide la construcción progresiva, reflexiva y científica del conocimiento matemático utilizando los aportes teóricos de paradigmas constructivistas a través de la metodología ACODESA.
- ✓ Aplicar la metodología de Aprendizaje en colaboración, debate científico y auto-reflexión (ACODESA), que permita el fortalecimiento de la modelación matemática mediante pruebas de control (ROM) en línea.
- ✓ Proporcionar a los directivos herramientas de diagnóstico, seguimiento y mejoramiento de la modelación matemática en el proceso enseñanza aprendizaje.
- ✓ Evaluar e implementar los reactivos mediante la plataforma Moodle.
- ✓ Comparar el fortalecimiento de la competencia en modelación matemática desarrollada, entre los grupos de estudio.

Capítulo 2

Marco Teórico

Antecedentes investigativos

En la actualidad existen diversas investigaciones que se dirigen a encontrar explicaciones del bajo rendimiento académico, las cuales van desde estudios exploratorios, descriptivos y correlacionales hasta estudios explicativos; si bien es cierto que resulta una tarea ardua localizar investigaciones específicas que describan o expliquen la naturaleza de las variables asociadas al éxito o fracaso académico, también es verdad que el acervo teórico y bibliográfico para sustentar una investigación de esta naturaleza resulta enriquecedor; por lo cual se describen a continuación algunas de ellas.

Según el Informe de Seguimiento de la Educación para Todos en el Mundo 2008 (Murillo, J. 2007; UNESCO/OREALC). Los resultados de aprendizaje de los estudiantes de Educación Primaria y Educación Secundaria Inferior de América Latina son globalmente poco satisfactorios. Diferentes evaluaciones nacionales con base criterial han mostrado que una gran parte de los estudiantes de América Latina no alcanzan el nivel de desempeño mínimo determinado para su grado. Estos resultados son coincidentes con lo defendido por la Comisión Internacional sobre Educación, Equidad y Competitividad Económica en América Latina y el Caribe (2001). Lo que parece más preocupante, en el análisis de la evolución del rendimiento desde finales de la pasada década de los 90 y hasta la actualidad no se observa mejoría alguna con el tiempo. De esta forma, no sólo no se está en una mala situación, sino que los avances en la misma son muy escasos, por lo que o se producen profundas transformaciones a corto plazo o la situación no cambiará de forma determinante en el futuro.

Según (González & Echeverría, 2017) en estudios realizados durante los últimos cinco años en artículos como: base datos, revistas y congresos en España y América Latina sobre evaluaciones realizadas para medir el nivel de desempeño académico de los estudiantes se evidencia niveles bajos de aprendizaje. Únicamente los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, 2015) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2016), indica que 22 de 73 países se encuentran sobre la media.

Durante la Conferencia Internacional Advanced Learning Technologies (ICALT, 2013), se presentó un estudio comparativo de diferentes evaluaciones formativas de opción múltiple basadas en la web, con el propósito de enfatizar diferentes estrategias utilizando los sistemas de entorno e-learning. La Conferencia Global Engineering Education Conference (EDUCON, 2013), integra un sistema de evaluación en línea virtual y exámenes en el aula garantizando que todos los estudiantes reciban un trato justo durante el examen y que el sistema propuesto mejore la eficacia de la evaluación.

En la revista RIDE desarrollada por (Centeno, 2007) sobre sistemas de evaluaciones en línea como herramienta para los niveles de educación media superior, destaca las ventajas que ofrecen los sistemas Web en la elaboración de exámenes y evaluaciones como: el planteo de diversos tipos de preguntas, podrían ser alternas (verdadero y falso), de selección múltiple, de relación, de complementación, de identificación, etcétera, en la medición estas pueden ser: independiente, individual y autónoma y en lo relacionado al aprendizaje, este tipo de sistema no solo evalúa o produce información para cuantificar los resultados sino que se convierten en alternativas atractivas para la construcción del conocimiento.

En el entorno nacional, por el trabajo desarrollado por (Rodríguez, 2014) establece que la implementación de recursos y actividades en el aula virtual permite alcanzar resultados

significativos, en alumnos que tienen diferentes niveles de conocimiento. Manteniendo una visión clara de educación y de los procesos de aprendizaje. Estableciendo que el aprendizaje no se limita al aula física, sino que se expande mediante el uso de internet. El *e-learning*, que consiste en la educación y capacitación a través de internet, de acuerdo a (Moreira & Segura, 2009), permite la interacción del docente y estudiantes con materiales educativos mediante la utilización de diversas herramientas informáticas.

En ese sentido, los sistemas de gestión de contenidos de aprendizaje LCMS (Learning Content Management System) proporcionan capacidades de gestión de cursos, así como también de almacenamiento y creación de contenidos. Uno de los LCMS de distribución libre más utilizados es Moodle (Module Object-Oriented Dynamic Learning Environment).

Fundamentación teórica

Metodología ACODESA

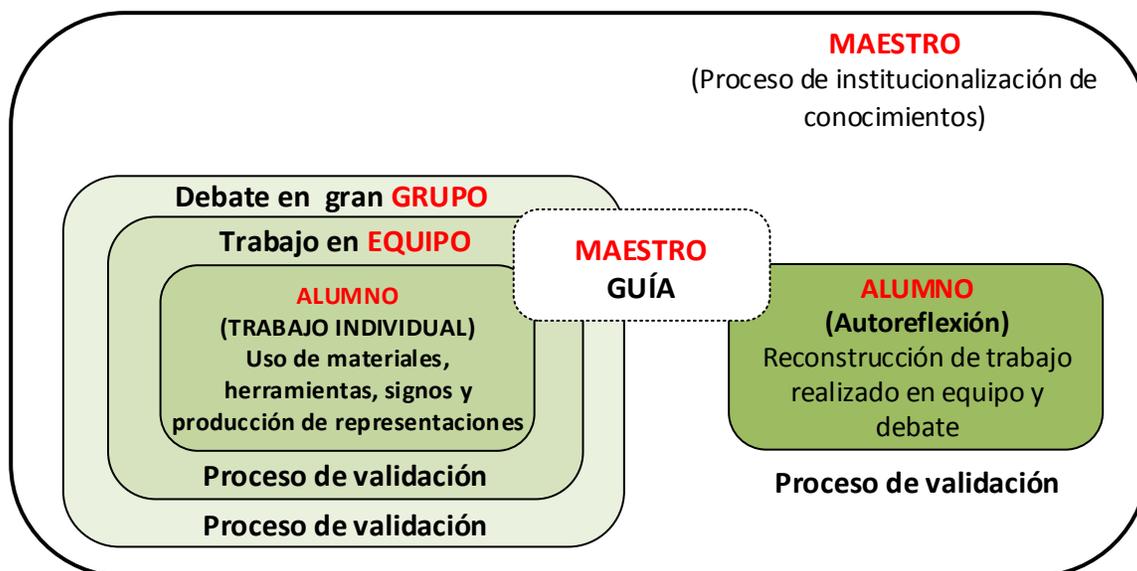
(Aprendizaje en Colaboración, Debate científico y Auto-reflexión)

La metodología ACODESA integra varias situaciones problema interrelacionadas unas con otras (Glaeser, 1999). Es una adaptación a un acercamiento sociocultural del aprendizaje de las matemáticas (Hitt, González, Martin y Morasse, 2008). Esta metodología, que tiene un propósito didáctico, se emplea para desarrollar la secuencia didáctica de las matemáticas, considerando las oportunidades que brinda al coordinar el trabajo individual, trabajo en equipo y debate grupal.

La metodología ACODESA contempla cinco fases, que corresponden a tareas específicas y a formas de interacción: trabajo individual, trabajo en equipo, debate, autorreflexión e institucionalización de saberes. Este acercamiento nos permite organizar la práctica en el aula como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Metodología de enseñanza ACODESA



Nota: Obtenido de Hitt y González-Martín 2015

Cada una de las fases puede resumirse de la siguiente manera:

1. Trabajo individual (producción de representaciones funcionales (R_{F-E}) para comprender la situación del problema)

El trabajo individual es un primer encuentro del estudiante con la situación problema, se espera que un análisis a conciencia provoque en el estudiante representaciones funcionales espontáneas (R_{F-E}) y pueda materializarlas a través de un esquema, un dibujo, etc.

2. Trabajo en equipo sobre la misma situación (refinamiento de las representaciones)

Los estudiantes se agrupan en equipos para trabajar en la misma tarea que se abordó por separado, donde el estudiante discute con sus compañeros de equipo a través del debate interior del grupo las posibles estrategias de solución a la situación planteada y poder establecer una visión común en el equipo acerca de la problemática.

3. Debate grupal (que puede convertirse en un debate científico)

Es el proceso de discusión y validación de las representaciones funcionales (R_{F-E}), donde en equipos dan a conocer y analizan los resultados obtenidos en las fases anteriores y poder refinar las representaciones funcionales que ayudaron a comunicar la situación problema.

4. Regreso sobre la situación (reconstrucción y auto-reflexión de tareas)

El estudiante reconstruye de forma individual, lo construido en las fases anteriores promoviendo la auto-reflexión, justificación y validación de las soluciones halladas a la situación planteada.

5. Institucionalización (representaciones institucionales)

El docente inicia un proceso de integración y sistematización de saberes mediante la recaudación de las representaciones funcionales y espontáneas (R_{F-E}), que surgieron durante el desarrollo de la actividad y en conjunto con los alumnos llegan a un común acuerdo de ideas que encaminan las representaciones funcionales hacia las representaciones institucionales.

Es importante señalar que en la metodología ACODESA, el docente no dictamina sobre lo realizado por los alumnos en las tres primeras fases, es decir juega un papel de promotor guía de la exposición donde los estudiantes deben argumentar y validar las soluciones obtenidas, únicamente en la fase final (institucionalización) el docente dictamina el proceso.

Modelación matemática desde la teoría de la actividad

Con las ideas descritas anteriormente como marco teórico, se muestra en la Figura 2 el diagrama que describe la postura sobre modelación matemática retomando elementos importantes de la teoría de la actividad.

A través del planteamiento de una situación problema puede generarse un pensamiento diversificado con miras a su resolución. La búsqueda de la solución conforma la orientación de la

actividad misma de los estudiantes, puesto que les proporciona una meta u objetivo hacia el cual debe dirigir sus acciones. Por ello, como se presenta en la Figura 2 es posible apreciar que en esta primera sección se presenta una situación problema a los estudiantes.

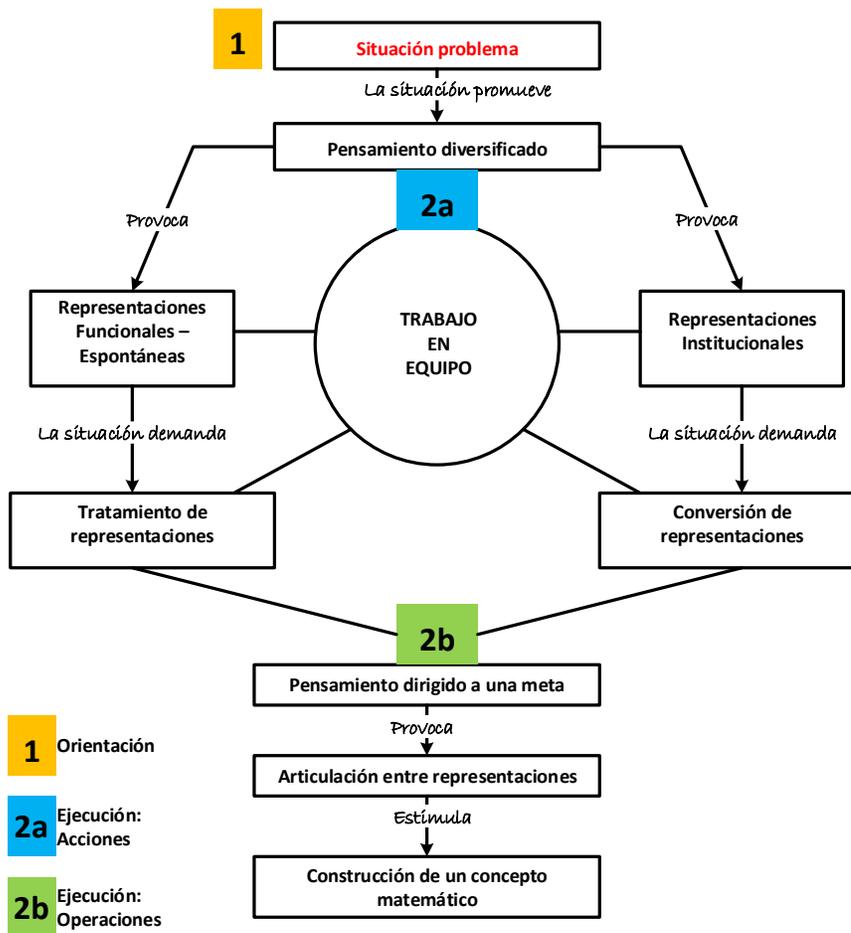
En un segundo momento, durante el proceso de resolución, son los estudiantes quienes generan las (R_{F-E}) y estas evolucionan a través de un proceso de comunicación en un trabajo en colaboración. Las ideas intuitivas plasmadas en las (R_{F-E}) y las representaciones siguientes que se generan muestran el tipo de acción que realizan los estudiantes para ejecutar la actividad.

En un tercer momento, los estudiantes a través del diálogo y la reflexión constante en sus grupos de trabajo y también en un proceso de comunicación de ideas en el salón de clases (considerada como aula equitativa) logran que sus acciones se conviertan en operaciones, sistematizando las actividades que llevan a cabo para la resolución de la situación problema.

Es importante mencionar que el paso entre acciones y operaciones está determinado tanto por un medio sociocultural del aprendizaje como por la promoción de tratamiento entre representaciones que llevarán a la evolución de las (R_{F-E}) hacia las representaciones institucionales (R_i) .

Figura 2

Proceso de modelación con elementos de la teoría de la actividad



Nota: Obtenido de aprendizaje de la modelación matemática en un medio socio cultural 2017

Fundamentación conceptual

Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje

El término “enfoques de la enseñanza y el aprendizaje” en el Programa del Diploma (PD) se refiere a las estrategias, habilidades y actitudes deliberadas que permean el entorno de enseñanza y aprendizaje. Estos enfoques y herramientas, que están intrínsecamente relacionados con los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del (IB), potencian el

aprendizaje de los alumnos y los ayudan a prepararse para la evaluación del Programa del Diploma y mucho más.

Enfoques del aprendizaje. En el Programa del Diploma (PD), el término “habilidad” se utiliza en un sentido amplio para abarcar las habilidades cognitivas, metacognitivas y afectivas. Las habilidades cognitivas incluyen todas las habilidades de procesamiento de la información y de pensamiento que en el ámbito escolar a menudo se conocen como “habilidades de estudio”. Las habilidades afectivas son las habilidades de conducta y control de las emociones que sustentan aspectos de la actitud tales como la resiliencia, la perseverancia y la automotivación; los cuales suelen desempeñar un papel importante en los resultados académicos. Las habilidades metacognitivas son las habilidades que los alumnos pueden usar para controlar la eficacia de sus procesos y habilidades de aprendizaje, con el fin de comprender y evaluar mejor ese aprendizaje. Cuando se manifiesta una capacidad o un talento natural, es posible que también esté haciéndose uso de una habilidad. Sin embargo, las habilidades se diferencian de las capacidades y el talento natural en que el dominio de las habilidades puede mejorarse mediante el uso intencionado de técnicas y estrategias, los comentarios recibidos y los desafíos. Por lo tanto, no hay duda de que las habilidades pueden enseñarse.

En el programa del diploma (PD), al igual que en el Programa de la Escuela Primaria (PEP) y el Programa de los Años Intermedios (PAI) del IB, estas habilidades cognitivas, metacognitivas y afectivas se agrupan en cinco categorías de habilidades de los enfoques del aprendizaje como se muestran en la Figura 3.

Figura 3

Habilidades de los enfoques de aprendizaje



Nota: Obtenido de Organización del Bachillerato Internacional (IBO)

Habilidades de pensamiento. El desarrollo de las habilidades de pensamiento es una característica clave del enfoque constructivista que tanto influye en todos los programas del (IB). Siguiendo este enfoque, el docente es un facilitador que “guía a los alumnos, estimulando y provocando el pensamiento crítico, el análisis y la síntesis a lo largo del proceso de aprendizaje” (Briner, 1999: 1). Ser “pensadores” es uno de los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del (IB), y se refiere a aplicar, por propia iniciativa, habilidades intelectuales de manera crítica y creativa para reconocer y abordar problemas complejos, y para tomar decisiones razonadas y éticas.

La expresión “*habilidades de pensamiento*” engloba una gran cantidad de habilidades relacionadas, y en el (PD) se presta particular atención a habilidades como la metacognición, la reflexión y el pensamiento crítico. Varias categorizaciones de las habilidades de pensamiento también hacen hincapié en comportamientos como “la curiosidad, la flexibilidad, el planteamiento de problemas, la toma de decisiones, la razonabilidad, la creatividad, la asunción de riesgos y otras conductas que apoyan el pensamiento crítico y creativo” (Costa y Kallick, 2009).

Habilidades de comunicación. Las habilidades de comunicación son importantes en los programas del (IB), pero también son parte esencial de una dinámica más amplia de la comunidad de aprendizaje: ayudan a formar y mantener buenas relaciones entre los alumnos, y entre los alumnos y los adultos. Además, ser capaz de comunicarse bien contribuye al desarrollo de la confianza de un alumno en sí mismo y mejora sus perspectivas de futuro, ya que las habilidades de comunicación son un ingrediente clave del éxito en la vida laboral.

Las habilidades de comunicación consisten en un grupo de habilidades y formas de comunicación diferentes. La capacidad de escuchar y entender mensajes orales variados, leer y entender diversos textos escritos y otras formas de comunicación, y responder de manera clara y convincente de forma oral, escrita y digital es, en todos los casos, parte de cómo los alumnos

interactúan con otras personas en el mundo. Algunas de estas formas de comunicación son independientes de la época y la cultura, pero interactuar en el espacio digital y con él es un elemento significativo de la comunicación y la interacción social de la mayoría de los alumnos.

Habilidades sociales. Estas habilidades están estrechamente vinculadas con las habilidades de comunicación, así como con algunos de los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del (IB), como ser solidarios (cuando los alumnos son conscientes del impacto que tiene su comportamiento en los demás).

Puede considerarse que el aprendizaje, en sí mismo, tiene un fuerte elemento social. Esta idea está particularmente asociada con Vygotsky, quien afirmaba que “el aprendizaje humano presupone una naturaleza social específica y un proceso mediante el cual los niños crecen en la vida intelectual de aquellos que los rodean” (Vygotsky, 1978: 88). En este enfoque, el aprendizaje es fundamentalmente un proceso social activo, y la colaboración es una forma crucial de construir comprensión y crear significado.

Habilidades de autogestión. Esta categoría de habilidades se divide en dos áreas: habilidades de organización y habilidades afectivas.

- **Habilidades de organización.** Uno de los conjuntos de habilidades más importantes en el (PD), es el de las habilidades de organización y, dentro de él, la habilidad específica de la gestión del tiempo. Una buena gestión del tiempo es una característica del aprendizaje autogestionado o autónomo (McCombs, 1986), puede aliviar el estrés (Lay y Schouwenburg, 1993) y mejorar el desempeño académico (Campbell y Svenson, 1992).
- **Habilidades afectivas.** El desarrollo de las habilidades afectivas es una parte fundamental del desarrollo de las habilidades de autogestión. Esto puede permitir a los alumnos adquirir cierto control de su estado de ánimo, su motivación y su capacidad de manejar eficazmente los contratiempos y las dificultades. También hay una importante

relación entre esta área de los enfoques del aprendizaje y el área crucial de salud y bienestar de los alumnos, que históricamente ha tendido a estar “generalmente, separada de otros aspectos de la vida escolar” (Konu y Rimpelā, 2002).

Las habilidades afectivas de autogestión como la: resiliencia, la automotivación y la conciencia plena, pueden enseñarse y pueden aumentar enormemente la motivación, la resiliencia y el éxito académico de los niños; por ejemplo, la formación en técnicas de relajación puede ayudar a reducir la ansiedad previa a los exámenes y mejorar las calificaciones (Hembree, 1988).

Habilidades de investigación. Las habilidades de investigación también forman parte del núcleo de la pedagogía basada en la indagación que tanto influye en todos los programas del (IB), “se reconoce que este tipo de enfoque pedagógico exige de los alumnos unas competencias avanzadas de gestión de la información, y que es necesario apoyar el desarrollo de estas competencias en los currículos del aprendizaje basado en la indagación” (McKinney, 2014).

Enfoques de la enseñanza. Hay seis principios pedagógicos claves en los que se basan la enseñanza en los programas del (IB):

- Está basada en la indagación.
- Se centra en la comprensión conceptual.
- Se desarrolla en contextos locales y globales.
- Se centra en el trabajo en equipo y la colaboración eficaces.
- Es diferenciada para satisfacer las necesidades de todos los alumnos.
- Está guiada por la evaluación (formativa y sumativa).

La indagación y Matemáticas. La idea enseñanza basada en la indagación matemática a través de: la experimentación, de la resolución de problemas y proyectos y el descubrimiento, en los programas del (IB), es desarrollar la curiosidad natural de los alumnos junto con las habilidades de autogestión, pensamiento, investigación y aprendizaje colaborativo, para que puedan convertirse en alumnos motivados y autónomos con una actitud de aprendizaje durante toda la vida.

El aspecto más significativo de la enseñanza basada en la indagación es que los alumnos participan activamente en su propio aprendizaje, construyendo su propia comprensión. Permitiendo al estudiante cierta libertad para tomar decisiones sobre cómo proceder en su aprendizaje, que suele ir de lo concreto a lo abstracto. Siendo la función principal del docente, fomentar las preguntas y facilitar el proceso de aprendizaje, (IBO. 2019).

La Comprensión conceptual y Matemáticas. En los cursos de Matemáticas del (PD), la comprensión conceptual es clave para favorecer la profundidad del aprendizaje, como lo señala la organización del bachillerato internacional IBO (2019:13).

“Los conceptos son ideas organizadoras amplias e importantes cuya naturaleza trasciende sus orígenes, disciplinas o marcos temporales. Los conceptos constituyen el vehículo para la indagación de los alumnos sobre cuestiones e ideas de importancia personal, local y global, y son también los medios para explorar la esencia de las matemáticas.

Los conceptos desempeñan una función importante en las matemáticas, pues ayudan a los profesores y a los alumnos a pensar con una complejidad cada vez mayor al organizar y relacionar los datos y los temas. Los alumnos utilizan la comprensión conceptual para resolver problemas, analizar cuestiones y evaluar decisiones que pueden tener un impacto en su vida, en su comunidad y en el resto del mundo”.

Los doce conceptos que se enumeran a continuación en la Tabla 1, favorecen la comprensión conceptual y ayudan a organizar las unidades de trabajo, así como la enseñanza y el aprendizaje.

Tabla 1

Enfoques de la enseñanza y el aprendizaje (MAE) comprensión conceptual

Término	Concepto
Aproximación	Este concepto se refiere a una cantidad o una representación que es casi correcta, pero no exacta.
Cambio	Este concepto se refiere a una variación de tamaño, cantidad o comportamiento.
Equivalencia	Este concepto se refiere a la calidad de idéntico o intercambiable, aplicada a enunciados, cantidades o expresiones.
Generalización	Este concepto se refiere a un enunciado general formulado sobre la base de ejemplos específicos.
Modelación	Este concepto se refiere a la manera en que se pueden usar las matemáticas para representar el mundo real.
Patrones	Este concepto se refiere al orden subyacente, la regularidad o la predictibilidad de los elementos de un sistema matemático.
Cantidad	Este concepto se refiere a una cuantía o un número.
Relaciones	Este concepto se refiere a las conexiones existentes entre cantidades, propiedades o conceptos, que pueden expresarse en forma de modelos, reglas o enunciados. Las relaciones ofrecen a los alumnos oportunidades de explorar patrones en el mundo que los rodea.
Representación	Este concepto se refiere a la utilización de palabras, fórmulas, diagramas, tablas, gráficos, grafos y modelos para representar información matemática.
Espacio	Este concepto se refiere al marco de dimensiones geométricas que describe una entidad.
Sistema	Este concepto se refiere a grupos de elementos interrelacionados.
Validez	Este concepto se refiere a la utilización de matemáticas lógicas y bien fundamentadas para llegar a una conclusión cierta y precisa o a una interpretación razonable de resultados.

Nota: Obtenido de Organización del Bachillerato Internacional, Guía de Matemática Análisis y Enfoques, febrero 2019.

Los contextos locales y globales y Matemáticas. Un contexto de aprendizaje es un entorno, acontecimiento o conjunto de circunstancias específico, diseñado o elegido, para estimular el aprendizaje. Por lo tanto, el contexto debe tener relación con el alumno, sus intereses y su identidad, o su futuro. El aprendizaje que tiene lugar fuera de contexto significativo suele ser superficial y a corto plazo.

Trabajo en equipo y la colaboración matemática. El aprendizaje colaborativo es un enfoque profundamente arraigado en el trabajo de Vygotsky y Piaget, quienes consideraban el aprendizaje como un fenómeno social. Además, está estrechamente vinculado con los enfoques de la cognición compartida, situada e integrada, que consideran que el aprendizaje es el resultado de una compleja interacción de mentes en contextos culturales específicos y ponen de relieve las estructuras sociales en que tiene lugar dicha interacción. En estos enfoques, “el conocimiento no es algo que se pase de una persona a otra, sino más bien algo que se construye conjuntamente a través de la interacción entre los colaboradores” (Lai, 2011).

Además de promoverse la colaboración entre los alumnos, este principio también tiene un papel primordial en la relación entre los profesores y los alumnos del (PD), McWilliam (2005, 2008) sostiene que el papel del profesor ha dejado de ser el del “sabio en el escenario” para pasar a ser el de un “guía al lado del alumno”.

La diferenciación y la matemática. La enseñanza diferenciada puede implicar el uso del aprendizaje colaborativo y cooperativo, una variedad de prácticas de aprendizaje, enfoques creativos de la enseñanza y el aprendizaje, y diferentes formatos y modos de explorar y presentar los conocimientos y la comprensión que se está poniendo a disposición de los alumnos. Al proporcionar a los alumnos varias formas de representación, acción y expresión e implicación como propone el diseño universal para el aprendizaje (DUA), se les da igualdad de oportunidades para aprender. (Guía de los principios a la práctica, 2011).

La evaluación y la matemática. En el bachillerato internacional (IB), la evaluación desempeña un papel clave tanto para apoyar el aprendizaje como para medirlo. Las evaluaciones formales del Programa del Diploma se basan en los objetivos generales y los objetivos de evaluación de cada curso y, por lo tanto, unas directrices eficaces para cumplir estos requisitos

garantizan también una enseñanza eficaz. Las evaluaciones formativas que desarrollan los profesores son herramientas y procesos para mejorar el aprendizaje de los alumnos. Son más eficaces cuando proporcionan información tanto a los alumnos como a los profesores: los alumnos reciben comentarios sobre su desempeño y los profesores se enteran de lo que los alumnos entienden, los problemas que tienen y lo que les resulta interesante.

Indagación y modelización matemática

Indagación matemática. Según Connelly (1977) y otros, la indagación como modo de aprendizaje parte de una idea del estudiante como alguien que resuelve problemas, es decir, que formula hipótesis, construye aparatos o recoge datos, pero pretenden ir más allá, planteando la cuestión de cómo los estudiantes indagan, exploran las pautas de razonamiento científico, concibiendo de esta manera la indagación como: a) los procesos lógicos que se usan en el desarrollo y verificación de conocimientos, b) la forma (o modo) de aprendizaje y c) metodología de instrucción.

En cuanto a la indagación como método de instrucción, según Schwab en los años setenta, en su propuesta de indagación plantea que: son preguntas (problemas) planteados por el docente y una vez que los estudiantes responden, proponen una solución, elaboran un producto, son desafiados para que defiendan sus posturas; en otras palabras, tienen que discutir a partir de los datos. El papel del docente no es calificar las soluciones como “buenas” o “malas”, sino solicitar aclaraciones, pedir rigor en la argumentación, promover la distinción entre lo que son meras opiniones y lo que son conclusiones a partir de datos y pruebas.

En la perspectiva de indagación, un aspecto al que se presta importancia es la resolución de problemas. De Bono (1972), propone conceptualizar los problemas como maneras de “superar obstáculos”, “abordar situaciones” o “hacer que ocurra algo” por parte de los

estudiantes. Donde a los niños y niñas, les gusta pensar; disfrutan usando la mente igual que disfrutan usando el cuerpo al deslizarse por un tobogán.

Modelización matemática. El estudio sobre una construcción social del conocimiento matemático produjo la aparición de investigaciones sobre procesos de modelación matemática. Retomando la modelación matemática como una estrategia didáctica, esta se definió como un proceso cíclico en el que se plantea a los estudiantes una situación problema enmarcada en un aspecto de la vida cotidiana, que promueve su resolución a través de la creación de un modelo matemático que ha de ser resuelto y cuya respuesta debe estar ligada al contexto inicial en el cual fue inserto el problema (Blum, 2002; Niss, Blum y Galbraith, 2007; Quiroz 2015; Rodríguez y Quiroz, 2015).

La modelización matemática es una técnica importante para resolver problemas y entender el mundo real. A menudo, se emplea para ayudarnos a entender mejor una situación, para comprobar los efectos de un cambio o para fundamentar la toma de decisiones. Es una de las habilidades matemáticas más útiles para que los alumnos tengan éxito en los diversos cursos y carreras profesionales, tanto en el ámbito de las matemáticas como en otros, (IBO. 2019).

Demostración matemática

La demostración en las matemáticas es esencial para desarrollar el pensamiento crítico, el proceso de demostración de un enunciado permite profundizar la comprensión de los conceptos matemáticos, la redacción de demostraciones permite apreciar las técnicas y los procesos de pensamiento matemáticos que intervienen en la demostración, que animan a los alumnos a reflexionar sobre el rigor, la eficacia y la elegancia con que las matemáticas muestran si un enunciado es cierto, (IBO. 2019).

Uso de medios y tecnología

Como apoyo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, en el aula, los docentes y los alumnos pueden utilizar la tecnología individualmente o en colaboración para explorar los conceptos matemáticos, que favorezcan la comprensión y comunicación matemática, (IBO. 2019).

Los cursos de matemática del (DP), se prestan al uso de medios tecnológicos como: calculadoras de pantalla gráfica (CPG), los programas de representación gráfica dinámica, las hojas de cálculo, los programas de geometría dinámica y las pizarras interactivas, medios tecnológicos utilizados durante el proceso de aprendizaje con diferentes fines, por ejemplo: buscar patrones, ayudar a organizar y analizar datos, comprobar conjeturas o generalizaciones, etc.

Medios, Técnicas e instrumentos de evaluación

Los medios, técnicas e instrumentos, como herramientas utilizadas para recolectar información nos ayudan a la medición, la cual constituye una actividad presente en la práctica docente, ésta a su vez nos aproxima al monitoreo y evaluación del proceso educativo. Según (Rodríguez & Ibarra 2011, y Castejón 2009), se puede resumir de la siguiente manera.

Medios de evaluación, “pruebas o evidencias que sirven para recabar información sobre el objeto a evaluar”. Estas evidencias, productos o actuaciones realizadas por los estudiantes son los medios que nos informan sobre los resultados de aprendizaje y que utiliza el evaluador para realizar las valoraciones correspondientes. Varían en función del tipo de competencia o aprendizaje que se pretende evaluar. Algunos ejemplos que se presentan son los siguientes: para valorar la aplicación y destrezas de investigación (proyecto de investigación); para valorar destrezas profesionales (estudio de casos); para valorar competencias comunicativas (presentación o entrevista).

Técnicas de evaluación, son las estrategias que el profesorado utiliza para recoger información acerca de las producciones y evidencias creadas por el alumnado (de los medios). Las técnicas a utilizar son diferentes en función de si el alumnado participa o no en el proceso de evaluación.

- unilateral únicamente el profesor participa en la evaluación
- autoevaluación y coevaluación el profesor no participa en la evaluación
- colaborativa, el profesorado y el alumnado participan en la evaluación

Los instrumentos de evaluación, son las herramientas que tanto el profesorado como el alumnado utilizan para plasmar de manera organizada la información recogida mediante una determinada técnica de evaluación (lista de control, escala de estimación, matrices de decisión, etc.). Como ya hemos señalado, todas y cada una de las técnicas anteriormente indicadas sirven para recoger información acerca del medio que se pretende evaluar; pero esa información debe registrarse de manera sistemática y precisa para que la evaluación tenga un proceso riguroso.

Examen

Particularizando la evaluación, en este caso del aprendizaje, aspecto de los más polémicos y de mayor interés en la práctica educativa por su papel fundamental dirigido a mejorar la enseñanza. El instrumento por excelencia empleado es sin duda el examen, el cual es resultado de diversas concepciones sobre el aprendizaje que permite valorar los conocimientos de habilidades y destrezas a los que han llegado como resultado del proceso docente, y no el motor que lo transforma (Díaz Barriga, A 2000).

Diseñar exámenes entraña una sólida formación docente-investigador expresados en su propuesta técnica, que dé cuenta de cómo elaborar exámenes, el manejo estadístico de datos, la construcción de reactivos objetivos, entre otros. Las pruebas objetivas se caracterizan por estar construidas a base de reactivos cuya respuesta no deja lugar a dudas respecto a su corrección o

incorrección; este tipo de prueba es posible emplearla con fines selectivos, diagnósticos, procesuales (formativos), sumativos, finales y de certificación, lo cual ya impone ciertas modalidades según el propósito para el que va a ser empleada.

Reactivos de opción múltiple (ROM)

En una prueba de opción múltiple, la tarea más importante en su elaboración es la construcción de los ítems, pues según (Osterlind, J. 1998) cada uno de ellos es “una unidad de medida en una prueba aplicada que consta de un estímulo y una forma prescriptiva de respuesta y su fin es inferir la capacidad del examinado en un cierto constructo (habilidad, rasgo, etc.), proporcionando datos cuantificables sobre la persona que lo completa”.

Los reactivos de opción múltiple (ROM) están constituidos en su forma clásica, por un enunciado incompleto o una pregunta (encabezado, tallo, tronco o base) en la que se plantea el problema a resolver y varias posibles respuestas (opciones o alternativas) una de las cuales es la correcta y las otras incorrectas (distractores). Los aprendizajes que se pueden medir con los reactivos de opción múltiple se relacionan con contenidos declarativos (datos, hechos, conceptos y principios) en las categorías de conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de la taxonomía de Bloom; son reactivos difíciles de estructurar donde la habilidad y experiencia en la redacción son importantes.

Diseño de reactivos de opción múltiple (ROM)

Cuando se lleva a cabo la elaboración o el diseño de un test, una primera tarea importante es la construcción de los ítems que lo conforman, que al inicio restaban atención a la tecnología, confiabilidad del test, la validez o análisis de los ítems. Afortunadamente esta filosofía ha ido

cambiando existiendo trabajos y programas de investigación centrados en la construcción rigurosa de los ítems, bien referenciados en manuales como Haladyna (1994) y Osterlind (1998).

La aparición de los Tests Adaptativos Informatizados (Olea, Ponsoda y Prieto, 1999; Van der Linden y Glass, 2000), que exigen la elaboración continua de ítems para reponer los Bancos de Ítems utilizados.

El gran desarrollo de las técnicas para detectar el funcionamiento diferencial de los ítems (Camilli y Shepard, 1994; Fidalgo, 1996; Holland y Wainer, 1993), que obliga a indagar con rigor qué hace que un ítem funcione de diferente modo para distintas poblaciones.

La irrupción de modelos de evaluación alternativos a los convencionales, tales como la denominada evaluación auténtica (Bravo y Fernández del Valle, 2000; Hakel, 1998; Powell, 1990), que ha obligado a mejorar y justificar los ítems de los tests convencionales. Además de estas razones, la combinación del ordenador con otros medios audiovisuales, realidad virtual e internet está abriendo posibilidades insospechadas en la confección de los ítems (Parshall y Balizet, 2001; Parshall, Davey y Pashley, 2000; Zenisky y Sireci, 2003).

Los ítems de elección múltiple exigen a quien los elabora un mayor esfuerzo y pericia que aquellos más abiertos que sólo plantean la pregunta, aunque hoy por hoy tienen la ventaja de una evaluación más fiable. Por ello, los de elección múltiple son un recurso muy adecuado para estudiar amplias poblaciones de sujetos. A pesar de tales ventajas, estos ítems son vistos con reticencia por cuanto sólo serían adecuados para evaluar tareas sencillas y resultados de procesos más que estos.

Aunque tales carencias pueden estar presentes en muchos ítems de este tipo, no son inherentes a ellos; con ítems de elección múltiple adecuadamente contruidos resulta posible evaluar tareas cognitivamente complejas, así como todos los pasos que deseen evaluarse de un proceso, como se pone de manifiesto ampliamente en la práctica de la evaluación (Haladyna, 1994).

Con tal fin resulta conveniente tener en cuenta el sentido u objetivo de los ítems de elección múltiple. Estos se construyen para evaluar algún contenido, como por ejemplo el rendimiento en una materia académica. Por ello debe disponerse de una serie de directrices sobre el contenido a incluir en el ítem y sobre cómo plasmarlo en este. Otro conjunto de directrices deben referirse a las diversas opciones de respuestas al constituir el elemento diferenciador de estos ítems. Se trata de facilitar que el sujeto que conozca la opción correcta pueda identificarla y el que no la conozca no encuentre pistas indebidas sobre ella. Así pues, los tres aspectos referentes citados, *contenido a incluir, su expresión en el ítem y las opciones de respuesta*, son los necesarios para configurar los apartados de la taxonomía pretendida

Conforme a los objetivos y procedimientos señalados, se ofrece el siguiente conjunto de doce directrices para la construcción de ítems de elección múltiple, sintetizadas en la Tabla 2. Tras la revisión realizada, se proponen doce directrices básicas a seguir para la construcción de los ítems de elección múltiple. El conjunto propuesto supone una reducción del número de directrices respecto a la versión tomada como referencia. Una reducción que sin embargo no excluye ninguna de los relevantes contenidos en dicha referencia, de la taxonomía de Haladyna, Downing y Rodríguez (2002).

Tabla 2

Directrices para construcción de ítems de opción múltiple

Directrices para la construcción de ítems de elección múltiple
A. Elección del contenido que se desea evaluar
1. Debe ser una muestra representativa del contenido recogido en una tabla de especificación, evitando ítems triviales
2. La representatividad deberá marcar lo sencillo o complejo, concreto o abstracto, memorístico o de razonamiento que deba ser el ítem, así como el modo de expresarlo
B. Expresión del contenido en el ítem

Directrices para la construcción de ítems de elección múltiple

3. Lo central debe expresarse en el enunciado. Cada opción es un complemento que debe concordar gramaticalmente con el enunciado

4. La sintaxis o estructura gramatical debe ser correcta. Evitar ítems demasiado escuetos o profusos, ambiguos o confusos, cuidando además las expresiones negativas

5. La semántica debe estar ajustada al contenido y a las personas evaluadas

C. Construcción de las opciones

6. La opción correcta debe ser sólo una, acompañada por distractoras plausibles

7. La opción correcta debe estar repartida entre las distintas ubicaciones

8. Las opciones deben ser preferiblemente tres

9. Las opciones deben presentarse usualmente en vertical

10. El conjunto de opciones de cada ítem debe aparecer estructurado

11. Las opciones deben ser autónomas entre sí, sin solaparse ni referirse unas a otras. Por ello, deben evitarse las opciones «Todas las anteriores» y «Ninguna de las anteriores»

12. Ninguna opción debe destacar del resto ni en contenido ni en apariencia

Nota: Obtenido de directrices para la construcción de ítems de elección múltiple (Moreno, 2004)

Validación de los instrumentos

Para los autores, el concepto de validez de una prueba contiene varias aristas: la primera es que el reactivo esté gramatical y semánticamente bien planteado y la relación pregunta-respuesta sea biunívoca. Además, que el reactivo sea acorde con los contenidos que se pretende evaluar y que haya coherencia entre la calificación obtenida y el conocimiento real del estudiante.

Una prueba objetiva, ya sea estandarizada o no estandarizada, debe tener tres características: validez, confiabilidad, facilidad en la aplicación y calificación. La validez es un criterio de calidad relacionado con la adecuación de las puntuaciones del test y el objetivo que suscitó su aplicación; además, la validez es un concepto unitario, aunque según (Arias, M. 1995), hay diferentes formas de recoger evidencias del concepto como validez de constructo, contenido, criterio. etc.

Se habla de validez de una prueba al grado en que mide el atributo o característica para la cual fue elaborada; así una prueba es válida si realmente mide lo que se supone debe medir (Gonczi, A. 1997), una prueba tiene validez al considerar el contenido, criterio y constructo.

- La validez de contenido, si está hecha con una muestra representativa de los objetivos y contenidos abordados.
- La validez de criterio, establece la validez de un instrumento de medición comparándola con un criterio externo. Hay dos tipos de validez de criterio que difieren sólo en términos de la puesta a punto de la prueba de criterio. Validez concurrente (relaciona las calificaciones obtenidas y un criterio universal aceptado como válido) y validez predictiva (diseñadas para predecir resultados).
- La validez de constructo, se recopila durante varios años suele determinarse mediante un procedimiento denominado (análisis de factores).

Respecto a la validez, (Rodríguez, N. 1999) apunta que "es la condición que se cumple cuando una prueba mide aquello para lo que fue creada". Para lograrlo, debe ser:

- **Unívoca:** Cada pregunta o reactivo ha de tener una sola respuesta precisa e inconfundible.
- **Inequívoca:** Su lenguaje debe ser tan claro y preciso que evite interpretaciones falsas.
- **Adaptada:** De acuerdo con los métodos y programas de las materias, en correspondencia con el currículo, así como al nivel y capacidad del alumno.
- **Suficiente:** Ha de tener todos aquellos aspectos considerados como fundamentales.
- **Económica:** En su resolución se ha de emplear el tiempo prudente sin alargarla innecesariamente.

Asimismo, la validez suele entenderse con relación al uso que se dé al cuestionario y las interpretaciones de sus puntuaciones; sin embargo, Messick (1989) cita que no se debe validar sólo el cuestionario, sino también las inferencias o interpretaciones que se hagan a partir de las puntuaciones, obtenidas con el mismo. (Tristán y Pedraza 2017) arguyen que la objetividad junto con la validez y la confiabilidad, configuran los tres atributos fundamentales para el diseño, administración, interpretación y uso de las pruebas estandarizadas.

Evaluación de calidad de set de preguntas

Una de las tareas más difíciles para el educador que se decide por el *test* de opción múltiple, es la parametrización del examen en sí. Para medir la calidad del examen, deberemos asignar a cada una de las preguntas ciertos indicadores según el resultado que producen cada vez que son utilizadas en un examen. Por lo tanto, la calidad del examen será consecuencia directa del promedio de los guarismos arrojados por los parámetros de cada una de las preguntas que lo componen.

Por lo tanto, consideramos cuatro indicadores matemáticos que se constituyen en parámetros de cada pregunta de opción múltiple. Estos parámetros son: **objetividad, confiabilidad, discriminación y dificultad.**

La objetividad

Si a una prueba se le asigna un puntaje que sea independiente del juicio del docente que se deba evaluar, se puede afirmar que se está calificando de modo objetivo. La ausencia de esta característica afectará naturalmente a los otros factores de calidad del examen, dado que mal podría inspirar confianza la nota de un maestro afectada por el concepto o juicio previo que el educador tenga del educando.

La fórmula de confiabilidad de Kuder - Richardson denominada KR21, puede ser aplicada con facilidad, ya que sólo requiere conocer la media y la desviación estándar de los resultados

de una prueba. Cabe destacar que, dado que el índice calculado (r) es un parámetro de *cada examen* y no del *set* de preguntas ni de una pregunta en particular.

$$r = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left| 1 - \frac{m(k-m)}{k \times s^2} \right|$$

Donde:

r : Coeficiente de confiabilidad

k : número de ítems de la prueba

m : media

s : desviación estándar

Según (Lafourcade, 1971), para pruebas construidas por un docente (no estandarizadas) se considera suficiente un coeficiente de 0,60 o superior.

La confiabilidad

Se dice que las puntuaciones de una prueba son confiables cuando aplicadas en diversas oportunidades producen resultados aproximadamente similares. Según (Lafourcade, 1971), define a la confiabilidad como *“una estimación del grado de consistencia o constancia entre repetidas mediciones efectuadas a los sujetos con el mismo instrumento”*.

Dado que en el campo de las ciencias de la conducta, es imposible obtener el mismo resultado utilizando el mismo instrumento (someter a un mismo grupo de alumnos a una misma prueba producirá de seguro resultados diferentes, puesto que los individuos no se comportan dos veces de manera idéntica), se expondrán aquí sólo los principios en los que, para Lafourcade, se apoya el concepto de confiabilidad de una prueba. Ellos son:

- **El número de ítems incluidos en la prueba**

Si el número de reactivos es bajo, hay mayores posibilidades de que los resultados no sean confiables. Un mayor número de reactivos en general posee una muestra mayor de lo que

se intenta medir, y tiende a cancelar los efectos del azar, entre la longitud del *test* y su confiabilidad.

Tabla 3

Relación de reactivos y confiabilidad de Ebel

Reactivos	Confiabilidad
5	0,20
10	0,22
20	0,50
40	0,66
80	0,80
160	0,89
320	0,94
640	0,97
	0,99

Nota: Obtenido de propuesta de indicadores de calidad para la evaluación de la calidad de las preguntas en los exámenes de opción múltiple 2004.

La Tabla 3, muestra la confiabilidad de Ebel. Donde se ve claramente por qué ningún autor recomienda un examen de opción múltiple de menos de 40 reactivos (confiabilidad 0,667). Por caso, si un educador opta por un examen de 10 preguntas, debe hacerlo a sabiendas de que la confiabilidad de los resultados es de sólo 33%.

Debemos considerar también que, dado que solo un número infinito de reactivos produciría una confiabilidad del 100%, y el aumento indiscriminado del número de éstos influirá en la adecuación de la prueba al tiempo disponible, la elección final del número de reactivos recaerá generalmente en el rango de 40 a 80.

- **Grado de homogeneidad de los elementos**

Las pruebas que traten de comprobar conocimientos o información sobre una sola temática específica, tenderán a ser más confiables que las pruebas globales. Si la decisión del educador es la de incluir distintos tipos de tópicos de diversa índole, porque esto conviene a los

finés de la evaluación (un examen promocional por ejemplo), deberá tener en cuenta que la confiabilidad de los resultados se verá necesariamente disminuida, y por lo tanto deberá trabajar sobre las otras características que tienden a aumentar el grado de confiabilidad.

- **Grado de discriminación de los ítems**

Si bien el grado de discriminación, es un parámetro de fundamental importancia, y será analizado exhaustivamente por separado, debemos mencionar que (Lafourcade) lo incluye entre los parámetros que mayor influencia tienen en la confiabilidad final del examen.

Una prueba que contenga reactivos con un promedio alto de grado de discriminación, logrará resultados más confiables que otra que incluya reactivos con menor promedio de dicho grado. Si el docente cuenta con una herramienta informática que evalúe el grado de discriminación de cada pregunta almacenada en su *set*, podrá recurrir a aquellas con mayor grado de discriminación en las pruebas finales, de manera de contrarrestar el efecto de la alta homogeneidad de los reactivos que dicho tipo de exámenes debe incluir.

- **Grado de dificultad de la prueba**

Una prueba que posea dificultad media es superior en confiabilidad de resultados tanto a las que tienen mucha dificultad como a las que resultan muy fáciles. Para Lafourcade, un buen examen será aquel que sea superado por algo más de la mitad de los educandos.

La sucesiva corrección del grado de dificultad de cada pregunta según el porcentaje de alumnos que la respondieron bien en cada uno de los exámenes en los que se la incluyó, hará que el educador cuente con un *parámetro de dificultad histórico de cada pregunta en sí*, y por lo tanto incluirá en un *test* el conjunto de preguntas que ya ha mostrado tener dificultad media, independientemente del resultado que arrojará el examen conformado en el grupo particular de educandos a los que se les examinará.

Cálculo del grado de discriminación

El grado de discriminación de una pregunta es la capacidad del reactivo de discriminar entre los alumnos que dominan la materia sujeta a examen y los que no la dominan. Resulta entonces es el parámetro más importante de un reactivo.

Un índice sencillo de discriminación que es de rápida obtención y por lo tanto resulta práctico es el *Índice de Pemberton*. El mismo consiste en dividir el grupo de examinados en tres, el 27% de mayor puntaje, el 27% de menor puntaje y un tercer grupo intermedio. Para calcular el índice, se descarta el grupo de resultados intermedios y se resta el número de respuestas correctas de ambos grupos, dividiendo el resultado por el número total de alumnos sometidos al examen.

$$IP = \frac{R_2 - R_1}{n}$$

Donde:

R₂: Respuestas correctas del grupo superior

R₁: Respuestas incorrectas del grupo inferior

n: número total de examinados

Mientras más alto es el índice de discriminación, el reactivo diferenciará mejor a las personas con altas y bajas calificaciones. Si todas las personas del grupo (R₂) contestan un reactivo y todas las personas del grupo (R₁) contestan incorrectamente, entonces IP = 1 (valor máximo del indicador); si sucede lo contrario, IP = -1 (valor máximo de negativos); si ambos grupos contestan por igual, IP = 0 (valor mínimo de discriminación).

Algunos autores han definido la siguiente regla para determinar la calidad de los reactivos en términos del índice de discriminación, en la Tabla 4. Se muestran los valores de (IP) y su correspondiente interpretación, señalando las recomendaciones para cada uno de estos valores.

Tabla 4*Calidad de reactivos y recomendaciones*

IP	Calidad	Recomendaciones
> 0,39	EXCELENTE	Conservar
0,30 - 0,39	BUENA	Posibilidades de mejorar
0,20 - 0,29	REGULAR	Necesidad de revisar
0,00 - 0,19	POBRE	Descartar o revisar a profundidad
<-0,01	PÉSIMA	Descartar definitivamente

Nota: Obtenido de metodología para evaluar la calidad de instrumentos de evaluación (2013).

Cálculo del grado de dificultad

Según (Lafourcade, 1971) menciona una técnica desarrollada por (Noll, 1965) para evaluar si el grado de dificultad ha sido adecuado. La misma consiste en detectar si la media de las puntuaciones coincide o se halla muy próxima a la mediana de la muestra y si no existe un número importante de aciertos o desaciertos totales. En tal caso se estará ante una prueba de dificultad adecuada para ese grupo de educandos.

Para el caso de elaboración de estadísticas en las que quiera neutralizarse los efectos del azar, es obvio que *deberá descontarse sólo la proporción de posibilidad y no un punto por cada respuesta incorrecta*. Toda vez que la chance está indicada por la simple fórmula "favorable sobre posible", sólo se debe descontar un punto por respuesta incorrecta en los *test* de verdadero / falso en los que la chance es del 50%.

Para un *test* general de cuatro opciones, deberá descontarse con fines estadísticos, un punto por cada cuatro respuestas incorrectas, puesto que la chance será 1/4.

Siempre con fines estadísticos, Lafourcade propone, para la corrección de puntajes, la fórmula de Hors.

$$I_{fa} = R - \left(\frac{w}{n-1} \right)$$

$$ID_{fi} = 1 - I_{fa}$$

Donde:

I_{fa} : Índice de facilidad

ID_{fi} : Índice de dificultad

R: número de respuestas correctas

w: número de respuestas incorrectas

n: número de opciones correctas.

El índice de dificultad (ID_{fi}) solo puede tomar valores dentro de un intervalo. Si una pregunta es contestada correctamente por todos los examinados tendremos que el número de aciertos (R) será igual al número de examinados (n), en este caso el índice de dificultad (ID_{fi}) será igual a cero 0. Por otro lado, si una pregunta no es contestada correctamente por ninguno de los examinados tendremos que el número de aciertos será igual a cero ($R = 0$), por tanto el índice de dificultad será igual a 1. De esta forma el índice de dificultad (ID_{fi}) se encuentra en el intervalo $0 \leq ID_{fi} \leq 1$.

Rendimiento académico

No existe un acuerdo en la literatura especializada al definir el rendimiento académico ya que la definición que le ha sido otorgada varía en función de los distintos marcos referenciales desde los que este se ha estudiado.

Atendiendo a definiciones operacionales del rendimiento académico se puede señalar como: aquello que los estudiantes obtienen en un curso determinado lo cual queda reflejado en las notas o calificaciones escolares (Gimeno y Sacristán, 1976); como el nivel de conocimientos y capacidades escolares exhibidas por estudiantes en un área o materia determinada expresadas mediante cualquier procedimiento de evaluación (Gómez y Castro, 1986; Jiménez, 2000); o como

la valoración de los logros obtenidos relacionándolos con lo invertido en dinero, tiempo y esfuerzo (De la Orden, Oliveros Mafokozi y González, 2001).

Así pues, el término *rendimiento* hace referencia al resultado global del alumno, que obtiene por medio, de una valoración numérica comúnmente asignada por el docente, la cual se asocia a un proceso de instrucción específica (práctica tradicional), o con sus puntuaciones en evaluaciones externas producto de la aplicación de exámenes estandarizados (PISA, TIMSS, IB, entre otras).

Plataforma Moodle

Moodle es un acrónimo de (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment o Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular). Constituye un sistema de gestión de contenidos educativos, según (Dougiamas y Taylor, 2014) que fue creado en el año 1999 por Martin Dougiamas en la Universidad Tecnológica de Curtin, (Australia) como una herramienta de código abierto gratuito que presenta un amplio abanico de posibilidades, desde su utilización como repositorio de objetos de aprendizajes hasta la creación de un espacio virtual adecuado para el desarrollo de cursos a distancia, a través de la red con interactividad entre estudiantes y profesores, privilegiando el trabajo autónomo y colaborativo. Dispone de las herramientas necesarias para la evaluación y autoevaluación de los estudiantes a través de la realización de tareas, cuestionarios (evaluaciones), talleres, foros, etc. Traducida a más de 91 idiomas, con más de 45.000 instalaciones en más de 196 países, existe una amplia comunidad hispana de apoyo (Iglesias y Olmos, 2014).

La plataforma Moodle está sustentada en una filosofía particular de aprendizaje, el enfoque educativo social y constructivista, el cual plantea que el conocimiento se construye en la medida en que el individuo actúa con el entorno, poniendo su mayor énfasis en la interacción con

los demás, priorizando el trabajo colaborativo que facilita la construcción de nuevos conocimientos a partir de los previamente adquiridos (Martínez y Fernandez, 2014). Esto se logra a través de los recursos trasmisivos, interactivos y colaborativos, de que dispone Moodle, permitiendo una gran flexibilidad didáctica y un alto índice de usabilidad.

Moodle es considerada hoy en día, una de las plataformas e learning más utilizadas en las instituciones educativas para fomentar la interacción entre estudiantes y docentes.

Ofrece un conjunto de herramientas; foros, diálogos, cuestionarios, consultas, encuestas, tareas, chat, glosarios, lecciones entre otros. Permite a los docentes crear entornos virtuales de aprendizaje conocidos como (EVA), en los que desarrolla cursos on-line utilizándose como complemento en la enseñanza tradicional, proporcionando al profesor algunas herramientas estadísticas para llevar el registro y seguimiento de los estudiantes, así como el historial de cada estudiante en particular.

Fundamentación legal

El marco legal en el que se sustenta la investigación se encuentra estipulada en la Constitución de la República del Ecuador, La Ley Orgánica de Educación Intercultural LOEI, el Reglamento de Régimen Académico, el Reglamento de la LOEI, el Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria y la Organización del Bachillerato Internacional (IBO).

Constitución de la República del Ecuador (2008)

TÍTULO II

DERECHOS

CAPÍTULO II

DERECHOS DEL BUEN VIVIR

SECCIÓN QUINTA

EDUCACIÓN

Art. 26.- La educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. Las personas, las familias y la sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo. (p. 16).

Ley Orgánica de Educación Intercultural LOEI (2011)

TÍTULO I

DE LOS PRINCIPIOS GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

DEL ÁMBITO, PRINCIPIOS Y FINES

*Art. 2.-**Principios.**- La actividad educativa se desarrolla atendiendo a los siguientes principios generales, que son los fundamentos filosóficos, conceptuales y constitucionales que sustentan, definen y rigen las decisiones y actividades en el ámbito educativo:*

i. Educación en valores.- La educación debe basarse en la transmisión y práctica de valores que promuevan la libertad personal, la democracia, el respeto a los derechos, la responsabilidad, la solidaridad, la tolerancia, el respeto a la diversidad de género, generacional, étnica, social, por identidad de género, condición de migración y creencia religiosa, la equidad, la igualdad y la justicia y la eliminación de toda forma de discriminación;

u. Investigación, construcción y desarrollo permanente de conocimientos.- Se establece a la investigación, construcción y desarrollo permanente de conocimientos como garantía del fomento de la creatividad y de la producción de conocimientos, promoción de la investigación y la experimentación para la innovación educativa y la formación científica. (p.10).

TÍTULO II

DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES

CAPÍTULO SEGUNDO

DE LAS OBLIGACIONES DEL ESTADO RESPECTO DEL DERECHO A LA EDUCACIÓN

*Art. 6.-**Obligaciones.**- La principal obligación del Estado es el cumplimiento pleno, permanente y progresivo de los derechos y garantías constitucionales en materia educativa, y de los principios y fines establecidos en esta Ley.*

j. Garantizar la alfabetización digital y el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo, y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales;

u. Garantizar a las ciudadanas y los ciudadanos una educación para la vida mediante modalidades formales y no formales de educación;

x. Garantizar que los planes y programas de educación inicial, básica y el bachillerato, expresados en el currículo, fomenten el desarrollo de competencias y capacidades para crear conocimientos y fomentar la incorporación de los ciudadanos al mundo del trabajo. (p. 20).

Reglamento de Régimen Académico (2013)

Esta investigación de carácter exploratoria, descriptiva y correlacional, se fundamenta en el siguiente artículo que consta en el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

CAPITULO VII

DE LA TITULACIÓN

*Art. 288.- **Unidad de titulación.** - Está orientada a la fundamentación teórico-metodológica y a la generación de una adecuada base empírica, que garantice un trabajo de titulación que contribuya al desarrollo de las profesiones, los saberes, la tecnología o las artes, y las ciencias.*

El trabajo de titulación de especialización y de la maestría profesional deberá incluir necesariamente un componente de investigación de carácter descriptivo, analítico o correlacional y por tanto contener, como mínimo, la determinación del tema o problema, el marco teórico referencial, la metodología pertinente y las conclusiones. Su elaboración deberá guardar correspondencia con las convenciones científicas del campo respectivo. (p. 95).

La investigación realizada fue de carácter exploratorio, descriptivo y correlacional, que se sustentó en el desarrollo de una propuesta metodológica para el fortalecimiento de la competencia en modelación matemática, evaluado mediante pruebas de control en línea a través

de la plataforma Moodle, para obtener mejores resultados en beneficio de la educación de nuestro país y en la certificación en el programa del diploma (DP) del bachillerato internacional (IB).

Reglamento General de la LOEI (2017)

TÍTULO I

DEL SISTEMA NACIONAL DE EDUCACIÓN

CAPITULO III

DEL CURRÍCULO NACIONAL

*Art. 10.-**Adaptaciones curriculares.** Los currículos nacionales pueden complementarse de acuerdo con las especificidades culturales y peculiaridades propias de las diversas instituciones educativas que son parte del Sistema Nacional de Educación, en función de las particularidades del territorio en el que operan. Las instituciones educativas pueden realizar propuestas innovadoras y presentar proyectos tendientes al mejoramiento de la calidad de la educación, siempre que tengan como base el currículo nacional; su implementación se realiza con previa aprobación del Consejo Académico del Circuito y la autoridad Zonal correspondiente. (p. 4).*

TÍTULO II

DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN EDUCATIVA

CAPÍTULO IV

DEL BACHILLERATO

*Art. 38.-**Bachilleratos con reconocimiento internacional.** Las instituciones educativas que ofrezcan programas internacionales de Bachillerato, aprobados por el Ministerio de Educación, pueden modificar la carga horaria de sus mallas curriculares, con la condición de que garanticen el cumplimiento de los estándares de aprendizaje y mantengan las asignaturas apropiadas al contexto nacional. (p.11).*

TÍTULO VI

DE LA EVALUACIÓN, CALIFICACIÓN Y PROMOCIÓN DE LOS ESTUDIANTES

CAPÍTULO I

DE LA EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Art. 185.-Propósitos de la evaluación. *La evaluación debe tener como propósito principal que el docente oriente al estudiante de manera oportuna, pertinente, precisa y detallada, para ayudarlo a lograr los objetivos de aprendizaje; como propósito subsidiario, la evaluación debe inducir al docente a un proceso de análisis y reflexión valorativa de su gestión como facilitador de los procesos de aprendizaje, con el objeto de mejorar la efectividad de su gestión. En atención a su propósito principal, la evaluación valora los aprendizajes en su progreso y resultados; por ello, debe ser formativa en el proceso, sumativa en el producto y orientarse a:*

- 1. Reconocer y valorar las potencialidades del estudiante como individuo y como actor dentro de grupos y equipos de trabajo;*
- 2. Registrar cualitativa y cuantitativamente el logro de los aprendizajes y los avances en el desarrollo integral del estudiante;*
- 3. Retroalimentar la gestión estudiantil para mejorar los resultados de aprendizaje evidenciados durante un periodo académico; y,*
- 4. Estimular la participación de los estudiantes en las actividades de aprendizaje.*

Art. 186.-Tipos de evaluación. *La evaluación estudiantil puede ser de los siguientes tipos, según su propósito:*

- 1. Diagnóstica: Se aplica al inicio de un período académico (grado, curso, quimestre o unidad de trabajo) para determinar las condiciones previas con que el estudiante ingresa al proceso de aprendizaje;*
- 2. Formativa: Se realiza durante el proceso de aprendizaje para permitirle al docente realizar ajustes en la metodología de enseñanza, y mantener informados a los actores del proceso educativo sobre los resultados parciales logrados y el avance en el desarrollo integral del estudiante; y,*
- 3. Sumativa: Se realiza para asignar una evaluación totalizadora que refleje la proporción de logros de aprendizaje alcanzados en un grado, curso, quimestre o unidad de trabajo. (p. 53).*

CAPÍTULO III

DE LA CALIFICACIÓN Y LA PROMOCIÓN

Una de las variables que fue tomada en cuenta en la investigación es el rendimiento escolar por ello dentro del fundamento legal se menciona los artículos relacionados con las calificaciones de los aprendizajes a nivel de Bachillerato.

*Art. 193.-**Aprobación y alcance de logros.** Se entiende por "aprobación" al logro de los objetivos de aprendizaje definidos para una unidad, programa de asignatura o área de conocimiento, fijados para cada uno de los grados, cursos, subniveles y niveles del Sistema Nacional de Educación. El rendimiento académico de los estudiantes se expresa a través de la escala de calificaciones prevista en el siguiente artículo del presente reglamento. (p. 55).*

Otro de los artículos que validaron la realización de esta investigación y que se muestra en la Tabla 5, está relacionado con las escalas cualitativas y cuantitativas para la promoción de un estudiante, el cuál menciona lo siguiente:

*Art. 194.-**Escala de calificaciones.** Las calificaciones hacen referencia al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje establecidos en el currículo y en los estándares de aprendizaje nacionales. Las calificaciones se asentarán según la escala indicada en la tabla. (p. 55).*

Tabla 5

Escala de calificaciones

Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa
Domina los aprendizajes requeridos.	9,00 – 10,00
Alcanza los aprendizajes requeridos.	7,00 – 8,99
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos.	4,001 – 6,99
No alcanza los aprendizajes requeridos.	≤ 4

Nota: Obtenido de reglamento de la LOEI, Registro Oficial No. 286 de 10 junio 2014

CURRÍCULO DE NIVELES DE EDUCACIÓN OBLIGATORIA (2016)

Al término del Bachillerato General Unificado (BGU), como resultado de los aprendizajes realizados en esta área los estudiantes son capaces de:

O.M.5.1. Proponer soluciones creativas a situaciones concretas de la realidad nacional y mundial mediante la aplicación de las operaciones básicas de los diferentes conjuntos numéricos, y el uso de modelos funcionales, algoritmos apropiados, estrategias y métodos formales y no formales de razonamiento matemático, que lleven a juzgar con responsabilidad la validez de procedimientos y los resultados en un contexto.

O.M.5.2. Producir, comunicar y generalizar información, de manera escrita, verbal, simbólica, gráfica y/o tecnológica, mediante la aplicación de conocimientos matemáticos y el manejo organizado, responsable y honesto de las fuentes de datos, para así comprender otras disciplinas, entender las necesidades y potencialidades de nuestro país, y tomar decisiones con responsabilidad social.

O.M.5.3. Desarrollar estrategias individuales y grupales que permitan un cálculo mental y escrito, exacto o estimado; y la capacidad de interpretación y solución de situaciones problémicas del medio.

O.M.5.4. Valorar el empleo de las TIC para realizar cálculos y resolver, de manera razonada y crítica, problemas de la realidad nacional, argumentando la pertinencia de los métodos utilizados y juzgando la validez de los resultados.

O.M.5.5. Valorar, sobre la base de un pensamiento crítico, creativo, reflexivo y lógico, la vinculación de los conocimientos matemáticos con los de otras disciplinas científicas y los saberes ancestrales, para así plantear soluciones a problemas de la realidad y contribuir al desarrollo del entorno social, natural y cultural.

O.M.5.6. Desarrollar la curiosidad y la creatividad a través del uso de herramientas matemáticas al momento de enfrentar y solucionar problemas de la realidad nacional, demostrando actitudes de orden, perseverancia y capacidades de investigación. (p.1552).

PROGRAMA DEL DIPLOMA

GUÍA DE MATEMÁTICAS: ANÁLISIS Y ENFOQUES (2019)

Para el diseño de las pruebas de control en línea, y el fortalecimiento de la competencia en modelación matemática, asistidas por la metodología ACODESA en los estudiantes del grupo (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, se revisaron los contenidos del programa de estudio de: aritmética y álgebra MN.1, funciones MN.2, trigonometría y geometría MN.3 y Análisis MN.5, de la organización del

bachillerato internacional (IBO), Guía de Análisis y Enfoques (2019) donde la resolución de problemas es fundamental en el aprendizaje de matemáticas, e implica la adquisición de habilidades y conceptos matemáticos en una amplia variedad de situaciones, incluidos los problemas que no son de rutina, los problemas abiertos y los problemas de la vida real. Al finalizar el curso de Matemáticas del (PD), se espera que los alumnos demuestren los **conocimientos esenciales** que se expone a continuación.

Aritmética y álgebra:

“La aritmética y el álgebra sirven para representar patrones, mostrar equivalencias y hacer generalizaciones, lo que nos permite modelizar situaciones del mundo real. El álgebra constituye una abstracción de los conceptos numéricos y emplea variables que posibilitan la resolución de problemas matemáticos, a través de la generalización, la representación, la modelización, la equivalencia, los patrones, y la cantidad”. (p. 27)

Funciones:

“Los modelos son representaciones de sucesos de la vida real; en dichos modelos se emplean expresiones, ecuaciones o gráficos, mientras que una función se define como una relación o expresión donde intervienen una o más variables. El crear distintas representaciones de una función para modelizar la relación que existe entre las variables—visualmente y también mediante símbolos tales como gráficos, ecuaciones y tablas—representa diferentes maneras de transmitir ideas matemáticas, a través de la representación, las relaciones, el espacio, la cantidad, la equivalencia”. (p. 36).

Geometría y trigonometría:

“La geometría y la trigonometría nos permiten cuantificar el mundo físico, potenciando así nuestra percepción espacial en dos y en tres dimensiones. Este tema proporciona las herramientas necesarias para el análisis, la medición y la transformación de cantidades, movimientos y relaciones, a través de la generalización, el espacio, las relaciones, la equivalencia y la representación”. (p. 45).

Análisis:

“El análisis describe razones de cambio entre dos variables y la acumulación de áreas infinitesimales. El entender estas razones de cambio y estas acumulaciones nos permite modelizar, interpretar y analizar problemas y situaciones de la vida real. El análisis nos ayuda a comprender el comportamiento de las funciones y nos permite interpretar las

características de sus gráficos correspondientes, a través del cambio, los patrones, las relaciones, la aproximación, la generalización, el espacio y la modelización''. (p .64).

Sistemas de variables

Definición nominal

Variable independiente: Utilización de la metodología ACODESA.

Variable dependiente: Rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE).

Definición conceptual

Variable independiente: El docente enseña los contenidos MN.1, MN.2, MN.3 y MN.5, mediante la creación de actividades que permitan fortalecer la competencia en modelación matemática a través de la metodología ACODESA, y la incorporación de pruebas de control en línea (ROM).

Variable dependiente: Rendimiento académico medido sobre la base de notas de los grupos de experimentación y de control obtenidas por los estudiantes en pruebas: de diagnóstico (PG), procesuales (PP) y finales (PF).

Hipótesis

- Hipótesis de investigación (Hi):
- El rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, donde se aplicará la metodología ACODESA, será mayor que, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) donde no se aplica dicha metodología.
- Representación Matemática:
- MAE ''A'': Estudiantes que conforman el grupo de experimentación (grupo donde se aplicará la metodología ACODESA).

- MAE "B": Estudiantes que conforman el grupo de control (grupo donde no se aplicará la metodología ACODESA).
- X_A : Promedio del rendimiento académico de los estudiantes del grupo de experimentación (MAE "A").
- X_B : Promedio del rendimiento académico de los estudiantes del grupo de control (MAE "B").
- Hipótesis nula (H_0):
- El rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, donde se aplicará la metodología ACODESA, será menor o igual que, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) donde no se aplica dicha metodología.
- Hipótesis alternativa (H_1):
- El rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, donde se aplicará la metodología ACODESA, será mayor que, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) donde no se aplica dicha metodología.
- Hipótesis a probar:
Hipótesis nula (H_0): $X_A \leq X_B$
Hipótesis alternativa (H_a): $X_A > X_B$

Cuadro de operaciones de variables

Tabla 6

Operacionalización de variables

Matriz de operaciones de variables				
Variables	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Independiente: utilización de la metodología ACODESA.	El docente enseña los contenidos MN1, MN2, MN3 y MN5, mediante la creación de actividades que permitan fortalecer la competencia en modelación matemática a través de la metodología ACODESA, y la incorporación de pruebas de control en línea (ROM).	Metodología de enseñanza y aprendizaje. Creación de actividades para el fortalecimiento de la modelación matemática. Diseño de pruebas en línea de reactivos de opción múltiple (ROM).	Las actividades: Prueben el fortalecimiento en modelación matemática	Cuestionario Escalas de estimación
Dependiente: rendimiento académico del grupo MAE	En base a notas de los grupos de experimentación y de control obtenidas por los estudiantes en pruebas: de diagnóstico, procesuales y finales.	Fortalecimiento en modelación matemática de los contenidos MN1, MN2, MN3 y MN5. Calificaciones Recursos tecnológicos	Participación de los estudiantes en actividades grupales. Escala de calificaciones de los aprendizajes requeridos: DAR: (10-9) AAR: (7-8,99) PARA: (4,001-6,99) NAAR: ≤ 4	Registro en la plataforma Moodle de pruebas: Diagnóstica Procesual Final

Capítulo 3

Metodología

Diseño de la investigación

Modalidad de la investigación

La investigación fue desarrollada bajo un enfoque cuantitativo, porque partió de una idea y el planteamiento del problema, como lo señala Hernández & Fernández (2010:4).

“El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones.”

Tipo de investigación

Para la mayoría de autores el *método* constituye el camino para alcanzar los fines de la investigación. Desde el paradigma positivista las respuestas a una pregunta de investigación son interesantes, siempre y cuando, se puedan realizar mediciones sobre el fenómeno de estudio. Mirando esta perspectiva la investigación se desarrolló a través de métodos experimentales, en los cuales se pueden manipular de forma intencionada la variable independiente en diversos periodos de la experimentación.

Esta investigación se consideró de tipo experimental, ya que como lo menciona, RIECKEN y otros (1974:6,12) “Los experimentos no sólo conducen a conclusiones causales más claras sino que el mismo proceso del diseño experimental contribuye a aclarar la naturaleza del problema social que está siendo estudiado.”

Se consideró de tipo experimental porque se estableció como variable independiente el uso de la metodología (ACODESA), para observar la incidencia que tiene en el aprendizaje de los temas correspondientes al grupo 5 de Matemáticas Análisis y Enfoques (MAE) nivel medio, del Programa del Diploma del bachillerato internacional (IB), en el fortalecimiento de la modelación matemática a través de pruebas de control en línea, para ello se establecieron dos grupos conocidos como grupo de experimentación (MAE “A”) y grupo de control (MAE “B”).

Niveles de investigación

El estudio en referencia fue de carácter exploratorio, descriptivo y correlacional, desarrollado en el colegio internacional “Rudolf Steiner”, para la aplicación de pruebas de control (ROM) en línea asistidos mediante la metodología (ACODESA), con los estudiantes del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del grupo No. 5 conocido como Matemáticas, Análisis y Enfoques, nivel medio (MAE).

La investigación se considera como un estudio de carácter exploratorio en virtud a la manifestación de Hernández & Fernández (2004:93).

“ *Los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno y por lo común anteceden a los otros tres tipos (Danhke, 1989). Los estudios descriptivos por lo general fundamentan las investigaciones correlacionales, las cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y son altamente estructurados. Las investigaciones que se están realizando en un campo de*

conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo. Es posible que una investigación se inicie como exploratoria, después ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa.”

La presente investigación se considera de carácter descriptivo considerando la manifestación de Hernández & Fernández (2004:93). “ *Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.* ” (Danhke, 1989).

El estudio en mención fue considerado de tipo correlacional, como lo señala Hernández & Fernández (2004:97). “Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular.”

En la investigación se implementó la metodología (ACODESA), que luego de su experimentación mediante actividades diseñadas para el fortalecimiento en modelación matemática y el diseño, análisis y ejecución de pruebas de control en línea de reactivos de opción múltiple (ROM), a través de la plataforma Moodle permitieron obtener resultados de aprendizaje que dieron lugar a contrastar con los datos obtenidos entre el grupo de experimentación (MAE “A”) asistido con la metodología (ACODESA) y el grupo de control (MAE “B”) asistido con la metodología tradicional.

Población y muestra

La población se define como la totalidad de los valores posibles (mediciones o conteos) de una característica particular de un grupo especificado de personas, animales o cosas que se desean estudiar en un momento determinado. “Una población es un conjunto de todos los

elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones'' (Levin & Rubin, 1996).

En el marco de esta definición se establece la población integrada por el grupo de Matemáticas Análisis y Enfoques (MAE) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner durante el periodo académico 2018 – 2020, conformada por un total de 30 estudiantes.

La muestra es un subconjunto de la población, que debe tener las mismas características de esta. Como en la investigación el tamaño de la población fue menor a 100 participantes no se aplicó ninguna técnica de muestreo para determinar su tamaño, consecuentemente los 30 estudiantes constituyen el total de sujetos de estudio.

En la Tabla 7, se muestra el número de participantes divididos en grupos: de experimentación (MAE ''A'') y de control (MAE ''B'').

Tabla 7

Población en estudio

Grupo	Nombre	No. participantes
Experimentación	MAE ''A''	16
Control	MAE ''B''	14
Total		30

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Siendo las técnicas e instrumentos, los medios reales que el investigador elabora con el propósito de registrar la información que permita ''medir'' las variables de interés a través de una cuantificación. En la presente investigación, se aplicaron determinadas actividades y fases durante el proceso de enseñanza aprendizaje, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8*Técnicas e instrumentos*

Técnica	Instrumento	Fase de aplicación	Contenido	Anexo número
Evaluación en línea	Prueba diagnóstica de base estructurada	Primera etapa inicial		2 y 3
	Pruebas procesuales de base estructurada	Segunda etapa desarrollo	MN1, MN2, MN3, MN5.	2 y 3
	Prueba final de base estructurada	Tercera etapa evaluación		2 y 3

Primera etapa inicial

En esta etapa se aplicó las pruebas de diagnóstico (PG), instrumentos diseñados por el investigador para cada unidad de estudio en base al contenido de conocimientos previos que debe tener los estudiantes que cursan la asignatura de matemáticas del (PD), en la Tabla 9, se lista aquellos temas relacionados con los conocimientos previos.

Tabla 9*Temas de conocimientos previos*

Unidad	Código	Contenido
Aritmética y Álgebra	MN.1	<ul style="list-style-type: none"> - Conjuntos de números: números naturales \mathbb{N}; números enteros \mathbb{Z}; números racionales \mathbb{Q} e irracionales; y números reales \mathbb{R}. - Sistema internacional de unidades de medida de masa, tiempo, longitud, área y volumen, así como de sus magnitudes derivadas (p. ej., velocidad). - Redondeo, aproximaciones decimales y cifras significativas, incluida la estimación de errores. - Definición y uso elemental del valor absoluto (módulo) a. - Suma, resta, multiplicación y división con números enteros, decimales y fracciones, incluido el orden de las operaciones. - Números primos, factores (divisores) y múltiplos. - Aplicaciones sencillas de razones, porcentajes y proporciones. - Manejo de expresiones algebraicas que incluyan factorización y desarrollo. - Transformación de fórmulas en otras equivalentes. - Cálculo del valor numérico de una expresión mediante sustitución. - Cálculo de potencias sencillas con exponente positivo. - Uso de inequaciones ($<, \leq, >, \geq$), intervalos de la recta real.

Unidad	Código	Contenido
Funciones	MN.2	<ul style="list-style-type: none"> - Simplificación de expresiones sencillas con radicales (irracionales o no). - Expresión de números en forma $a \times 10^k$, $1 \leq a < 10$, $k \in \mathbb{Z}$. - Familiarización con las divisas que se suelen reconocer en todo el mundo. - Resolución de ecuaciones e inecuaciones lineales. - Resolución de sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas. - Conceptos y notación básica de conjuntos. Operaciones con conjuntos: unión e intersección. - Representación gráfica de funciones lineales y cuadráticas empleando medios tecnológicos.
		<ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones entre conjuntos. Ejemplos concretos utilizando pares ordenados, tablas, diagramas y gráficos. - El teorema de Pitágoras y su recíproco. - Punto medio de un segmento de recta y distancia entre dos puntos en el plano cartesiano. - Conceptos geométricos: punto, recta, plano y ángulo. - Medición de ángulos en grados; rumbos. - Teorema de la suma de los ángulos de un triángulo. - Razones trigonométricas en un triángulo rectángulo, incluidas las aplicaciones sencillas para la resolución de triángulos.
Geometría y Trigonometría	MN.3	<ul style="list-style-type: none"> - Demora (ángulo medido en el sentido de las agujas del reloj partiendo de la dirección norte y expresada siempre con tres cifras). - Transformaciones geométricas sencillas: traslación, simetría, rotación y homotecia. - El círculo: centro, radio, área y circunferencia. Los términos diámetro, arco, sector circular, cuerda, tangente y segmento circular. - Perímetro y área de figuras planas. Propiedades de triángulos y cuadriláteros, incluidos los paralelogramos, rombos, rectángulos, cuadrados, cometas y trapecoides; figuras compuestas o combinadas. - Familiarización con las figuras tridimensionales (prismas, pirámides, esferas, cilindros y conos). - Volumen y área de la superficie de ortoedros, prismas, cilindros y figuras tridimensionales compuestas.
		<ul style="list-style-type: none"> - Demora (ángulo medido en el sentido de las agujas del reloj partiendo de la dirección norte y expresada siempre con tres cifras). - Transformaciones geométricas sencillas: traslación, simetría, rotación y homotecia. - El círculo: centro, radio, área y circunferencia. Los términos diámetro, arco, sector circular, cuerda, tangente y segmento circular. - Perímetro y área de figuras planas. Propiedades de triángulos y cuadriláteros, incluidos los paralelogramos, rombos, rectángulos, cuadrados, cometas y trapecoides; figuras compuestas o combinadas. - Familiarización con las figuras tridimensionales (prismas, pirámides, esferas, cilindros y conos). - Volumen y área de la superficie de ortoedros, prismas, cilindros y figuras tridimensionales compuestas.
Análisis	MN.5	-velocidad = $\frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$

Nota: Obtenido de Organización del Bachillerato Internacional. Guía de Matemáticas Análisis y Enfoques, febrero 2019.

Las pruebas de diagnóstico (PG) se realizaron al inicio de cada unidad de estudio, se encuentran estructuradas por 15 a 30 reactivos de selección múltiple (ROM), aplicadas a los estudiantes de los dos grupos (experimentación y control), para poder contrastar la equivalencia

entre ellos. Este instrumento fue asistido a través de la plataforma Moodle, en el laboratorio de la institución bajo el horario de clase normal, con un tiempo destinado de 40 a 90 minutos.

Segunda etapa de desarrollo

En esta etapa, para cada unidad de estudio, se diseñaron y se desarrollaron en clase actividades que permitan el fortalecimiento de la competencia matemática en modelación, las mismas que se encuentran en el (ANEXO 1).

Puesta en marcha la investigación y el proceso formativo se desarrollaron pruebas procesuales (PP), para cada unidad de estudio de base estructurada compuestas de 15 a 30 reactivos (ROM), aplicadas en línea a través de la plataforma Moodle, fuera de horario de clase, con tiempos hasta de 40 a 90 minutos.

Tercera etapa final

Esta fase se encuentra relacionada por dos aspectos fundamentales:

- El primer aspecto guarda relación con el diseño de los reactivos de opción múltiple (ROM) por parte del investigador y su posterior validación por tres examinadores externos a la institución, previo a la aplicación de la prueba final. Los reactivos se diseñaron con los contenidos y temas propuestos durante el periodo de la investigación de determinadas unidades del programa de estudio de Matemáticas Análisis y Enfoques (MAE) nivel medio del programa del diploma (DP) del bachillerato internacional (IB), en la Tabla 10. Se muestra estos temas y contenidos.

Tabla 10

Temas y contenidos grupo MAE

Temas	Código	Contenido
Aritmética y Álgebra	MN.1	Progresiones y series aritméticas. Uso de las fórmulas que permiten calcular el término n -ésimo y la suma de los n primeros términos de la progresión. Uso de la notación de sumatoria para referirse a las sumas de progresiones aritméticas. Progresiones y series geométricas.

Temas	Código	Contenido
Funciones	MN.2	<p>Uso de las fórmulas que permiten calcular el término n-ésimo y la suma de los n primeros términos de la progresión.</p> <p>Uso de la notación de sumatoria para referirse a las sumas de progresiones geométricas.</p> <p>Aplicaciones de las progresiones y series geométricas al ámbito financiero: Interés compuesto y Depreciación anual.</p> <p>Propiedades de las potencias que tienen exponentes enteros.</p> <p>Introducción a los logaritmos en base 10 y en base e.</p> <p>Evaluación numérica de logaritmos empleando medios tecnológicos.</p> <p>Propiedades de las potencias que tienen exponentes racionales.</p> <p>Propiedades de los logaritmos.</p> <p>Cambio de base en un logaritmo.</p> <p>Resolución de ecuaciones exponenciales, incluido el uso de logaritmos.</p> <p>La suma de progresiones geométricas convergentes infinitas.</p> <p>El teorema del binomio: desarrollo de $(a+b)^n$, \mathbb{N}.</p> <p>Uso del triángulo de Pascal y de nCr.</p> <p>Diferentes formas de expresar la ecuación de una recta.</p> <p>Pendiente, intersecciones.</p> <p>Rectas de pendiente m_1 y m_2.</p> <p>Rectas paralelas $m_1=m_2$.</p> <p>Rectas perpendiculares $m_1 \times m_2 = -1$.</p> <p>Concepto de función, dominio, recorrido y gráfico.</p> <p>Notación de funciones; por ejemplo $f(x)$, $v(t)$, $C(n)$.</p> <p>Concepto de función como modelo matemático.</p> <p>El concepto informal de que la función inversa revierte o deshace el efecto de la función.</p> <p>Función inversa como simetría respecto a la recta $y=x$ y la notación $f^{-1}(x)$.</p> <p>Determinar las características más importantes de un gráfico.</p> <p>Hallar el punto de intersección de dos curvas o rectas utilizando medios tecnológicos.</p> <p>Funciones compuestas.</p> <p>Función identidad. Hallar la función inversa $f^{-1}(x)$.</p> <p>La función cuadrática $f(x)=ax^2+bx+c$: su gráfico, intersección con el eje y $(0,c)$. Eje de simetría.</p> <p>La forma $f(x)=a(x-p)(x-q)$, intersecciones con el eje x $(p,0)$ y $(q,0)$.</p> <p>La forma $f(x)=a(x-h)^2+k$, vértice (h,k).</p> <p>Resolución de ecuaciones e inecuaciones cuadráticas.</p> <p>La fórmula cuadrática.</p> <p>El discriminante $\Delta=b^2-4ac$ y la naturaleza de las raíces, es decir, dos raíces reales distintas, dos raíces reales iguales o ninguna raíz real.</p> <p>La función recíproca $f(x)=1/x$, $x \neq 0$: su gráfico y la propiedad de coincidir con su inversa.</p>

Temas	Código	Contenido
<p style="text-align: center;">Geometría y Trigonometría</p>	<p>MN.3</p>	<p>Funciones racionales que son de la forma $f(x)=(ax+b)/(cx+d)$ y sus gráficos correspondientes.</p> <p>Ecuación de las asíntotas verticales y horizontales.</p> <p>Funciones exponenciales y sus gráficos: $f(x)=a^x$, $a>0$, $f(x)=e^x$</p> <p>Funciones logarítmicas y sus gráficos: $f(x)=\log_a x$, $x>0$, $f(x)=\ln x$, $x>0$.</p> <p>Transformaciones de gráficos.</p> <p>Traslaciones: $y=f(x)+b$; $y=f(x-a)$.</p> <p>Simetrías respecto a ambos ejes: $y=-f(x)$; $y=f(-x)$.</p> <p>Estiramiento vertical de razón p: $y=pf(x)$.</p> <p>Estiramiento horizontal de razón 1q: $y=f(qx)$.</p> <p>Transformaciones compuestas.</p> <p>La distancia que hay entre dos puntos del espacio tridimensional y el punto medio entre ambos.</p> <p>Volumen y área de la superficie de sólidos tridimensionales, incluida la pirámide recta, el cono recto, la esfera, la semiesfera y las combinaciones de estos sólidos.</p> <p>Tamaño del ángulo que forman dos rectas que se cortan o del ángulo que forma una recta con un plano.</p> <p>Uso de las razones trigonométricas (seno, coseno y tangente) para hallar los lados y los ángulos de un triángulo rectángulo.</p> <p>El teorema del seno $\frac{a}{\text{sen}A} = \frac{b}{\text{sen}B} = \frac{c}{\text{sen}C}$.</p> <p>El teorema del coseno: $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos C$; $\cos C = \frac{a^2+b^2-c^2}{2ab}$</p> <p>Área de un triángulo mediante la fórmula. $A = \frac{1}{2}ab\text{sen}C$</p> <p>Aplicaciones de la trigonometría de triángulos rectángulos y no rectángulos, incluido el teorema de Pitágoras.</p> <p>Ángulo de elevación y ángulo de depresión.</p> <p>Elaboración de diagramas rotulados partiendo de enunciados escritos.</p> <p>El círculo: medida de ángulos en radianes; longitud de un arco; área de un sector.</p> <p>Definición de $\cos\theta$, $\text{sen}\theta$ utilizando como referencia el círculo de radio unidad.</p> <p>Definición de $\tan\theta$ como $\text{sen}\theta/\cos\theta$.</p> <p>Valor exacto de las razones trigonométricas: 0, $\pi/6$, $\pi/4$, $\pi/3$, $\pi/2$ y sus múltiplos.</p> <p>Ampliación del teorema del seno al caso ambiguo.</p> <p>La relación fundamental $\cos^2\theta+\text{sen}^2\theta=1$.</p> <p>Las fórmulas del seno y el coseno del ángulo doble.</p> <p>La relación que existe entre las diversas razones trigonométricas.</p> <p>Las funciones trigonométricas $\text{sen}x$, $\cos x$ y $\tan x$; amplitud, su carácter periódico, y sus gráficos correspondientes.</p> <p>Funciones compuestas que son de la forma $f(x)=a\text{sen}(b(x+c))+d$.</p> <p>Transformaciones.</p> <p>Contextos de la vida real.</p> <p>Resolución de ecuaciones trigonométricas dentro de un intervalo finito, tanto gráficamente como mediante métodos analíticos.</p> <p>Ecuaciones que conducen a una ecuación cuadrática en $\text{sen}x$, $\cos x$ o bien $\tan x$.</p>

Temas	Código	Contenido
Análisis	MN.5	Introducción al concepto de límite.
		La derivada interpretada como función pendiente y como razón de cambio.
		Funciones crecientes y decrecientes.
		Interpretación gráfica de $f'(x)>0, f'(x)=0, f'(x)<0$.
		La derivada de $f(x)=ax^n$ es $f'(x)=anx^{n-1}$, $n \in \mathbb{Z}$.
		La derivada de funciones que son de la forma $f(x)=ax^n+bx^{n-1}$donde todos los exponentes son números enteros.
		Recta tangente y recta normal a la curva en un punto dado; ecuación de dichas rectas.
		Derivada de $x^n(n \in \mathbb{Q})$, $\text{sen}x$, $\text{cos}x$, e^x y $\ln x$.
		Derivada de una suma y de un múltiplo de estas funciones.
		La regla de la cadena para funciones compuestas.
		La regla del producto y la regla del cociente.
		La derivada segunda.
		Comportamiento gráfico de funciones, incluido la relación que existe entre los gráficos de f , f' y f'' .
		Puntos máximos y mínimos locales.
		Comprobación para saber si se trata de un máximo o un mínimo.
Optimización.		
Puntos de inflexión con pendiente cero y con pendiente distinta de cero.		
Problemas de cinemática donde interviene el desplazamiento s , velocidad v , aceleración a y la distancia total recorrida.		

Nota: Obtenido de Organización del Bachillerato Internacional. Guía de Matemáticas Análisis y Enfoques, (febrero 2019).

- El segundo aspecto tiene relación con la aplicación en línea de las pruebas finales o sumativas de tipo 1 y de tipo 2, una vez concluida la unidad de estudios a través de la plataforma Moodle, estas pruebas constan de 15 reactivos de opción múltiple (ROM), realizada en horario de clase con un tiempo de 40 minutos cada una.

Los resultados obtenidos en cada una de las pruebas finales permitieron analizar el fortalecimiento de la competencia matemática en modelación del grupo (MAE) al finalizar la experimentación.

Es importante acotar que durante las evaluaciones diagnósticas (PG), procesuales (PP) y finales (PF) los estudiantes disponían del cuadernillo de fórmulas diseñado por la organización

del bachillerato internacional (IB). Mientras que para el desarrollo de la prueba tipo 1 el estudiante no puede utilizar ningún tipo de calculadora, y en el desarrollo la prueba tipo 2 el estudiante puede utilizar calculadora de pantalla gráfica (CPG) de acuerdo al serial planteado por la organización (IB).

Recolección de datos

Como el proceso de evaluación diagnóstico, formativo, y sumativo se realizó mediante pruebas en línea conocidas como: prueba diagnóstica (PG), pruebas procesuales o sumativas (PP) y pruebas finales (PF), las calificaciones alcanzadas por los grupos de experimentación y control para cada unidad de estudio se exportaron como hoja de cálculo Excel directamente desde la plataforma Moodle, que reposan en el (ANEXO 2).

Metodología de trabajo

En el período académico 2018 – 2019 se da inicio a la preparación de los alumnos a ser examinados por la Organización del Bachillerato Internacional (IBO), en mayo del 2020 para los estudiantes del grupo cinco correspondiente a la asignatura de Matemáticas Análisis y Enfoques, nivel medio. Asignándose al docente investigador dos paralelos denominados como grupo de experimentación (MAE ‘‘A’’) y grupo de control (MAE ‘‘B’’).

La investigación se desarrolló en cinco etapas las mismas que se describen a continuación.

Primera etapa socialización e inscripción de participantes

En el laboratorio de la institución se socializó la plataforma virtual Moodle con el nombre matesteiner2017 administrada por el docente investigador señalando las ventajas que tiene este entorno virtual en el campo educativo, y realizando la invitación a la inscripción y el registro correspondiente a los dos grupos participantes en el proyecto.

Durante la investigación a través de este medio tecnológico se formalizó el acceso a cada uno de los recursos utilizados, así como al desarrollo de las pruebas de diagnóstico (PG), pruebas procesuales (PP) y pruebas finales (PF). Como se muestra en la Figura 4 la presentación principal de la plataforma virtual Moodle matesteiner2017.

Figura 4

Plataforma Moodle Matesteiner2017

The screenshot displays the Moodle interface for the course 'CURSO DE CÁLCULO DIFERENCIAL I'. The browser address bar shows 'https://matesteiner2017.milautas.com'. The user is logged in as 'luis fernando carrasco pilco'. The left sidebar contains navigation options: 'Página Principal', 'Área personal', 'Calendario', 'Archivos privados', 'Mis cursos', and 'Administración del sitio'. The main content area features a header with the course title and a welcome message: 'BIENVENIDA Estimad@s estudiantes del tercero de bachillerato bienvenidos al curso de CÁLCULO DIFERENCIAL mediante la aplicación de la plataforma MOODLE.' Below this, there are two course sections: 'MATEMÁTICAS ANÁLISIS Y ENFOQUES (MAE) A' and 'MATEMÁTICAS ANÁLISIS Y ENFOQUES (MAE) B'. The right sidebar includes a calendar for September 2018, a 'Categorías' section with links to 'Miscelánea', 'Cursos 2017', and 'EJERCICIOS RESUELTOS', and an 'Administración' section with options like 'Ajustes de la página principal', 'Activar edición', 'Editar ajustes', 'Usuarios', 'Filtros', 'Informe', 'Copia de seguridad', 'Restaurar', and 'Banco de preguntas'. A search bar is located at the bottom right of the sidebar.

El registro de los grupos participantes en la investigación se presentan en la Figura 5 y Figura 6, grupo de experimentación (MAE "A") y grupo de control (MAE "B"), respectivamente.

Figura 5

Registro de participantes grupo de experimentación (MAE A)

MATESTEINER2017 Español - Internacional (es) luis fernando carrasco pilco

MATEMÁTICAS ANÁLISIS Y ENFOQUES (MAE) A

Página Principal / Cursos / Miscelánea / MAE 2019 - 2020 / Participantes

Participantes

No se aplicaron filtros

Buscar palabra clave o seleccionar filtro Matricular usuarios

Número de participantes: 16

Nombre Todos A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z

Apellido(s) Todos A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z

Seleccionar	Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Roles	Grupos	Último acceso al curso	Estatus
<input type="checkbox"/>		torchialejo@gmail.com	Student	No hay grupos	3 horas 12 minutos	Activo
<input type="checkbox"/>		aguirrealison2003@gmail.com	Student	No hay grupos	6 días 1 hora	Activo
<input type="checkbox"/>		anthony.bermeo@hotmail.com	Student	No hay grupos	5 días 2 horas	Activo
<input type="checkbox"/>		ariananoreen@hotmail.com	Student	No hay grupos	1 día 3 horas	Activo
<input type="checkbox"/>		sammy.garcia.mac@hotmail.com	Student	No hay grupos	22 horas 3 minutos	Activo
<input type="checkbox"/>		lopezdeni7@gmail.com	Student	No hay grupos	46 minutos 59 segundos	Activo
<input type="checkbox"/>		emilita1278@hotmail.com	Student	No hay grupos	4 días 12 horas	Activo
<input type="checkbox"/>		juangt2003@hotmail.com	Student	No hay grupos	4 días 3 horas	Activo
<input type="checkbox"/>		francohurtadolm@gmail.com	Student	No hay grupos	20 horas 54 minutos	Activo
<input type="checkbox"/>		tinchomunoz1011@gmail.com	Student	No hay grupos	12 horas 38 minutos	Activo
<input type="checkbox"/>		mateo_2003.30@hotmail.com	Student	No hay grupos	7 días 21 horas	Activo
<input type="checkbox"/>		mate862011@hotmail.com	Student	No hay grupos	2 horas 55 minutos	Activo
<input type="checkbox"/>		nicolasposso90@gmail.com	Student	No hay grupos	20 horas 57 minutos	Activo
<input type="checkbox"/>		nicolaslp7@gmail.co	Student	No hay grupos	31 días 5 horas	Activo
<input type="checkbox"/>		rafitapro33@gmail.com	Student	No hay grupos	3 horas 20 minutos	Activo
<input type="checkbox"/>		marieparima@gmail.com	Student	No hay grupos	5 horas 8 minutos	Activo

Figura 6

Registro de participantes grupo de control (MAE B)

The screenshot shows the Moodle interface for the course 'MATEMÁTICAS ANÁLISIS Y ENFOQUES (MAE) B'. The page title is 'MATEMÁTICAS ANÁLISIS Y ENFOQUES (MAE) B' and the breadcrumb trail is 'Página Principal / Cursos / Miscelánea / MAE B 2019 - 2020 / Participantes'. The page shows a list of 14 participants, all with the role of 'Student' and 'No hay grupos'. The table includes columns for selection, name, email, role, groups, last access, and status.

Seleccionar	Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Roles	Grupos	Último acceso al curso	Estatus
<input type="checkbox"/>		lucoroman317@gmail.com	Student	No hay grupos	6 días 5 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		anacamyg12@hotmail.com	Student	No hay grupos	23 minutos 46 segundos	Acción
<input type="checkbox"/>		cristelgalarraga55@gmail.com	Student	No hay grupos	1 día 8 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		daniguerrerol2606@gmail.com	Student	No hay grupos	1 día 1 hora	Acción
<input type="checkbox"/>		daniela.estefania2406@gmail.com	Student	No hay grupos	5 días 9 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		delatornenikol@gmail.com	Student	No hay grupos	23 horas 44 minutos	Acción
<input type="checkbox"/>		diegopadillae@hotmail.com	Student	No hay grupos	11 días 23 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		fh3javier@gmail.com	Student	No hay grupos	5 días 22 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		gabyzapata_2003@hotmail.com	Student	No hay grupos	19 días	Acción
<input type="checkbox"/>		henmaresq@hotmail.com	Student	No hay grupos	19 días 1 hora	Acción
<input type="checkbox"/>		jjnaranjor@hotmail.com	Student	No hay grupos	3 días 21 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		mariabelenharo@hotmail.com	Student	No hay grupos	1 día 7 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		smoscoso@hotmail.es	Student	No hay grupos	6 días 22 horas	Acción
<input type="checkbox"/>		sophiasalguero7@hotmail.com	Student	No hay grupos	1 hora 58 minutos	Acción

Segunda etapa pruebas de diagnóstico

Realizada la inscripción, se procedió a aplicar la prueba de diagnóstico (PG), compuestas por 15 a 30 reactivos de opción múltiple (ROM), a través de la plataforma Moodle, tanto para el

grupo de experimentación (MAE "A") como para el grupo de control (MAE "B"), éste tipo de evaluación se aplicó en el laboratorio de la institución al inicio de cada unidad de estudio y sus contenidos se encuentran en el (ANEXO 3), en basan en los temas establecidos por parte de la organización del bachillerato internacional (IBO), con un tiempo de 40 a 90 minutos.

Tercera etapa fortalecimiento en modelación matemática

Esta etapa se realizó para cada unidad de estudio con el grupo de experimentación (MAE "A") que consistió en el desarrollo de actividades en el aula que permitan fortalecer las competencias en modelación matemática, mediante la aplicación de la metodología ACODESA (aprendizaje, colaboración, debate científico y auto-reflexión).

Las actividades seleccionadas para ser aplicadas al grupo de experimentación (MAE "A") se listan a continuación y sus contenidos se encuentran en el (ANEXO 1).

Unidad MN.1: Aritmética y algebra

- Perímetro, Área y Volumen (PAV)
- Segmentos y Áreas infinitas
- Series logarítmicas infinitas

Unidad MN.2: Funciones

- Índice de masa corporal
- El logotipo de LOGAN
- La noria
- El punto P

Unidad NM.3: Geometría y Trigonometría

- El caminante
- Los cuadrados
- El Mandala

Unidad MN.5: Análisis

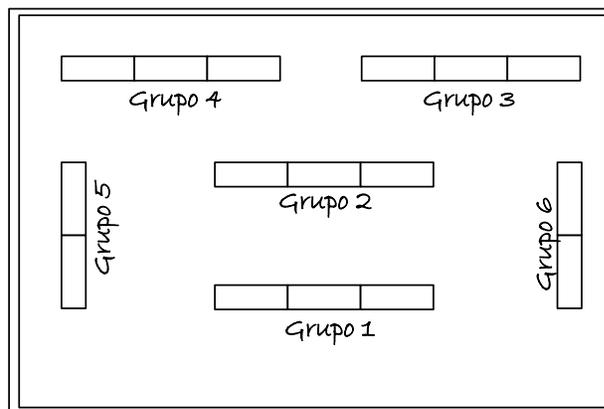
- La e-nésima derivada
- El contenedor
- El campamento

Cada una de las actividades propuestas por el docente investigador para su modelación se desarrolló en 5 fases que se describen a continuación:

- **Primera fase:** Entrega de la problemática a cada uno de los estudiantes del grupo de experimentación con la finalidad de crear representaciones externas (verbales y esquemas).
- **Segunda fase:** El grupo de experimentación (MAE "A") compuesto por 16 estudiantes fue dividido en grupos de trabajo colaborativo, esta división se realizó de forma voluntaria y afinidad con cada uno de sus integrantes, como se muestra en la Figura 7. En esta ocasión el grupo de experimentación se encuentra conformado por 2 grupos formados por dos integrantes cada uno, y 4 grupos formados por 3 integrantes cada uno, esta distribución se mantuvo durante toda la investigación.

Figura 7

Diagrama de grupos de trabajo



En esta fase conocida como (trabajo en equipo), cada grupo trabajó la misma problemática que tuvo como finalidad, el proceso de discusión, validación y refinamiento de las representaciones funcionales a través de un debate interno, donde cada miembro aporta sus ideas para resolver la problemática.

- **Tercera fase:** Los equipos dan a conocer los resultados obtenidos y analizan las relaciones externas que le ayudaron a comunicar el problema mediante la discusión y validación de las representaciones funcionales a través de un debate grupal. El papel del docente investigador fue de promotor de la exposición estimulando la participación de los equipos, planteando hipótesis y justificación hasta llegar a generalizaciones.
- **Cuarta fase:** En esta fase se promovió a la reflexión de los resultados alcanzados en las etapas anteriores, donde el estudiante reconstruye de forma individual la solución de la problemática justificando y validando sus conjeturas, es una fase de reconstrucción de hechos y autoreflexión mediante la entrega por escrito del desarrollo de la actividad de modelación.
- **Quinta fase:** El docente investigador realizó la integración y sistematización de saberes utilizando las representaciones alcanzadas por los estudiantes y completándolas con las representaciones institucionales (gráfico, numérico, algebraico y tecnológico).

Para poder contrastar el desarrollo y avance de la etapa tres (fortalecimiento en modelación matemática), se realizaron pruebas de base estructurada compuestas de 15 a 30 reactivos de opción múltiple (ROM) denominadas pruebas procesuales (PP) a través de la plataforma Moodle esta evaluación formativa se realizó fuera de la institución a los dos grupos involucrados en la investigación con un tiempo de 40 a 90 minutos.

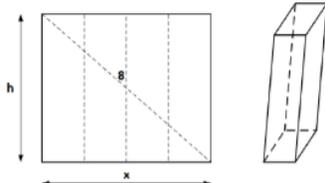
Cuarta etapa diseño de reactivos de opción múltiple (ROM)

El diseño de reactivos de opción múltiple (ROM) tuvo como apoyo la práctica acumulada en la construcción de ítems de (Haladyna y Downing, 1989; Haladyna, Downing y Rodríguez, 2002) con una reducción de directrices que no excluye ninguna de las relevantes de dicha referencia. Esta reorganización de directrices permitió constituir una herramienta útil para el docente investigador en el diseño de ítems de selección múltiple, facilitando la investigación empírica sobre los distintos aspectos de los ítems de selección múltiple, como se indicaron en la Tabla 2, donde se listan cada una de las directrices que fueron aplicados en el diseño de esta investigación.

El desarrollo de un reactivo tipo 1, sin calculadora (SC) se presenta en la Figura 8, para la unidad MN.3 de trigonometría y geometría, con su correspondiente retroalimentación (guía de solución) al reactivo planteado que tiene como objetivo principal realizar el feed-back inmediato en el caso de seleccionar una opción o distractor equivocado por parte del alumno.

Figura 8

Reactivo planteado y guía de solución

 TRIGONOMETRÍA Y GEOMETRÍA Matemáticas Análisis y Enfoques MAE Ing. Fernando Carrasco 2019 - 2020	 GUÍA DE SOLUCIÓN Matemáticas Análisis y Enfoques MAE Ing. Fernando Carrasco 2019 - 2020
<p>Para el desarrollo de un prisma de base cuadrada el alumno del grupo MAE dispone del siguiente plano. Donde la diagonal del plano es 8 metros.</p>  <p>- La expresión que permita modelizar el volumen (V) del prisma es:</p> <p>Ⓐ $V = \frac{x^2}{2} \sqrt{16 - x^2}$</p> <p>Ⓑ $V = \frac{x^2}{4} \sqrt{16 - x^2}$</p> <p>Ⓒ $V = \frac{x^2}{16} \sqrt{64 - x^2}$</p> <p>Ⓓ $V = \frac{x^2}{64} \sqrt{64 - x^2}$</p>	<p>El volumen V del prisma es: $V = A_{base} \times h_{prisma}$</p> <p>como el prisma es de base cuadrada su área es: $A_{base} = \frac{x}{4} \times \frac{x}{4}$, entonces</p> $A_{base} = \frac{x^2}{16}$ <p>La altura del prisma en función de x se determina por Pitágoras</p> $8^2 = h^2 + x^2, \text{ despejando se tiene: } h = \sqrt{64 - x^2}$ <p>Reemplazando en la fórmula del volumen se tiene $V = \frac{x^2}{16} \times \sqrt{64 - x^2}$</p>

Se consideró de manera general los siguientes aspectos: contenido a evaluar, expresión del contenido en el ítem, construcción de las opciones, motivación, retroalimentación y presentación del reactivo.

Para la presente investigación se diseñaron reactivos de opción múltiple para pruebas tipo 1, a desarrollarse sin el apoyo de ningún tipo de calculadora (SC) y para pruebas tipo 2 a desarrollarse con el apoyo de la calculadora de pantalla gráfica (CC) en el (ANEXO 4) se encuentran estos ítems para los contenidos correspondientes al grupo MAE abordados en la investigación. Se muestra en la Figura 9, ejemplos de reactivos con sus respectivas directrices previos a ser validados por examinadores externos a la institución donde se aplicó la investigación.

Cuarta etapa validación de reactivos de opción múltiple (ROM)

Para la validez de los reactivos se solicitó la colaboración de tres especialistas en el área de matemáticas, con experiencia en el contexto del bachillerato internacional (IB) y que no guarden ningún vínculo con la institución donde fue realizada la investigación.

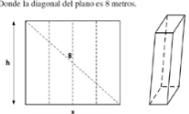
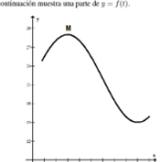
El equipo de expertos que conformaron la validación del diseño de reactivos de opción múltiple fueron docentes de matemáticas de educación secundaria y profesores de enseñanza universitaria en este caso colaboraron: el Ing. Jesús Mendoza. Msc. Profesor de la Escuela de Ing. Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander - Colombia y los Ing(s). Vinicio Burgos y David Recalde docentes de matemáticas del colegio Intisana de la ciudad de Quito.

Para la valoración correspondiente se facilitó a cada especialista una matriz compuesta de 14 directrices, de las cuales 12 directrices son referenciales de la práctica acumulada en el diseño o construcción de ítems de opción múltiple de (Haladyna y Downing, 1989; Haladyna, Downing y Rodríguez, 2002) de acuerdo a la Tabla 2, las otras directrices guardan relación con el desarrollo de habilidades afectivas, permitiendo a los alumnos adquirir cierto control motivacional y la retroalimentación (guía de solución) oportuna constituyéndose, sin duda un instrumento eficaz para alertar tanto al profesor como al estudiante sobre los logros y deficiencias que se van presentando durante el proceso de enseñanza- aprendizaje.

En el (ANEXO 4) se muestra las matrices cumplimentadas para la validación del diseño de reactivos de opción múltiple para cada una de las directrices planteadas en el diseño por parte del grupo de colaboradores, se muestra en la Figura 10 una matriz debidamente cumplimentada como ejemplo para una valoración de tres reactivos de opción múltiple (ROM).

Figura 10

Matriz de directrices cumplimentada

No. Item	Item	A. Contenido a evaluar	B. Expresión del contenido en el ítem	Opciones	C. Construcción de las opciones	D. Motivación	E. Retroalimentación							
1	<p>TRIGONOMETRÍA Y GEOMETRÍA Matemáticas Análisis y Enfoques MAE (Imp. Formando Ciudadanos 2019 - 2020)</p> <p>Para el desarrollo de un prisma de base cuadrada el alumno del grupo MAE dispone del siguiente plano. Desde la diagonal del plano se le quiere:</p>  <p>- La expresión que permita modelizar el volumen (V) del prisma es:</p>	<p>1 El ítem presenta un solo contenido temático.</p> <p>✓</p>	<p>2 Los contenidos deben ser parte de la cuadrícula de (MAE).</p>	<p>3 El tallo del ítem plantea la idea central, basando de cada opción un complemento.</p>	<p>4 La sintaxis o estructura gramatical y la semántica deben ser correctos.</p>	<p>5 La opción correcta de cada ítem debe ser solo una.</p>	<p>6 Cada opción debe ser un complemento de la pregunta y concordar sintácticamente.</p>	<p>7 Las opciones deben presentarse en vertical.</p>	<p>8 Ninguna opción debe destacar al resto ni en contenido ni en gramática.</p>	<p>9 El orden de las opciones debe estar estructurado.</p>	<p>10 La opción correcta tiene un logo de motivación.</p>	<p>11 Cada opción de la pregunta presenta una GUÍA DE SOLUCIÓN.</p>		
		<p>Contenido temático</p> <p>MAE. NM. 1</p> <p>MAE. NM. 2</p> <p>MAE. NM. 3 ✓</p> <p>MAE. MN. 4</p> <p>MAE. MN. 5</p>	<p>Ⓐ $V = \frac{x^2}{2} \sqrt{16 - x^2}$</p> <p>Ⓑ $V = \frac{x^2}{4} \sqrt{16 - x^2}$</p> <p>Ⓒ $V = \frac{x^2}{16} \sqrt{64 - x^2}$ ✓</p> <p>Ⓓ $V = \frac{x^2}{64} \sqrt{64 - x^2}$</p>	<p>5 La opción correcta de cada ítem debe ser solo una.</p> <p>✓</p>	<p>6 Cada opción debe ser un complemento de la pregunta y concordar sintácticamente.</p>	<p>7 Las opciones deben presentarse en vertical.</p>	<p>8 Ninguna opción debe destacar al resto ni en contenido ni en gramática.</p>	<p>9 El orden de las opciones debe estar estructurado.</p>	<p>10 La opción correcta tiene un logo de motivación.</p> <p>EXCELENTE</p>	<p>11 Cada opción de la pregunta presenta una GUÍA DE SOLUCIÓN.</p> <p>GUÍA DE SOLUCIÓN Matemáticas Análisis y Enfoques MAE (Imp. Formando Ciudadanos 2019 - 2020)</p> <p>El volumen V del prisma es $V = A_{\text{base}} \times h_{\text{prisma}}$ como el prisma es de base cuadrada su área es: $A_{\text{base}} = \frac{x}{4} \times \frac{x}{4}$, entonces $A_{\text{base}} = \frac{x^2}{16}$</p> <p>La altura del prisma en función de x se determina por Pitágoras $h^2 = h^2 + x^2$, despejando se tiene: $h = \sqrt{64 - x^2}$</p> <p>Reemplazando en la fórmula del volumen se tiene $V = \frac{x^2}{16} \times \sqrt{64 - x^2}$</p>				
		2	<p>FUNCIÓNES Matemáticas Análisis y Enfoques MAE (Imp. Formando Ciudadanos 2019 - 2020)</p> <p>Sea $f(t) = a \cos(t - c) + d$, $t \geq 0$. La figura que aparece a continuación muestra una parte de $y = f(t)$.</p>  <p>Para $t = 3$, hay un máximo cuyo valor es 23, en el punto M.</p> <p>Para $t = 9$, hay un mínimo cuyo valor es 15.</p> <p>Entonces la función que modela la situación es:</p>	<p>1 El ítem presenta un solo contenido temático.</p> <p>✓</p>	<p>2 Los contenidos deben ser parte de la cuadrícula de (MAE).</p>	<p>3 El tallo del ítem plantea la idea central, basando de cada opción un complemento.</p>	<p>4 La sintaxis o estructura gramatical y la semántica deben ser correctos.</p>	<p>5 La opción correcta de cada ítem debe ser solo una.</p> <p>✓</p>	<p>6 Cada opción debe ser un complemento de la pregunta y concordar sintácticamente.</p>	<p>7 Las opciones deben presentarse en vertical.</p>	<p>8 Ninguna opción debe destacar al resto ni en contenido ni en gramática.</p>	<p>9 El orden de las opciones debe estar estructurado.</p>	<p>10 La opción correcta tiene un logo de motivación.</p>	<p>11 Cada opción de la pregunta presenta una GUÍA DE SOLUCIÓN.</p>
				<p>Contenido temático</p> <p>MAE. NM. 1</p> <p>MAE. NM. 2 ✓</p> <p>MAE. NM. 3</p> <p>MAE. MN. 4</p> <p>MAE. MN. 5</p>	<p>Ⓐ $f(t) = 7 \cos\left(\frac{\pi}{6}(t - 3)\right) + 22$ ✓</p> <p>Ⓑ $f(t) = 7 \cos\left(\frac{\pi}{6}(t + 3)\right) + 22$</p> <p>Ⓒ $f(t) = -7 \cos\left(\frac{\pi}{6}(t - 3)\right) + 22$</p> <p>Ⓓ $f(t) = 7 \cos\left(\frac{\pi}{6}(t - 3)\right) + 20$</p>	<p>5 La opción correcta de cada ítem debe ser solo una.</p> <p>✓</p>	<p>6 Cada opción debe ser un complemento de la pregunta y concordar sintácticamente.</p>	<p>7 Las opciones deben presentarse en vertical.</p>	<p>8 Ninguna opción debe destacar al resto ni en contenido ni en gramática.</p>	<p>9 El orden de las opciones debe estar estructurado.</p>	<p>10 La opción correcta tiene un logo de motivación.</p> <p>EXCELENTE</p>	<p>11 Cada opción de la pregunta presenta una GUÍA DE SOLUCIÓN.</p> <p>La amplitud (a) es $a = \frac{y_{\text{mx}} - y_{\text{mn}}}{2}$, entonces $a = \frac{29 - 15}{2}$, $a = 7$</p> <p>El eje de simetría (d) es $d = \frac{y_{\text{mx}} + y_{\text{mn}}}{2}$, entonces $d = \frac{29 + 15}{2}$, $d = 22$</p> <p>La relación para el periodo es $bT = 2\pi$, el periodo $T = 12$ entonces $12b = 2\pi$ despejando $b = \frac{\pi}{6}$</p> <p>Como el punto máximo es cuando $x = 3$, entonces $c = 3$</p>		
				3	<p>ANÁLISIS MATEMÁTICO Matemáticas Análisis y Enfoques MAE (Imp. Formando Ciudadanos 2019 - 2020)</p> <p>Considere $f(x) = x^2 + \frac{p}{x}$, $x \neq 0$, donde p es una constante. Existe un mínimo de $f(x)$ en $x = -2$.</p> <p>-El valor de p que permite modelar el mínimo es:</p>	<p>1 El ítem presenta un solo contenido temático.</p> <p>✓</p>	<p>2 Los contenidos deben ser parte de la cuadrícula de (MAE).</p>	<p>3 El tallo del ítem plantea la idea central, basando de cada opción un complemento.</p>	<p>4 La sintaxis o estructura gramatical y la semántica deben ser correctos.</p>	<p>5 La opción correcta de cada ítem debe ser solo una.</p>	<p>6 Cada opción debe ser un complemento de la pregunta y concordar sintácticamente.</p>	<p>7 Las opciones deben presentarse en vertical.</p>	<p>8 Ninguna opción debe destacar al resto ni en contenido ni en gramática.</p>	<p>9 El orden de las opciones debe estar estructurado.</p>
<p>Contenido temático</p> <p>MAE. NM. 1</p> <p>MAE. NM. 2</p> <p>MAE. NM. 3 ✓</p> <p>MAE. MN. 4</p> <p>MAE. MN. 5 ✓</p>	<p>Ⓐ $p = -4$</p> <p>Ⓑ $p = -10$</p> <p>Ⓒ $p = -14$</p> <p>Ⓓ $p = -16$ ✓</p>					<p>5 La opción correcta de cada ítem debe ser solo una.</p> <p>✓</p>	<p>6 Cada opción debe ser un complemento de la pregunta y concordar sintácticamente.</p>	<p>7 Las opciones deben presentarse en vertical.</p>	<p>8 Ninguna opción debe destacar al resto ni en contenido ni en gramática.</p>	<p>9 El orden de las opciones debe estar estructurado.</p>	<p>10 La opción correcta tiene un logo de motivación.</p> <p>EXCELENTE</p>	<p>11 Cada opción de la pregunta presenta una GUÍA DE SOLUCIÓN.</p> <p>derivando se tiene $f'(x) = 2x - px^{-2}$ como la pendiente en el mínimo es igual a cero se tiene $0 = 2x - px^{-2}$ evaluando para $x = -2$ se tiene $0 = -4 - \frac{p}{4}$ despejando $p = -16$</p>		

Objetividad. La objetividad de los Reactivos (ítems) se determinó mediante el índice (r) de Kuder – Richardson conocido como KR-21, que es aplicada con facilidad, ya que sólo requiere conocer la media (m) y la desviación estándar (s). Es importante destacar que el índice calculado es un parámetro de cada examen y no del set de preguntas ni de una pregunta en particular, en la Tabla 11, se indica cada uno de los índices de Kuder para las diferentes tipos de pruebas a ser aplicadas previo a las evaluaciones finales (PF).

Tabla 11

Índice de objetividad (KR-21)

Prueba	Media (m)	Var	k	K _{R-21}
P1(SC)	15,45	9,21	20	0,65
P1(CC)	14,95	10,8	20	0,68
P2(SC)	14,60	9,62	20	0,62
P2(CC)	13,00	11,4	20	0,63
P3(SC)	14,63	7,61	20	0,51
P3(CC)	13,13	11,9	20	0,65
P5(SC)	17,25	6,46	20	0,67
P5(CC)	17,44	5,21	20	0,60

Analizando la columna K_{R-21} de la Tabla 11, correspondiente al índice de objetividad tenemos que $r > 0,5$ en cada una de las pruebas, que según Lafourcade (1971), nos indica que, para las pruebas construidas por un docente (no estandarizadas) se considera suficiente un coeficiente de 0,60 o superior, consecuentemente la prueba P3(SC) debe ser revisada.

Grado de discriminación de reactivos. El grado de discriminación que es un parámetro de un reactivo se determinó mediante el Índice de Pemberton (IP), en el (ANEXO 5) reposan estos resultados, en la Tabla 12, se indica el resumen (IP) de cada una de las pruebas piloto previo a la examinación final.

Tabla 12*Índice de discriminación de reactivos (IP)*

Calidad	P1SC	P1CC	P2SC	P2CC	P3SC	P3CC	P5SC	P5CC	Total	IP (%)
EXCELENTE	6	12	8	11	6	11	6	2	62	38,8
BUENA	7	2	6	3	4	5	6	8	41	25,6
REGULAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POBRE	7	5	6	5	10	4	8	10	55	34,4
PÉSIMA	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1,25
TOTAL	20	20	20	20	20	20	20	20	160	100

Haciendo referencia a los resultados de la columna (IP), un total de 103 reactivos equivalente al 64,4% tienen una calidad de excelente y buena, 55 reactivos equivalente al 34,4% tienen una calidad pobre, es decir deben tener una profunda revisión, mientras que 2 reactivos que corresponden a un 1,25% tiene una calidad pésima consecuentemente deben ser descartados definitivamente de la prueba piloto.

Grado de dificultad de los reactivos. El grado de dificultad de los ítems se determinó mediante la fórmula de Hors (ID_{fi}), partiendo del índice de facilidad (I_{fa}) en el (ANEXO 5), reposan estos resultados para cada uno de los reactivos que conformaron las diferentes pruebas, en la Tabla 13, se indica el resumen de los índices de dificultad para cada una de las pruebas piloto previo a la examinación final.

Tabla 13*Índice de dificultad de reactivos (IDfi)*

Prueba	Media	Mediana	Q1 (%)	Q2 (%)	Q3 (%)	Q4 (%)
P1(SC)	0,30	0,30	50,00	0,00	45,00	5,00
P1(CC)	0,34	0,33	45,00	30,00	0,00	25,00
P2(SC)	0,36	0,40	35,00	40,00	0,00	25,00
P2(CC)	0,47	0,47	30,00	40,00	20,00	10,00
P3(SC)	0,36	0,33	45,00	15,00	20,00	20,00
P3(CC)	0,46	0,40	60,00	0,00	25,00	15,00
P5(SC)	0,17	0,13	55,00	0,00	25,00	20,00
P5(CC)	0,14	0,13	0,00	75,00	0,00	25,00
PROM.	0,33	0,31	40,00	25,00	16,88	18,13

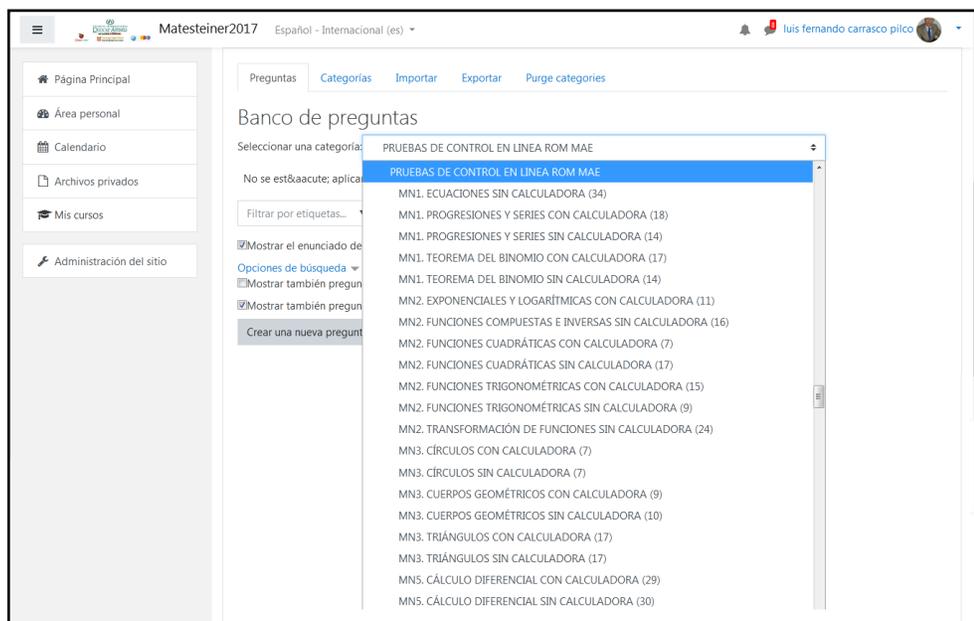
Analizando las columnas correspondientes a la media y a la mediana de la Tabla 13, se puede apreciar que sus valores coinciden o se encuentran muy próximos consecuentemente las pruebas presentaron un índice de dificultad adecuado para ese grupo de educandos. Por otro lado, analizando el promedio los cuartiles se tiene que apenas un 18% de los ítems presentan dificultad.

Quinta etapa prueba final

Previo a la realización de las pruebas finales de unidad se creó un banco de reactivos (ROM) en la plataforma Moodle debidamente clasificada por unidades y la utilización de una calculadora de pantalla gráfica (CPG) para poder establecer las pruebas finales (PF), para cada unidad del grupo MAE. El contenido del banco de reactivos se muestra en la Figura 11 que se aplicaron en la investigación.

Figura 11

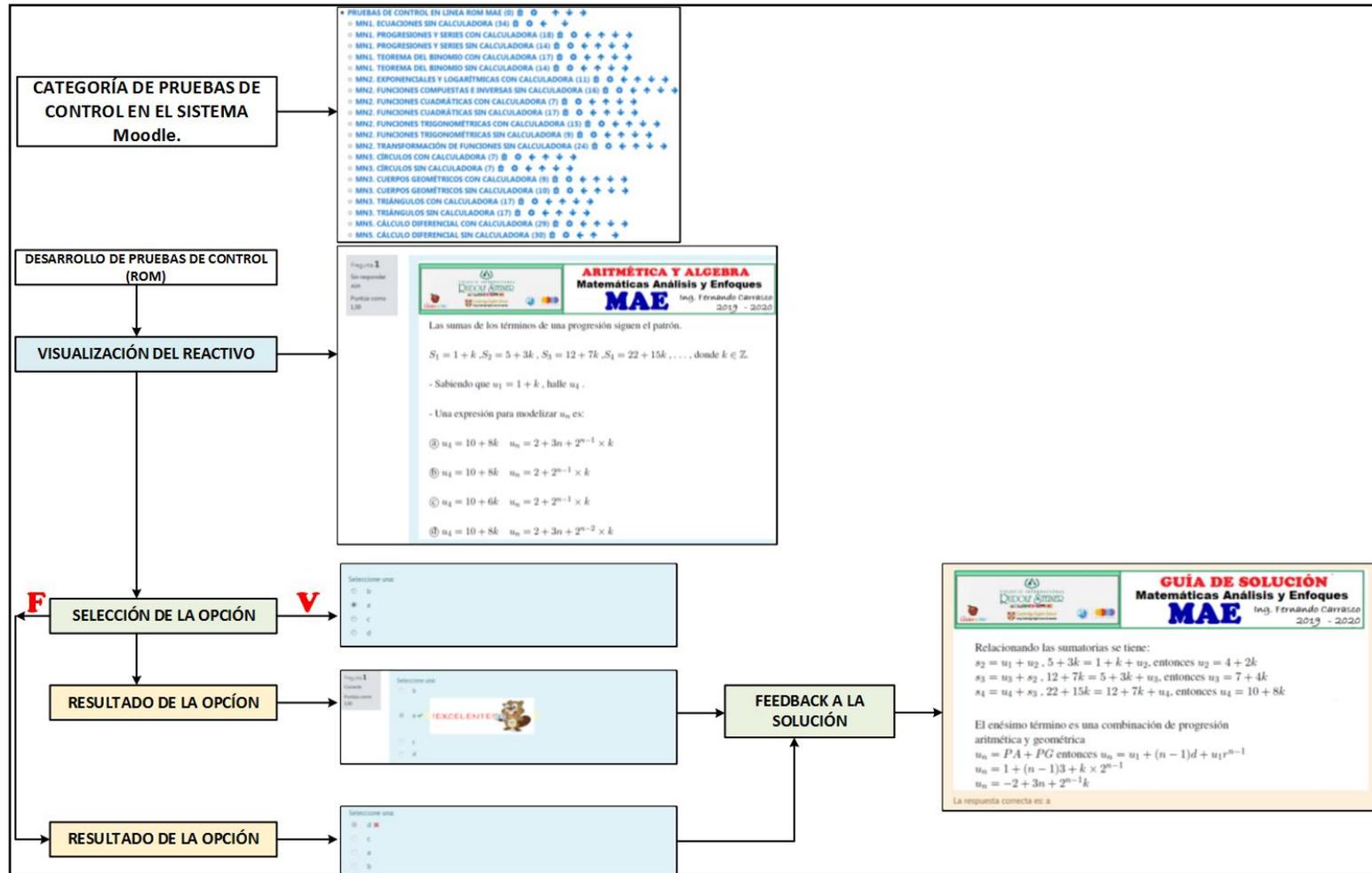
Banco de reactivos (ROM)



Se aplicó una prueba de control final tipo 1 y una prueba de control final tipo 2 en días diferentes en el laboratorio de la institución, con tiempos de 40 a 90 minutos dependiendo del número de reactivos, siguiendo el algoritmo de ejecución que se muestra en la Figura 12, a través de la plataforma Moodle. Los contenidos de las evaluaciones finales (PF) y los resultados alcanzados por los estudiantes se encuentran en el (ANEXO 2) y (ANEXO 3) respectivamente para su posterior análisis.

Figura 12

Algoritmo aplicación de reactivos (ROM)



Capítulo 4

Resultados de la Investigación

Análisis e interpretación de datos

Una vez finalizada la experimentación se procedió a la tabulación, al análisis, al procesamiento y a la interpretación de los resultados obtenidos por los instrumentos de medición.

Prueba diagnóstica

Las pruebas de diagnóstico fueron de carácter cuantitativo cuyo objetivo principal fue tener un punto de referencia de los conocimientos previos que tienen los estudiantes al inicio de cada unidad de estudio.

Prueba de diagnóstico MN.1. Se editó este instrumento con 16 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba de diagnóstico MN.1

En la Tabla 14, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de diagnóstico MN.1 para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo MAE "A" prueba de diagnóstico PG-MN.1 y el grupo MAE "B" prueba de diagnóstico PG-MN.1.

Tabla 14

Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.1

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
BA	17	0,00	0	0,00	GD	35	6,03	9	60,00
PN	8	5,04	8	50,00	NT	45	7,37	11	73,33
GM	13	6,30	10	62,50	RA	36	4,69	7	46,67
TJ	10	5,67	9	56,25	ZA	45	4,69	7	46,67
NE	11	5,67	9	56,25	MS	25	6,03	9	60,00
UA	15	5,67	9	56,25	SN	30	6,03	9	60,00
MM	15	5,67	9	56,25	SS	50	5,36	8	53,33
AA	14	6,30	10	62,50	PF	45	8,04	12	80,00
LD	12	4,41	7	43,75	NJ	39	5,36	8	53,33
RG	15	3,78	6	37,50	BF	59	5,36	8	53,33
GD	14	3,15	5	31,25	EH	30	2,68	4	26,67
UM	14	5,67	6	37,50	GC	48	6,03	9	60,00
AA	20	4,41	7	43,75	ED	52	5,36	8	53,33
PR	15	3,78	6	37,50	AC	50	5,36	8	53,33
ZG	15	5,67	6	37,50					
FL	20	5,67	6	37,50					
PROM	14,25	4,80	7	44,14	PROM	42,07	5,60	8	55,71

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 7 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 4,80/10, destinando un tiempo de 14 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 8 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,60/10, destinando un tiempo de 42 minutos aproximadamente.

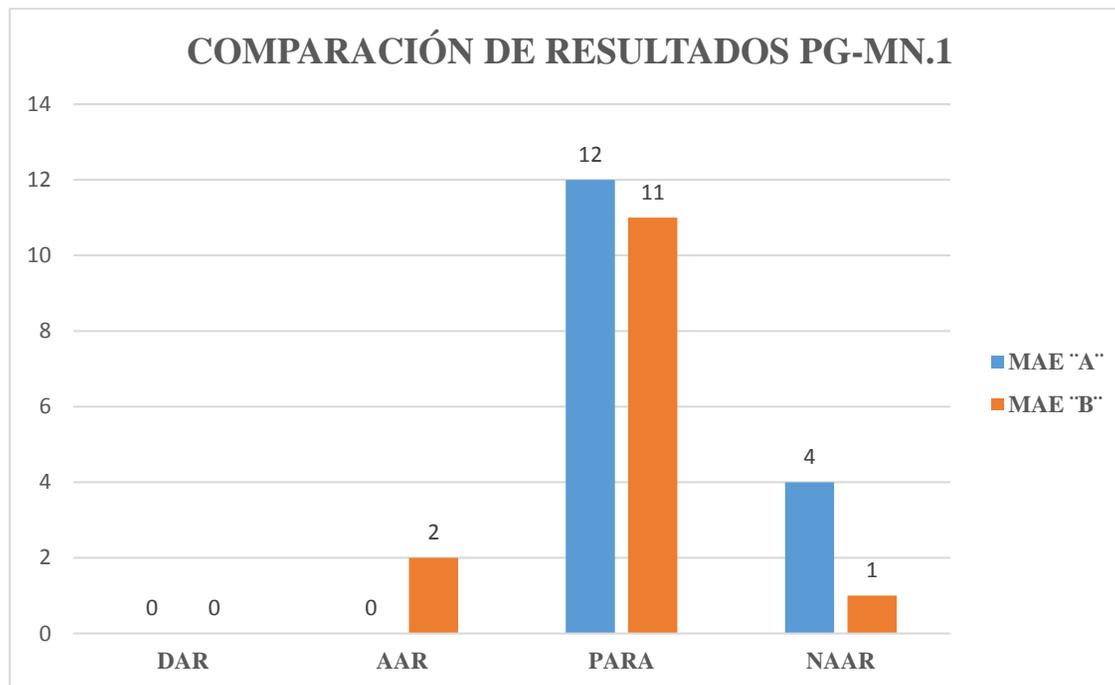
Tabla 15

Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.1

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	0	0	0	0
7 - 8,99	0	0	2	14
4,01 - 6,99	12	75	11	79
≤4	4	25	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 13

Comparación de resultados PG-NM.1



Al comparar los resultados obtenidos en la prueba de diagnóstico de la unidad de aritmética y álgebra PG-MN.1, que se muestran en la Tabla 15 y la Figura 13, de los grupos de

experimentación (MAE "A") y el grupo de control (MAE "B") se evidencia que en ningún caso existen estudiantes que alcanzan un dominio en los aprendizajes requeridos (DAR), apenas un 14% del grupo (MAE "B") alcanza los aprendizajes requeridos (AAR), es decir el 100% de los estudiantes del grupo (MAE "A") de acuerdo a escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5 están próximos o no alcanzan los aprendizajes requeridos, mientras que el 86% de estudiantes del grupo (MAE "B") se encuentran próximos o no alcanzan los aprendizajes requeridos.

Para confirmar la variabilidad de los grupos participantes en la investigación con relación a las muestras si son iguales o ligeramente diferentes, se realizó la prueba estadística t-Student para muestras independientes misma que permite verificar la homogeneidad entre el grupo de experimentación (MAE "A") y el grupo de control (MAE "B") con relación a las notas alcanzadas por los alumnos en la prueba de diagnóstico PG-MN.1 que se muestran en la Tabla 16 y el análisis de comparación con relación a los tiempos que destinaron los alumnos durante el desarrollo de la evaluación en línea que se muestran en la Tabla 17.

Tabla 16

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.1 notas

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Nota	Se asume varianzas iguales	0,773	0,387	-1,506	28	0,143	-0,79554	0,52807	-1,8772	0,28617	
	No se asume varianzas iguales			-1,531	27,710	0,137	-0,79554	0,51949	-1,8601	0,26909	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Tabla 17

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.1 tiempos

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Tiempo	Se asume varianzas iguales	5,124	0,32	9,557	28	0,000	8,65071	0,90517	6,79655	10,50488	
	No se asume varianzas iguales			10,052	20,062	0,001	8,65071	0,86063	6,85582	10,44561	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Planteando como hipótesis nula (H_0), las variables de ambos grupos no son diferentes (son iguales) y como hipótesis alternativa (H_1), las variables de ambos grupos son diferentes, mediante el análisis entre el p(valor) correspondiente a la columna Sig.(bilateral), para un nivel de significancia ($\alpha= 0,05$) se puede inferir que: las muestras son homogéneas de acuerdo a las notas alcanzadas por los alumnos, no así para los tiempos destinados por los estudiantes.

Prueba de diagnóstico MN.2. Se editó este instrumento con 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se lista de reactivos que conforman la prueba de diagnóstico MN.2 correspondiente a la unidad de funciones.

En la Tabla 18, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de diagnóstico MN.2 para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba de diagnóstico PG-MN.2 y para el grupo (MAE "B") prueba de diagnóstico PG-MN.2.

Tabla 18

Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.2

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
PR	59	6,70	10	66,67	GD	52	5,36	8	53,33
MM	37	6,70	10	66,67	NT	43	5,36	8	53,33
BA	54	7,37	11	73,33	RA	35	5,36	8	53,33
TJ	15	6,03	9	60,00	ZA	32	6,03	9	60,00
UM	50	6,03	9	60,00	MS	58	6,70	10	66,67
AA	45	4,69	7	46,67	SN	54	6,03	9	60,00
LD	50	4,69	7	46,67	SS	53	6,70	10	66,67
RG	53	4,69	7	46,67	PF	51	6,03	9	60,00
PN	52	6,03	9	60,00	NJ	10	3,35	5	33,33
AA	55	6,70	10	66,67	BF	55	7,37	11	73,33
UA	55	6,70	10	66,67	EH	50	4,69	7	46,67
NE	49	5,36	8	53,33	GC	50	4,69	7	46,67
GD	50	6,03	9	60,00	ED	53	7,37	11	73,33
GM	38	5,36	8	53,33	AC	50	7,37	11	73,33
LF	56	4,69	7	46,67					
ZG	57	5,36	8	53,33					
PROM	48,44	5,82	9	57,92	PROM	46,14	5,89	9	58,57

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 9 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,82/10, destinando un tiempo de 48 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 9 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,89/10, destinando un tiempo de 46 minutos aproximadamente.

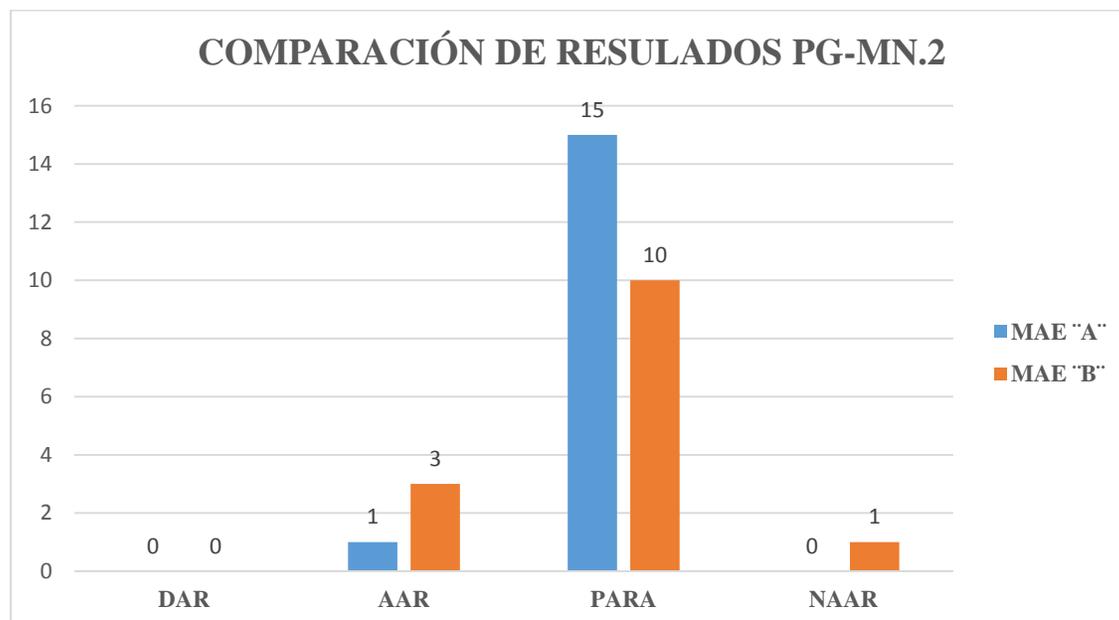
Tabla 19

Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.2

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10,0	0	0	0	0
7 - 8,99	1	6	3	21
4,01 - 6,99	15	94	10	71
≤4	0	0	1	8
Total	16	100	14	100

Figura 14

Comparación de resultados PG-NM.2



En la Tabla 19 y la Figura 14 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de diagnóstico de la unidad de funciones PG-MN.2 de los grupos de experimentación (MAE "A") y el grupo de control (MAE "B") se evidencia que en ningún caso existen estudiantes que alcanzan

un dominio en los aprendizajes requeridos (DAR), apenas un 6% del grupo (MAE "A") y el 21% del grupo (MAE "B") alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), es decir el 94% de los estudiantes del grupo (MAE "A") de acuerdo a escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5, están próximos o no alcanzan los aprendizajes requeridos, mientras que el 79% de estudiantes del grupo (MAE "B") se encuentran próximos o no alcanzan los aprendizajes requeridos.

Para confirmar la variabilidad de los grupos participantes en la investigación con relación a las muestras si son iguales o ligeramente diferentes, se realizó la prueba estadística t-Student para muestras independientes misma que permite verificar la homogeneidad entre el grupo de experimentación (MAE "A") y el grupo de control (MAE "B") con relación a las notas alcanzadas por los alumnos en la prueba de diagnóstico PG-MN.2 que se muestran en la Tabla 20 y el análisis de comparación con relación a los tiempos que destinaron los alumnos durante el desarrollo de la evaluación en línea que se muestran en la Tabla 21.

Tabla 20

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.2 notas

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Nota	Se asume varianzas Iguales	0,882	0,356	-0,175	28	0,862	-0,06580	0,37586	-0,83572	0,70411	
	No se asume varianzas Iguales			-0,172	23,704	0,865	-0,06580	0,38356	-0,85796	0,72635	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Tabla 21

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.2 tiempos

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Tiempo	Se asume varianzas iguales	0,403	0,531	0,532	28	0,599	2,29464	4,31222	-6,53855	11,12783	
	No se asume varianzas iguales			0,526	25,740	0,603	2,29464	4,36011	-6,67210	11,26138	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Planteando como hipótesis nula (H_0), las variables de ambos grupos no son diferentes (son iguales) y como hipótesis alternativa (H_1), las variables de ambos grupos son diferentes, mediante el análisis entre el p(valor) correspondiente a la columna Sig.(bilateral), para un nivel de significancia ($\alpha= 0,05$) se puede inferir que: las muestras son homogéneas tanto por las notas alcanzadas por los alumnos y los tiempos destinados en la ejecución de la prueba de diagnóstico PG-NM.2.

Prueba de diagnóstico MN.3. Se editó este instrumento con 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba de diagnóstico MN.3

En la Tabla 22, se indican los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de diagnóstico MN.3 para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el

grupo (MAE "A") prueba de diagnóstico PG-MN.3 y para el grupo (MAE "B") prueba de diagnóstico PG-MN.3.

Tabla 22

Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.3

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
AA	56	7,37	11	73,33	GD	45	6,03	9	60,00
PR	57	4,02	6	40,00	ZA	50	4,02	6	40,00
GM	68	5,36	8	53,33	BF	48	4,02	6	40,00
ZG	60	6,03	9	60,00	SS	59	3,35	5	33,33
TJ	57	6,70	10	66,67	GC	56	5,36	8	53,33
GD	50	6,70	10	66,67	AC	52	3,35	5	33,33
UM	52	5,36	8	53,33	MS	50	5,36	8	53,33
UA	55	6,70	10	66,67	SN	45	5,36	8	53,33
AA	61	4,02	6	40,00	TN	53	5,36	8	53,33
MM	49	6,03	9	60,00	PF	50	8,04	12	80,00
PN	33	4,69	7	46,67	NJ	51	5,36	8	53,33
NE	47	6,03	9	60,00	HE	40	3,35	5	33,33
LD	41	4,02	6	40,00	ED	58	6,03	9	60,00
RG	24	4,69	7	46,67	RA	51	4,69	7	46,67
BA	7	4,02	6	40,00					
FL	4	4,02	6	40,00					
PROM	45,06	5,36	8	53,33	PROM	50,57	4,98	7	49,52

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 8 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,36/10, destinando un tiempo de 45 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo

como un promedio de 7 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 4,98/10, destinando un tiempo de 51 minutos aproximadamente.

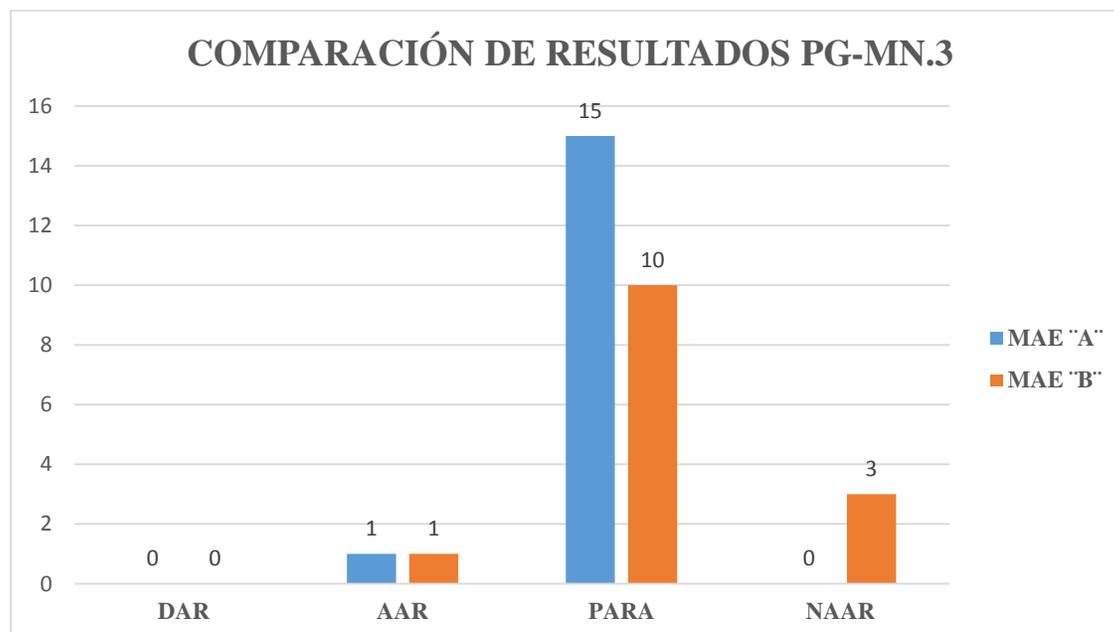
Tabla 23

Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.3

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	0	0	0	0
7 - 8,99	1	6	1	7
4,01 - 6,99	15	94	10	72
≤4	0	0	3	21
Total	16	100	14	100

Figura 15

Comparación de resultados PG-NM.3



En la Tabla 23 y la Figura 15 se muestran resultados obtenidos en la prueba de diagnóstico de la unidad de trigonometría y geometría PG-MN.3 de los grupos de experimentación (MAE "A") y el grupo de control (MAE "B") se evidencia que en ningún caso existen estudiantes que alcanzan un dominio en los aprendizajes requeridos (DAR), apenas un 6% del grupo (MAE "A") y el 7% del grupo (MAE "B") alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), es decir el 94% de los estudiantes del grupo (MAE "A") de acuerdo a escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5, están próximos o no alcanzan los aprendizajes requeridos, mientras que el 93% de estudiantes del grupo (MAE "B") se encuentran próximos o no alcanzan los aprendizajes requeridos.

Para confirmar la variabilidad de los grupos participantes en la investigación con relación a las muestras si son iguales o ligeramente diferentes, se realizó la prueba estadística t-Student para muestras independientes misma que permite verificar la homogeneidad entre el grupo de experimentación (MAE "A") y el grupo de control (MAE "B") con relación a las notas alcanzadas por los alumnos en la prueba de diagnóstico PG-MN.3 que se muestran en la Tabla 24 y el análisis de comparación con relación a los tiempos que destinaron los alumnos durante el desarrollo de la evaluación en línea que se muestran en la Tabla 25.

Tabla 24

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.3 notas

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Nota	Se asume varianzas iguales	0,001	0,978	0,846	28	0,405	0,38286	0,45266	-0,54437	1,31009	
	No se asume varianzas iguales			0,840	26,420	0,409	0,38286	0,45602	-0,55378	1,31949	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Tabla 25

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.3 tiempos

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Tiempo	Se asume varianzas iguales	11,615	0,002	-1,056	28	0,300	-5,50893	5,21433	16,19000	5,17214	
	No se asume varianzas iguales			-1,121	17,522	0,277	-5,50893	4,91361	15,85227	4,83442	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Planteando como hipótesis nula (H_0), las variables de ambos grupos no son diferentes (son iguales) y como hipótesis alternativa (H_1), las variables de ambos grupos son diferentes, mediante el análisis entre el p(valor) correspondiente a la columna Sig.(bilateral), para un nivel de significancia ($\alpha= 0,05$) se puede inferir que: las muestras son homogéneas tanto por las notas alcanzadas por los alumnos y los tiempos destinados en la ejecución de la prueba de diagnóstico PG-NM.3.

Prueba de diagnóstico MN.5. Se editó este instrumento con 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba de diagnóstico MN.5 correspondiente a la unidad de cálculo diferencial.

En la Tabla 26, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de diagnóstico MN.5 para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba de diagnóstico PG-MN.5 y para el grupo (MAE "B") prueba de diagnóstico PG-MN.5.

Tabla 26

Análisis de los reactivos de la prueba de diagnóstico MN.5

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
PR	50	5,36	8	53,33	GC	37	5,36	8	53,33
AA	55	4,02	6	40,00	MS	90	4,69	7	46,67
AA	57	6,70	10	66,67	GD	55	5,36	8	53,33
PN	52	5,36	8	53,33	SS	50	5,36	8	53,33
UM	57	5,36	8	53,33	NJ	58	6,03	9	60,00
NE	50	6,70	10	66,67	HE	50	3,35	5	33,33
FL	51	3,35	5	33,33	RA	40	4,69	7	46,67
ZG	50	5,36	8	53,33	BF	40	6,03	9	60,00
GD	53	6,70	10	66,67	SN	65	4,69	7	46,67
LD	52	3,35	5	33,33	PF	82	6,7	10	66,67
GM	45	5,36	8	53,33	AC	74	4,02	6	40,00
RG	50	3,35	5	33,33	ZA	75	4,02	6	40,00
MM	48	5,36	8	53,33	ED	68	6,03	9	60,00
TJ	50	3,35	5	33,33	DN	85	5,36	8	53,33
UA	52	4,69	7	46,67					
BA	58	4,69	7	46,67					
PROM	51,88	4,94	7	49,17	PROM	62,07	5,12	8	50,95

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 7 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 4,94/10, destinando un tiempo de 52 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 8 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,12/10, destinando un tiempo de 62 minutos aproximadamente.

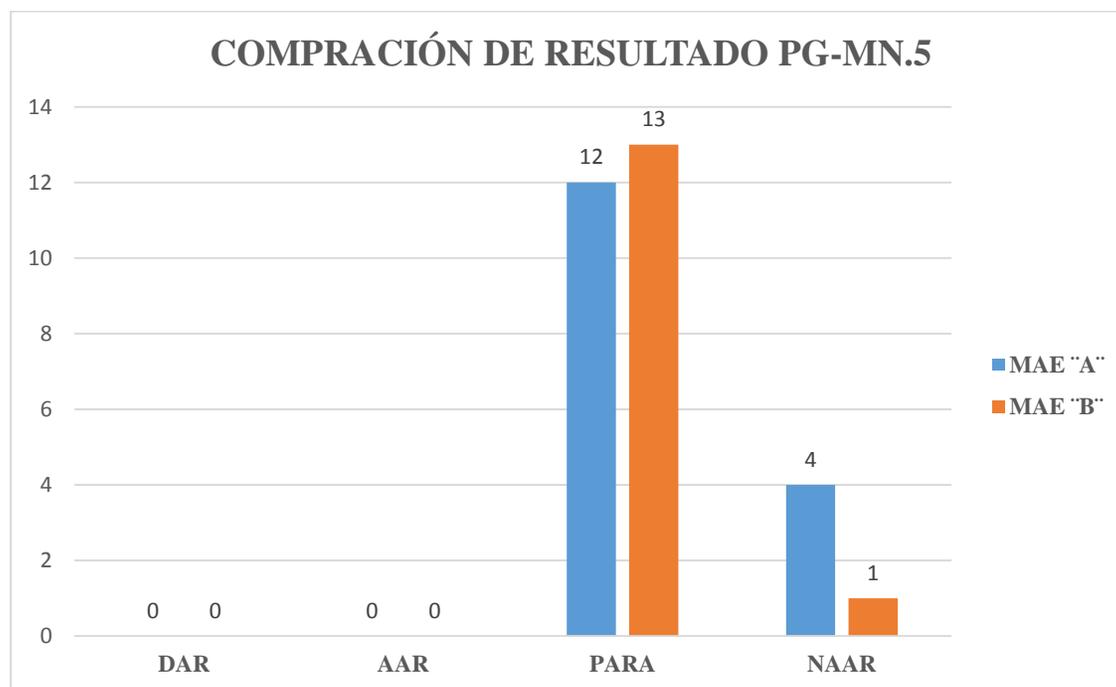
Tabla 27

Cuadro comparativo resultados de pruebas de diagnóstico MN.5

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	0	0	0	0
7 - 8,99	0	0	0	0
4,01 - 6,99	12	75	13	93
≤4	4	25	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 16

Comparación de Resultados PG-NM.5



En la Tabla 27 y la Figura 16 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de diagnóstico de la unidad de cálculo diferencial PG-MN.5 de los grupos de experimentación (MAE

“A”) y el grupo de control (MAE “B”) se evidencia que en ningún caso existen estudiantes que alcanzan un dominio en los aprendizajes requeridos (DAR), y ningún estudiante alcanza los aprendizajes requeridos (AAR); es decir el 100% de los estudiantes de los grupos que participaron en la investigación se encuentran próximos o no alcanzan los aprendizajes requeridos.

Para confirmar la variabilidad de los grupos participantes en la investigación con relación a las muestras si son iguales o ligeramente diferentes, se realizó la prueba estadística t-Student para muestras independientes misma que permite verificar la homogeneidad entre el grupo de experimentación (MAE “A”) y el grupo de control (MAE “B”) con relación a las notas alcanzadas por los alumnos en la prueba de diagnóstico PG-MN.5 que se muestran en la Tabla 28 y el análisis de comparación con relación a los tiempos que destinaron los alumnos durante el desarrollo de la evaluación en línea que se muestran en la Tabla 29.

Tabla 28

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.5 notas

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la Diferencia		
										Inferior	Superior
Nota	Se asume varianzas iguales	1,061	0,312	-0,453	28	0,654	-0,17946	0,39581	-0,99025	0,63132	
	No se asume varianzas iguales			-0,461	27,678	0,648	-0,17946	0,38923	-0,97719	0,61826	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Tabla 29

Prueba t-Student de muestras independientes diagnóstico MN.5 tiempos

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de Intervalo de confianza de la diferencia		
										Inferior	Superior
Tiempo	Se asume varianzas iguales	32,682	0,000	-2,275	28	0,031	-10,19643	4,48410	-19,3761	-1,01669	
	No se asume varianzas iguales			-2,134	13,893	0,051	-10,19643	4,77790	-20,4514	0,05854	

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Planteando como hipótesis nula (H_0), las variables de ambos grupos no son diferentes (son iguales) y como hipótesis alternativa (H_1), las variables de ambos grupos son diferentes, mediante el análisis entre el p(valor) correspondiente a la columna Sig.(bilateral), para un nivel de significancia ($\alpha= 0,05$) se puede inferir que: las muestras son homogéneas de acuerdo a las notas alcanzadas por los alumnos, no así para los tiempos destinados por los estudiantes.

Pruebas procesuales

Las pruebas procesuales o formativas fueron de carácter cuantitativo cuyo objetivo principal fue hacer el seguimiento correspondiente al refuerzo académico y al desarrollo de la modelación matemática.

Prueba procesual MN.1-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.1 de aritmética y algebra se editó 30 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.1-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 30, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.1-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba procesual PP-MN.1-SC y para el grupo (MAE "B") prueba procesual PP-MN.1-SC.

Tabla 30

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.1-SC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
TJ	53	7,26	22	73,33	SS	43	8,00	24	80,00
UA	77	9,57	29	96,67	MS	54	8,33	25	83,33
GD	75	8,58	26	86,67	GD	59	8,60	26	86,67
GM	67	7,92	24	80,00	GC	56	8,67	26	86,67
AA	88	9,57	29	96,67	NJ	50	9,33	28	93,33
NE	73	8,58	26	86,67	ZA	52	7,17	22	73,33
BM	70	9,24	28	93,33	RA	59	7,33	22	73,33
FL	60	8,91	27	90,00	BF	47	7,60	23	76,67
UM	89	8,91	27	90,00	SN	52	8,17	25	83,33
LD	55	7,92	24	80,00	PF	41	9,00	27	90,00
PR	80	9,24	28	93,33	ED	78	8,67	26	86,67
PN	57	7,26	22	73,33	EH	53	7,00	21	70,00
AA	68	7,26	22	73,33	AC	85	8,83	27	90,00
MM	74	8,91	27	90,00	DN	88	6,33	19	63,33
RG	84	7,26	22	73,33					
ZG	68	7,26	22	73,33					
PROM	71,13	8,35	25	84,38	PROM	58,36	8,07	24	81,19

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 25 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 8,35/10, destinando un

tiempo de 71 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 24 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 8,07/10, destinando un tiempo de 58 minutos aproximadamente.

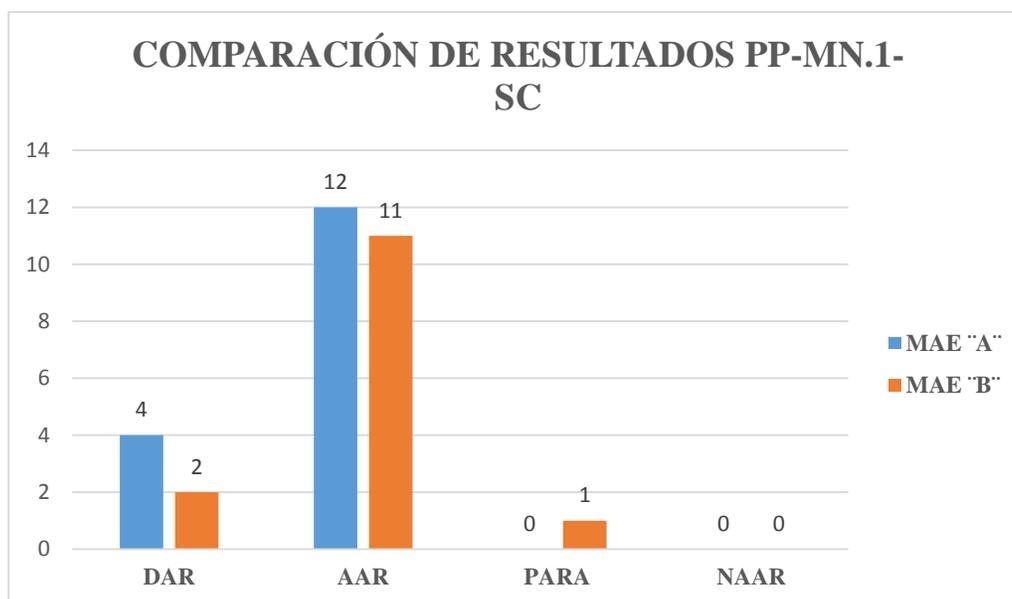
Tabla 31

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.1-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	4	25	2	14
7 - 8,99	12	75	11	79
4,01 - 6,99	0	0	1	7
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 17

Comparación de resultados PP-NM.1-SC



En la Tabla 31 y la Figura 17 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de aritmética y algebra PP-MN.1-SC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA se evidencia que el 25% de estudiantes del

grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 75% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR) y no existen alumnos que se encuentren próximos o no alcancen los aprendizajes requeridos.

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 14% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 79% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR) y el 7% de los estudiantes se encuentren próximos o no alcancen los aprendizajes requeridos, acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba procesual MN.1-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.1 de aritmética y álgebra se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.1-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 32, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.1-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba procesual PP-MN.1-CC y para el grupo (MAE "B") prueba procesual PP-MN.1-CC.

Tabla 32

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.1-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
PN	58	7,37	11	73,33	SS	41	5,36	8	53,33
NE	53	10,00	15	100	GD	16	6,70	10	66,67
AA	45	8,71	13	86,67	SN	29	6,03	9	60,00
LD	50	5,36	8	53,33	NJ	30	7,37	11	73,33
PR	55	8,04	12	80,00	BF	14	8,04	12	80,00
FL	56	6,70	10	66,67	GC	30	6,70	10	66,67
UM	53	8,71	13	86,67	NT	45	5,36	8	53,33
UA	50	9,38	14	93,33	EH	15	6,70	10	66,67
ZA	48	6,70	10	66,67	AC	43	5,36	8	53,33
MM	52	10,00	15	100	RA	49	7,37	11	73,33
AA	45	5,36	8	53,33	ED	28	4,02	6	40,00
GD	52	7,37	11	73,33	PF	45	6,70	10	66,67
GM	50	7,37	11	73,33	ZA	40	5,36	8	53,33
BA	53	9,38	14	93,33	MS	45	6,03	9	60,00
TJ	45	6,03	9	60,00					
RG	40	5,36	8	53,33					
PROM	50,31	7,62	11	75,83	PROM	33,57	6,22	9	61,90

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,62/10, destinando un tiempo de 50 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 9 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,22/10, destinando un tiempo de 34 minutos aproximadamente.

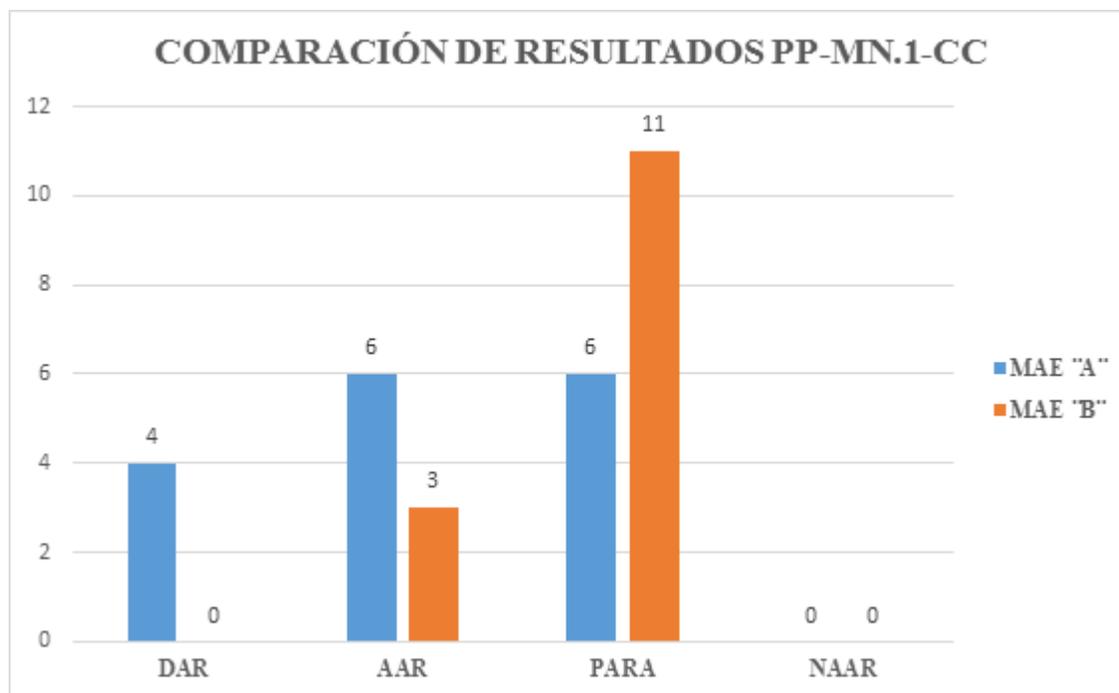
Tabla 33

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.1-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	4	24	0	0
7 - 8,99	6	38	3	21
4,01 - 6,99	6	38	11	79
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 18

Comparación de resultados PP-NM.1-CC



En la Tabla 33 y la Figura 18 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de aritmética y algebra PP-MN.1-CC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA se evidencia que el 24% de estudiantes del

grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 38% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 38% de estudiantes están próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y no existen estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 21% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 79% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba procesual MN.2-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.2 de funciones se editó 30 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.2-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 34, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.2-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba procesual PP-MN.2-SC y para el grupo (MAE "B") prueba procesual PP-MN.2-SC.

Tabla 34

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.2-SC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
GM	81	8,25	25	83,33	MS	78	6,93	21	70,00
AA	60	8,58	26	86,67	GD	80	7,26	22	73,33
BA	75	7,92	24	80,00	ZA	85	5,94	18	60,00
PN	75	6,27	19	63,33	AC	85	7,26	22	73,33
NE	75	9,57	29	96,67	TN	78	7,26	22	73,33
MM	85	5,28	16	53,33	EH	60	5,94	18	60,00
PR	78	8,91	27	90,00	GC	89	7,92	24	80,00
UA	75	8,58	26	86,67	RA	82	6,93	21	70,00
UM	60	6,27	19	63,33	SS	85	5,94	18	60,00
ZG	85	7,26	22	73,33	NJ	80	6,60	20	66,67
TJ	86	6,60	20	66,67	ED	86	8,25	25	83,33
LD	75	7,26	22	73,33	SN	84	7,26	22	73,33
FL	78	7,59	23	76,67	BF	82	6,93	21	70,00
AA	83	6,93	20	66,67	PF	80	8,91	27	90,00
GD	85	7,26	22	73,33					
RG	79	5,61	17	56,67					
PROM	77,19	7,38	22	74,38	PROM	81,00	7,10	21	71,67

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 22 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,38/10, destinando un tiempo de 77 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 21 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,10/10, destinando un tiempo de 80 minutos aproximadamente.

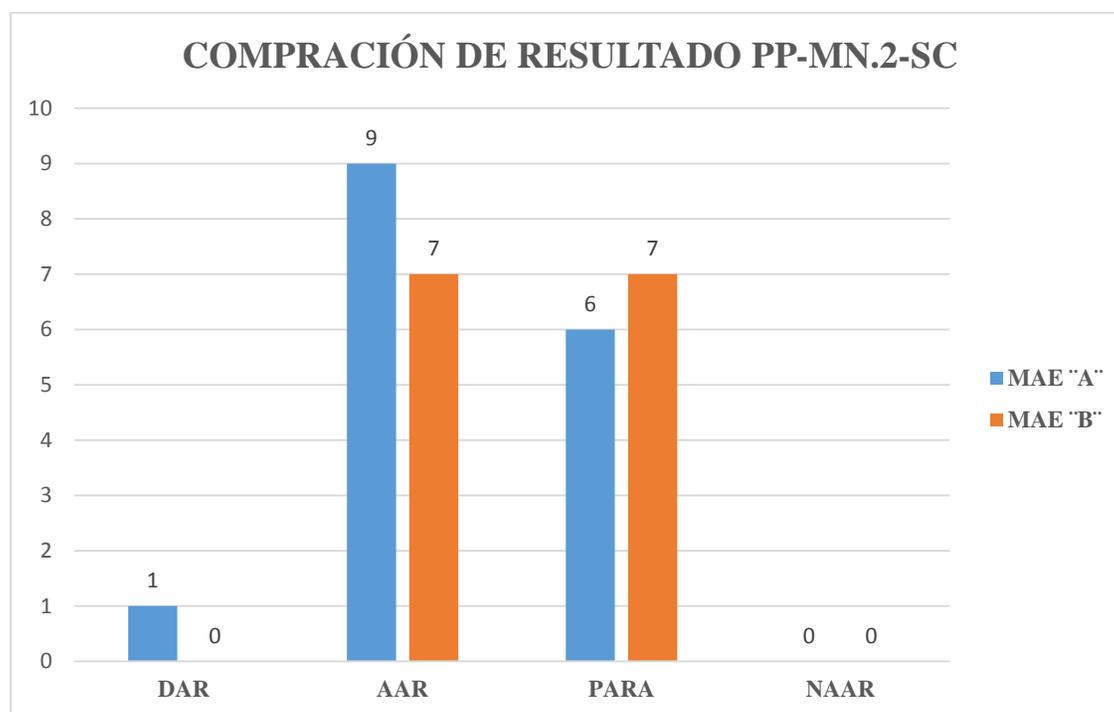
Tabla 35

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.2-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	1	6	0	0
7 - 8,99	9	56	7	50
4,01 - 6,99	6	38	7	50
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 19

Comparación de resultados PP-NM.2-SC



En la Tabla 35 y la Figura 19 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de funciones PP-MN.2-SC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA se evidencia que el 6% de estudiantes del grupo

(MAE ``A``) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 56% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 38% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y no existen estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE ``B``) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 50% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 50% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba procesual NM.2-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.2 de funciones se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.2-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 36, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.2-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE ``A``) prueba procesual PP-MN.2-CC y para el grupo (MAE ``B``) prueba procesual PP-MN.2-CC.

Tabla 36

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.2-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo requerido	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
AA	59	9,38	14	93,33	SS	48	6,03	9	60,00
GM	37	8,04	12	80,00	MS	50	6,70	10	66,67
PR	54	8,71	13	86,67	TN	55	6,03	9	60,00
ZA	15	5,36	8	53,33	ED	52	7,37	11	73,33
NE	50	8,04	12	80,00	PF	58	10,00	15	100,0
RG	45	5,36	8	53,33	ZA	50	6,70	10	66,67
LD	50	4,69	7	46,67	EH	35	4,02	6	40,00
GD	53	4,69	7	46,67	AC	48	4,69	7	46,67
MM	52	8,04	12	80,00	SN	56	6,70	10	66,67
FL	55	6,03	9	60,00	NJ	45	4,69	7	46,67
UM	55	8,71	13	86,67	GD	52	8,71	13	86,67
PN	49	6,03	9	60,00	GC	50	6,70	10	66,67
BA	50	5,36	8	53,33	BF	56	7,37	11	73,33
UA	38	8,04	12	80,00	RA	54	6,70	10	66,67
TJ	56	4,69	7	46,67					
AA	57	4,69	7	46,67					
PROM	48,44	6,62	10	65,83	PROM	50,64	6,60	10	65,71

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 10 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,62/10, destinando un tiempo de 48 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 10 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,60/10, destinando un tiempo de 51 minutos aproximadamente.

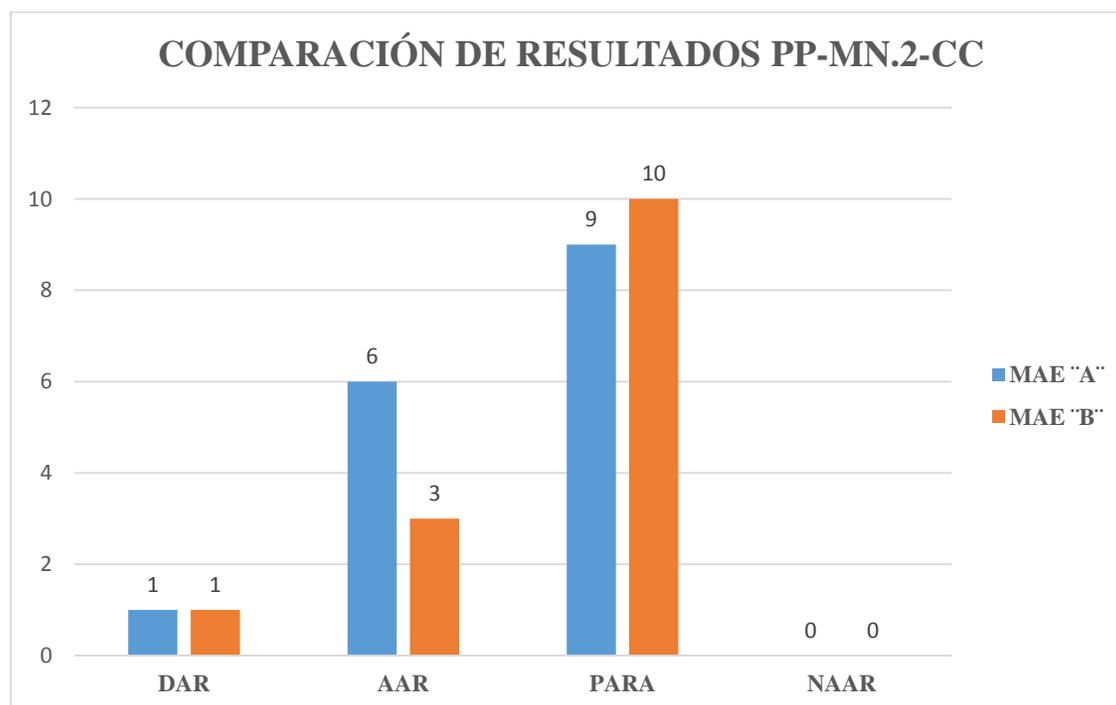
Tabla 37

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.2-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	1	6	1	7
7 - 8,99	6	38	3	21
4,01 - 6,99	9	56	10	72
≤4	0	0	0	0
TOTAL	16	100	14	100

Figura 20

Comparación de resultados PP-NM.2-CC



En la Tabla 37 y la Figura 20 se muestran resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de funciones PP-MN.2-CC de los grupos de experimentación (MAE

“A”) asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE “B”), se evidencia que el 6% de estudiantes del grupo (MAE “A”) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 38% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 56% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y no existen estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 7% de estudiantes del grupo (MAE “B”) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 21% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 72% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba procesual NM.3-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.3 de trigonometría y geometría se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.3-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 38, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.3-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE “A”) prueba procesual PP-MN.3-SC y para el grupo (MAE “B”) prueba procesual PP-MN.3-SC.

Tabla 38

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.3-SC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
PR	56	10,00	15	100	SS	60	6,03	9	60,00
ZG	57	4,02	6	40,00	ED	58	4,69	7	46,67
GD	58	7,37	11	73,33	GD	56	8,71	13	86,67
UA	60	9,38	14	93,33	ZA	37	2,01	3	20,00
MM	57	7,37	11	73,33	NJ	49	8,71	13	86,67
NE	50	10,00	15	100	BF	21	3,35	5	33,33
RG	52	5,36	8	53,33	SN	43	7,37	11	73,33
FL	55	8,04	12	80,00	DN	57	8,04	12	80,00
BA	58	6,70	10	66,67	PF	50	8,71	13	86,67
LD	49	8,04	12	80,00	GC	41	3,35	5	33,33
PN	33	6,03	9	60,00	RA	36	4,69	7	46,67
AA	47	10,00	15	100	AC	59	4,69	7	46,67
UM	41	8,04	12	80,00	MS	55	8,04	12	80,00
AA	24	8,04	12	80,00	HE	0	0,00	0	0,00
GM	7	1,34	2	13,33					
TJ	4	0,00	0	0,00					
PROM	44,25	6,86	10	68,33	PROM	44,43	5,60	8	55,71

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 10 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,86/10, destinando un tiempo de 44 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 8 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,60/10, destinando un tiempo de 44 minutos aproximadamente.

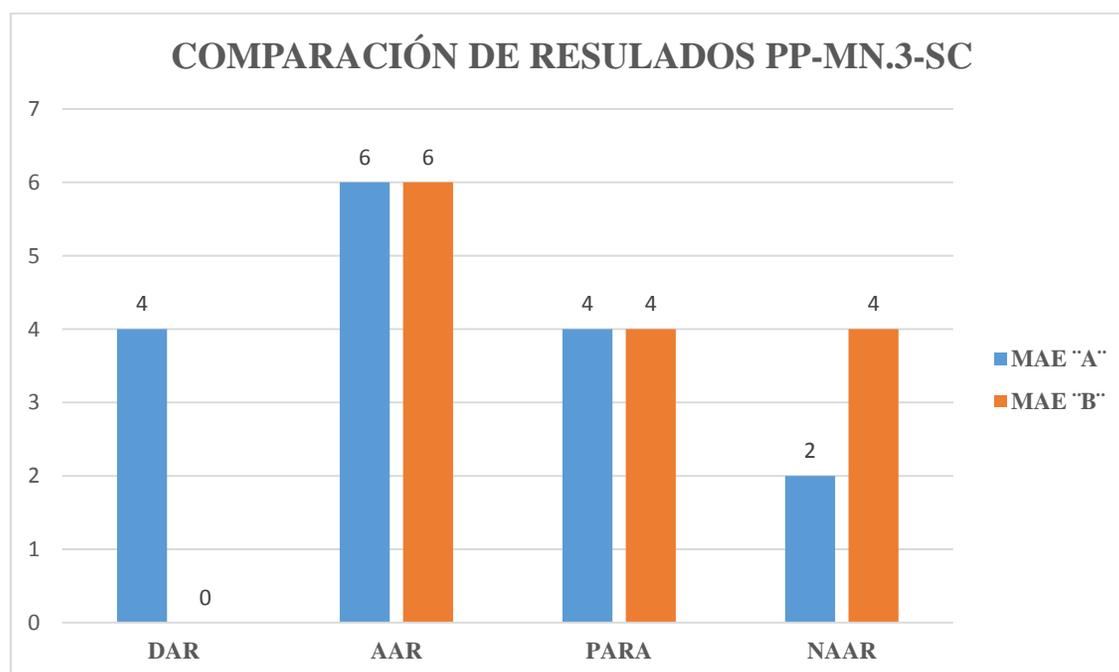
Tabla 39

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.3-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	4	25	0	0
7 - 8,99	6	38	6	42
4,01 - 6,99	4	25	4	29
≤4	2	12	4	29
Total	16	100	14	100

Figura 21

Comparación de resultados PP-NM.3-SC



En la Tabla 39 y la Figura 21 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de trigonometría y geometría PP-MN.3-SC de los grupos de

experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 25% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 38% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 25% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 12% de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 42% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 29% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 29% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba procesual NM.3-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.3 de trigonometría y geometría se editó 30 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.3-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 40, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.3-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba procesual PP-MN.3-CC y para el grupo (MAE "B") prueba procesual PP-MN.3-CC.

Tabla 40

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.3-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
TJ	90	2,64	8	26,67	GD	84	7,92	24	80,00
FL	76	3,30	10	33,33	FB	31	4,95	15	50,00
NE	89	7,59	23	76,67	SS	73	4,95	15	50,00
UA	90	8,25	25	83,33	RA	72	4,29	13	43,33
AA	90	8,25	25	83,33	MS	90	4,95	15	50,00
GD	84	6,27	19	63,33	GC	75	4,95	15	50,00
PN	63	4,95	15	50,00	SN	88	5,28	16	53,33
GM	89	6,60	20	66,67	NJ	90	6,93	21	70,00
PR	90	7,59	23	76,67	EH	90	6,27	19	63,33
BA	90	7,26	22	73,33	AC	90	4,62	14	46,67
UM	90	6,60	20	66,67	DN	90	4,62	14	46,67
AA	49	4,95	15	50,00	ED	90	3,96	12	40,00
MM	78	8,91	27	90,00	PF	64	7,92	24	80,00
RG	45	2,97	9	30,00	ZA	78	6,60	20	66,67
LD	85	5,28	16	53,33					
ZG	82	5,28	16	53,33					
PROM	80,00	6,04	18	61,04	PROM	78,93	5,59	17	56,43

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 18 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,04/10, destinando un tiempo de 80 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 17 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,59/10, destinando un tiempo de 79 minutos aproximadamente.

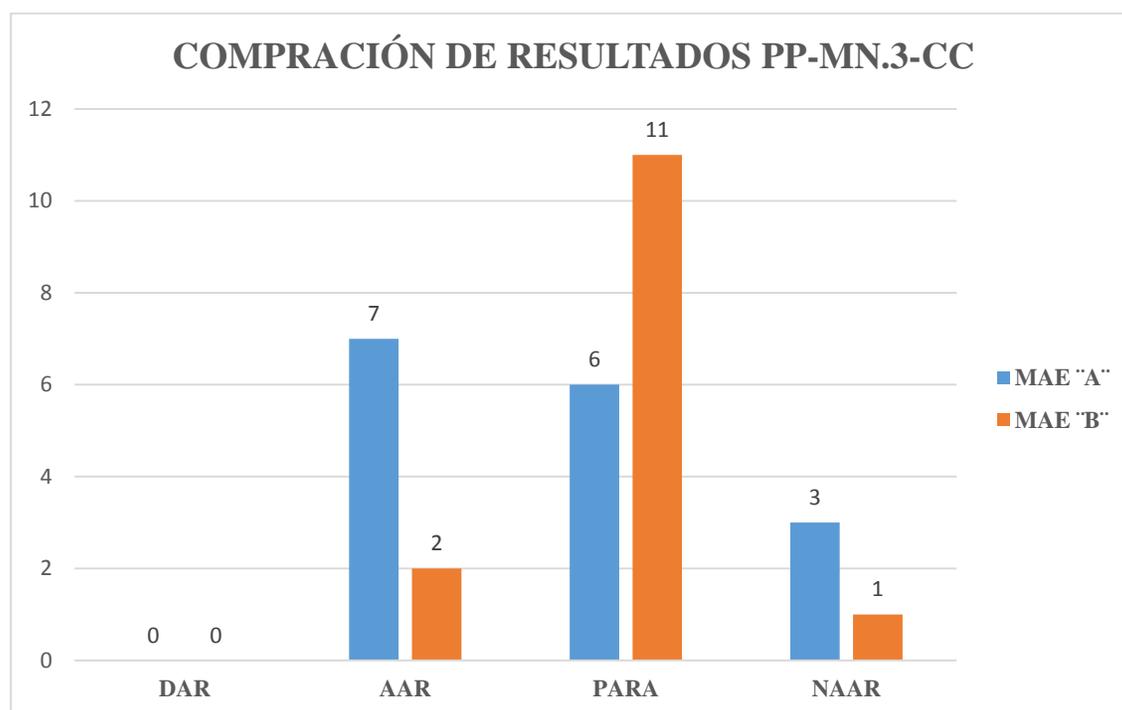
Tabla 41

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.3-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	0	0	0	0
7 - 8,99	7	44	2	14
4,01 - 6,99	6	37	11	79
≤4	3	19	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 22

Comparación de resultados PP-NM.3-CC



En la Tabla 41 y la Figura 22 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de trigonometría y geometría PP-MN.3-CC de los grupos de

experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 44% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 37% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 19% de estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 14% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 79% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 7% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba procesual NM.5-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.5 de cálculo diferencial se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.5-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 42, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.5-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 5). Para el grupo (MAE "A") prueba procesual PP-MN.5-SC y para el grupo (MAE "B") prueba procesual PP-MN.5-SC.

Tabla 42

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.5-SC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
UM	40	8,71	13	86,67	MS	42	7,37	11	73,33
LD	45	8,04	12	80,00	SS	50	7,37	11	73,33
AA	43	10,00	14,93	99,50	PF	50	9,38	14	93,33
GD	32	4,02	6	40,00	ED	46	8,04	12	80
MM	37	8,04	12	80,00	GD	54	7,37	11	73,33
BA	22	6,70	10	66,67	RA	56	6,70	10	66,67
PN	23	7,37	11	73,33	GC	58	7,37	11	73,33
AA	40	5,36	8	53,33	SN	45	5,36	8	53,33
PR	43	8,71	13	86,67	TN	43	6,70	10	66,67
GM	44	8,04	12	80,00	AC	54	4,69	7	46,67
ZG	40	5,36	8	53,33	BF	55	5,36	8	53,33
RG	39	6,70	10	66,67	NJ	56	6,03	9	60,00
NE	39	9,38	14	93,33	ZA	57	5,36	8	53,33
UA	40	8,04	12	80,00	HE	39	4,69	7	46,67
FL	43	5,36	8	53,33					
TJ	40	5,36	8	53,33					
PROM	38,13	7,20	11	71,64	PROM	50,36	6,56	10	65,24

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,20/10, destinando un tiempo de 38 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 10 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,56/10, destinando un tiempo de 50 minutos aproximadamente.

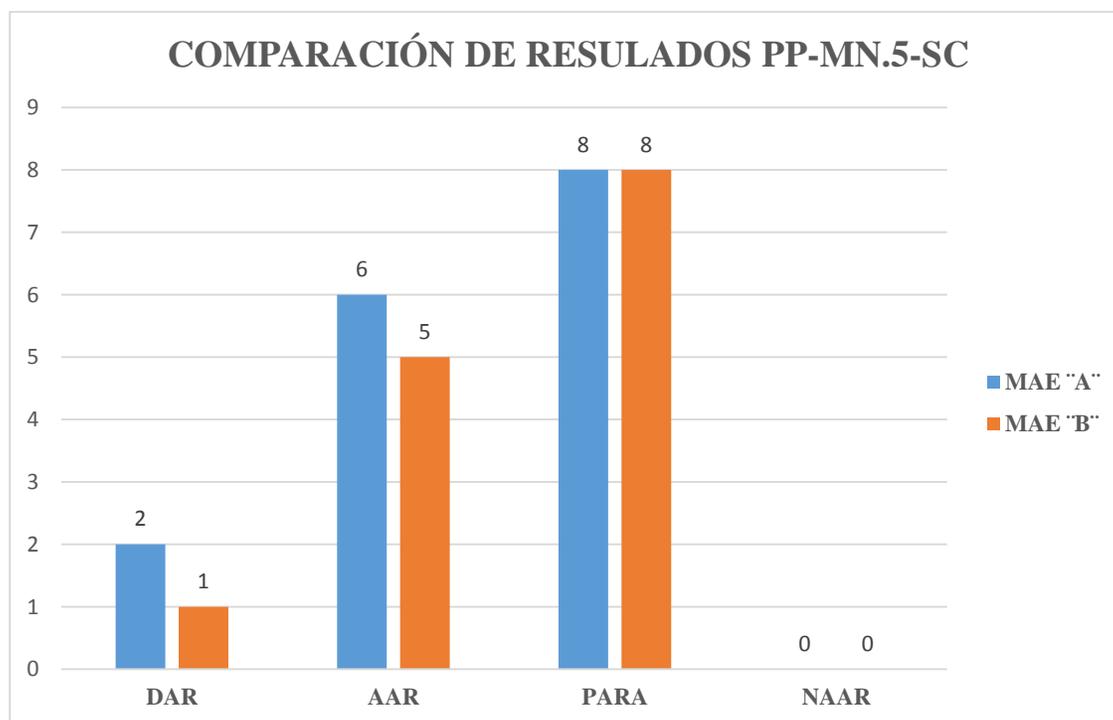
Tabla 43

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.5-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	2	13	1	7
7 - 8,99	6	37	5	36
4,01 - 6,99	8	50	8	57
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 23

Comparación de resultados PP-NM.5-SC



En la Tabla 43 y la Figura 23 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de cálculo diferencial PP-MN.5-SC de los grupos de experimentación

(MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 13% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 37% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 50% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 7% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 36% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 57% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba procesual NM.5-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.5 de cálculo diferencial se editó 30 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba procesual MN.5-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 44, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de procesual MN.5-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 5). Para el grupo (MAE "A") prueba procesual PP-MN.5-CC y para el grupo (MAE "B") prueba procesual PP-MN.5-CC.

Tabla 44

Análisis de los reactivos de la prueba procesual MN.5-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
PR	85	8,58	26	86,67	GD	50	7,26	22	73,33
TJ	60	5,28	16	53,33	HE	88	3,96	12	40,00
GM	82	7,92	24	80,00	MS	72	6,27	19	63,33
FL	65	5,94	18	60,00	DN	90	5,94	18	60,00
AA	75	9,57	29	96,67	BF	69	6,93	21	70,00
RG	82	5,28	16	53,33	AC	40	4,95	15	50,00
ZG	80	7,26	22	73,33	ED	72	6,27	19	63,33
BA	70	7,26	22	73,33	PF	90	6,93	21	70,00
LD	65	6,27	19	63,33	SS	65	5,28	16	53,33
PN	80	7,26	22	73,33	NJ	82	5,61	17	56,67
NE	85	9,24	28	93,33	SN	80	6,60	20	66,67
GD	75	7,59	23	76,67	ZA	70	5,61	17	56,67
UM	70	9,24	28	93,33	GC	75	5,94	18	60,00
UA	80	9,24	28	93,33	RA	63	5,94	18	60,00
MM	80	8,58	26	86,67					
AA	78	7,26	22	73,33					
PROM	75,75	7,61	23	76,88	PROM	71,86	5,96	18	60,24

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 23 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,61/10, destinando un tiempo de 76 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 18 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,96/10, destinando un tiempo de 72 minutos aproximadamente.

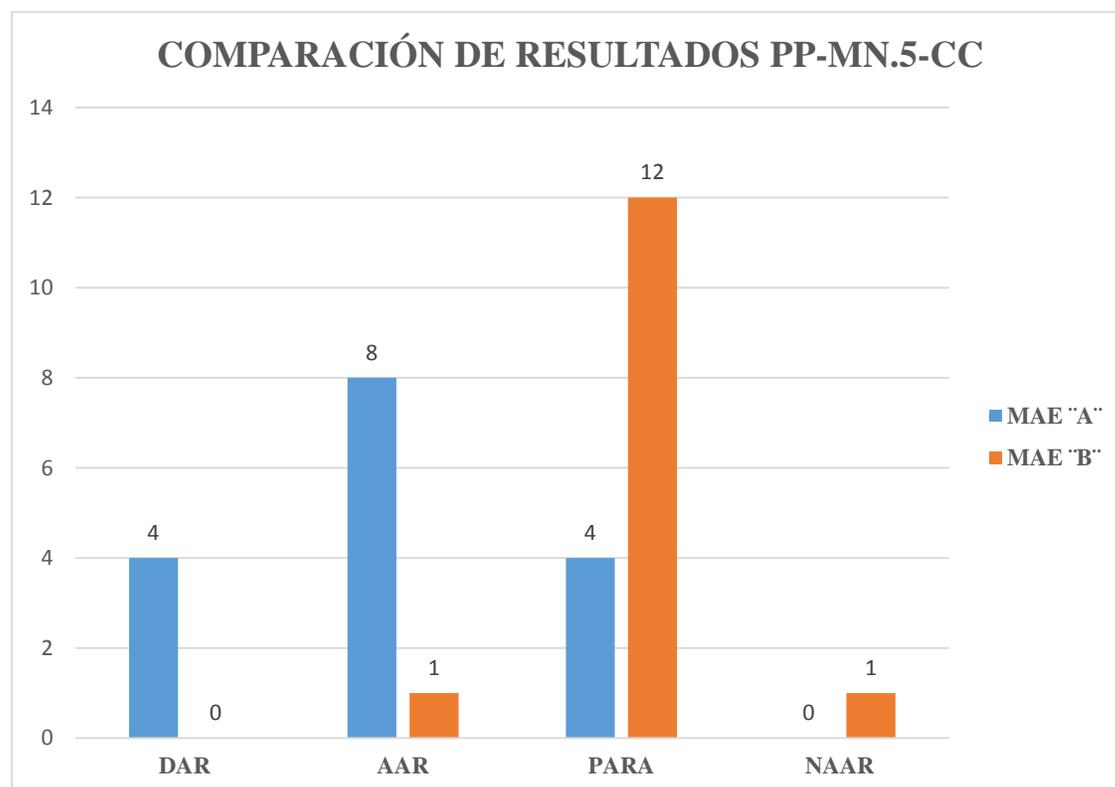
Tabla 45

Cuadro comparativo resultados de pruebas procesuales MN.5-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	4	25	0	0
7 - 8,99	8	50	1	7
4,01 - 6,99	4	25	12	86
≤4	0	0	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 24

Comparación de resultados PP-NM.5-CC



En la Tabla 45 y la Figura 24 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de cálculo diferencial PP-MN.5-CC de los grupos de experimentación

(MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 25% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 50% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 25% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 7% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 86% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 7% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final

Las pruebas finales o sumativas fueron de carácter cuantitativo cuyo objetivo principal fue valorar la aplicación y al desarrollo de la modelación matemática al finalizar el proceso de experimentación.

Prueba final MN.1-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.1 de aritmética y álgebra se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de los reactivos que conforman la prueba final MN.1-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 46, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba final MN.1-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 5). Para el

grupo (MAE "A") prueba final PF-MN.1-SC y para el grupo (MAE "B") prueba final PF-MN.1-SC.

Tabla 46

Análisis de los reactivos de la prueba final MN.1-SC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
AA	52	9,38	14	93,33	SS	53	4,02	6	40,00
PR	50	8,71	13	86,67	SN	43	6,70	10	66,67
NE	54	10,00	15	100,0	NJ	59	8,04	12	80,00
UA	58	9,38	14	93,33	GD	56	6,70	10	66,67
ZG	57	7,37	11	73,33	RA	59	6,03	9	60,00
GM	45	8,71	13	86,67	AC	59	4,69	7	46,67
TJ	40	5,36	8	53,33	MS	41	5,36	8	53,33
RG	48	6,03	9	60,00	GC	53	7,37	11	73,33
PN	57	8,71	13	86,67	EH	23	6,03	9	60,00
BA	55	6,70	10	66,67	ED	50	8,71	13	86,67
FL	50	5,36	8	53,33	DT	48	8,04	12	80,00
AA	35	4,69	7	46,67	ZA	52	9,38	14	93,33
LD	42	5,36	8	53,33	PF	55	9,38	14	93,33
MM	54	7,37	11	73,33	BF	50	8,04	12	80,00
GD	50	6,03	9	60,00					
UM	55	8,71	13	86,67					
PROM	50,13	7,37	11	73,33	PROM	50,07	7,04	11	70,00

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,37/10, destinando un tiempo de 50 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,04/10, destinando un tiempo de 50 minutos aproximadamente.

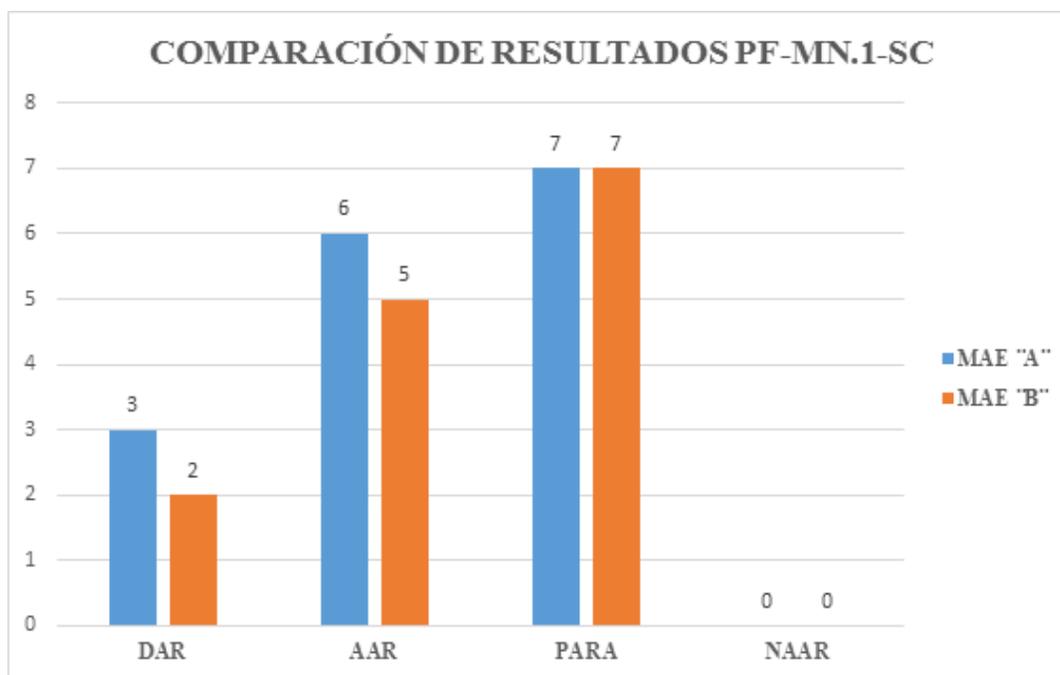
Tabla 47

Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.1-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10,0	3	19	2	14
7 - 8,99	6	37	5	36
4,01 - 6,99	7	44	7	50
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 25

Comparación de resultados PF-NM.1-SC



En la Tabla 47 y la Figura 25 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas finales de la unidad de aritmética y algebra PF-MN.1-SC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 19%

de estudiantes del grupo (MAE ‘‘A’’) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 37% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 44% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 14% de estudiantes del grupo (MAE ‘‘B’’) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 36% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 50% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final MN.1-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.1 de aritmética y algebra se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba final MN.1-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 48, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de final MN.1-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE ‘‘A’’) prueba final PF-MN.1-CC y para el grupo (MAE ‘‘B’’) prueba final PF-MN.1-CC.

Tabla 48

Análisis de los reactivos de la prueba final MN.1-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
MM	50	8,71	13	86,67	SS	45	7,37	11	73,33
AA	58	10,00	15	100,0	PF	50	9,38	14	93,33
UA	59	8,71	13	86,67	ZA	56	6,03	9	60,00
AA	40	5,36	8	53,33	GD	50	7,37	11	73,33
PN	35	7,37	11	73,33	ED	50	8,04	12	80,00
TJ	45	5,36	8	53,33	AC	58	5,36	8	53,33
LD	52	5,36	8	53,33	NT	55	6,70	10	66,67
FL	58	6,03	9	60,00	RA	50	7,37	11	73,33
BA	52	8,71	13	86,67	GC	54	6,03	9	60,00
NE	59	10,00	15	100,0	MS	53	6,70	10	66,67
GM	45	8,04	12	80,00	NJ	47	6,70	10	66,67
UM	52	9,38	14	93,33	BF	50	7,37	11	73,33
ZG	42	8,04	12	80,00	SN	55	7,37	11	73,33
RG	57	6,70	10	66,67	EH	40	4,02	6	40,00
GD	50	9,38	14	93,33					
PR	57	10,00	15	100,0					
PROM	50,69	7,95	12	79,17	PROM	50,93	6,84	10	68,10

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 12 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,95/10, destinando un tiempo de 51 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 10 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,84/10, destinando un tiempo de 51 minutos aproximadamente.

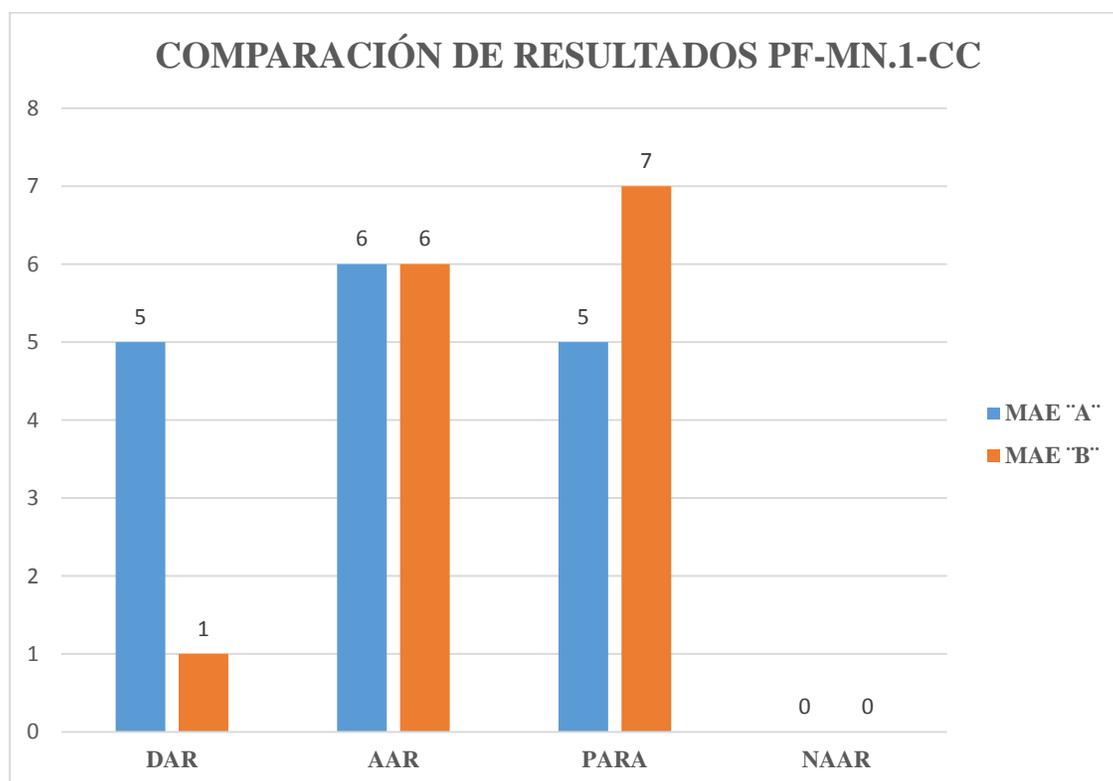
Tabla 49

Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.1-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	5	31	1	7
7 - 8,99	6	38	6	43
4,01 - 6,99	5	31	7	50
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 26

Comparación de resultados PF-NM.1-CC



En la Tabla 49 y la Figura 26 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas finales de la unidad de aritmética y álgebra PF-MN.1-CC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 31% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 38% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 31% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 7% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 43% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 50% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final MN2-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.2 de funciones se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba final MN.2-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 50, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba final MN.2-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba final PF-MN.2-SC y para el (MAE "B") prueba final PF-MN.2-SC.

Tabla 50

Análisis de los reactivos de la prueba final MN.2-SC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
PN	52	7,37	11	73,33	SN	50	6,70	10	66,67
NE	55	9,38	14	93,33	GD	58	8,71	13	86,67
AA	54	9,38	14	93,33	MS	55	8,04	12	80,00
LD	58	4,02	6	40,00	PF	52	9,38	14	93,33
PR	50	8,71	13	86,67	TN	50	6,70	10	66,67
FL	45	6,70	10	66,67	BF	48	7,37	11	73,33
UM	50	8,04	12	80,00	ED	50	6,70	10	66,67
UA	53	4,69	7	46,67	EH	38	4,02	6	40,00
ZG	51	6,03	9	60,00	AC	56	5,36	8	53,33
MM	55	8,04	12	80,00	GC	55	7,37	11	73,33
AA	50	8,71	13	86,67	ZA	57	6,70	10	66,67
GD	49	6,70	10	66,67	SS	50	5,36	8	53,33
GM	50	6,70	10	66,67	NJ	55	6,03	9	60,00
BA	54	7,37	11	73,33	RA	53	6,70	10	66,67
TJ	55	6,03	9	60,00					
RG	58	6,03	9	60,00					
PROM	52,44	7,12	11	70,83	PROM	51,93	6,80	10	67,62

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,12/10, destinando un tiempo de 52 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 10 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,80/10, destinando un tiempo de 52 minutos aproximadamente.

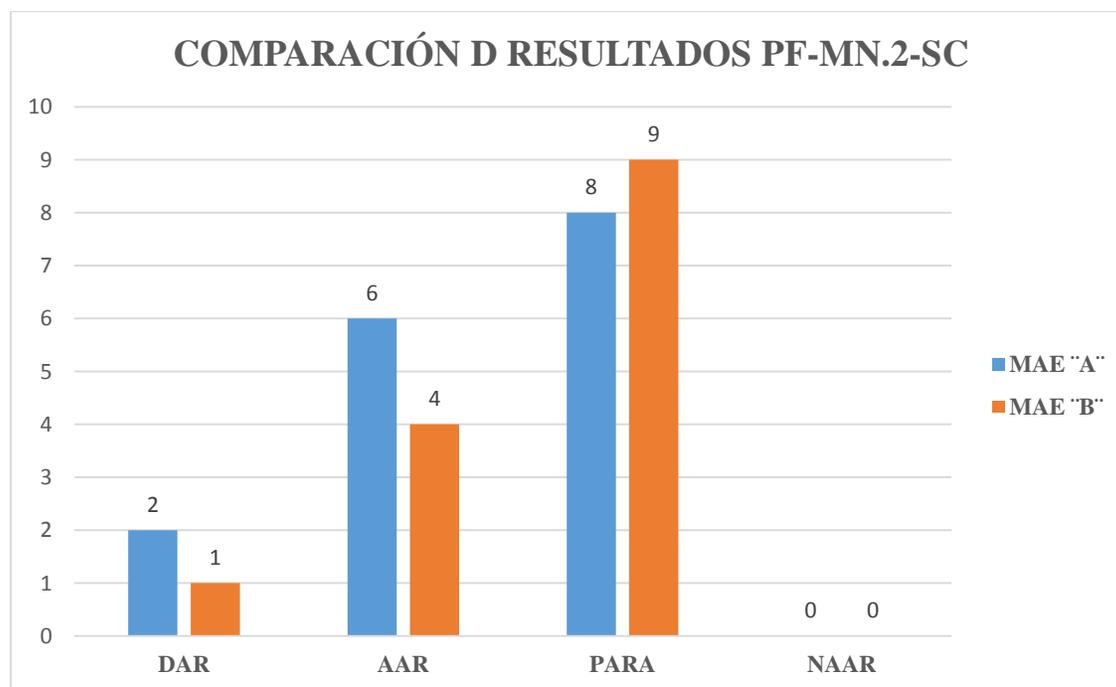
Tabla 51

Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.2-SC

Escala Cuantitativa	Grupo Experimental MAE "A"		Grupo de Control MAE "B"	
	Número de Estudiantes	Porcentaje (%)	Número de Estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	2	13	1	7
7 - 8,99	6	37	4	29
4,01 - 6,99	8	50	9	64
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 27

Comparación de resultados PF-NM.2-SC



En la Tabla 51 y la Figura 27 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas finales de la unidad de funciones PF-MN.2-SC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 13% de

estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 37% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 50% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcancen los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 7% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 29% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 64% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final MN.2-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.2 de funciones se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba final MN.2-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 52, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba final MN.2-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba final PF-MN.2-CC y para el grupo (MAE "B") prueba final PF-MN.2-CC.

Tabla 52

Análisis de los reactivos de la prueba final MN.2-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
NE	59	10,00	15	100,0	SS	45	8,04	12	80,00
AA	58	9,38	14	93,33	NJ	52	6,70	10	66,67
UM	50	8,71	13	86,67	MS	50	8,04	12	80,00
MM	52	9,38	14	93,33	GD	55	7,37	11	73,33
PN	56	8,71	13	86,67	PF	50	8,71	13	86,67
PR	53	9,38	14	93,33	ZA	45	6,70	10	66,67
UA	50	9,38	14	93,33	BF	58	6,70	10	66,67
GD	56	7,37	11	73,33	ED	56	6,70	10	66,67
BA	50	8,04	12	80,00	TN	58	7,37	11	73,33
TJ	45	6,03	9	60,00	RA	50	7,37	11	73,33
LD	40	8,04	12	80,00	AC	50	7,37	11	73,33
RG	49	6,03	9	60,00	SN	56	8,04	12	80,00
AA	50	6,70	10	66,67	GC	52	6,70	10	66,67
ZG	45	6,70	10	66,67	EH	45	4,69	7	46,67
GM	58	6,70	10	66,67					
LF	55	8,04	12	80,00					
PROM	51,63	8,04	12	80,00	PROM	51,57	7,18	11	71,43

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 12 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 8,04/10, destinando un tiempo de 52 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,18/10, destinando un tiempo de 52 minutos aproximadamente.

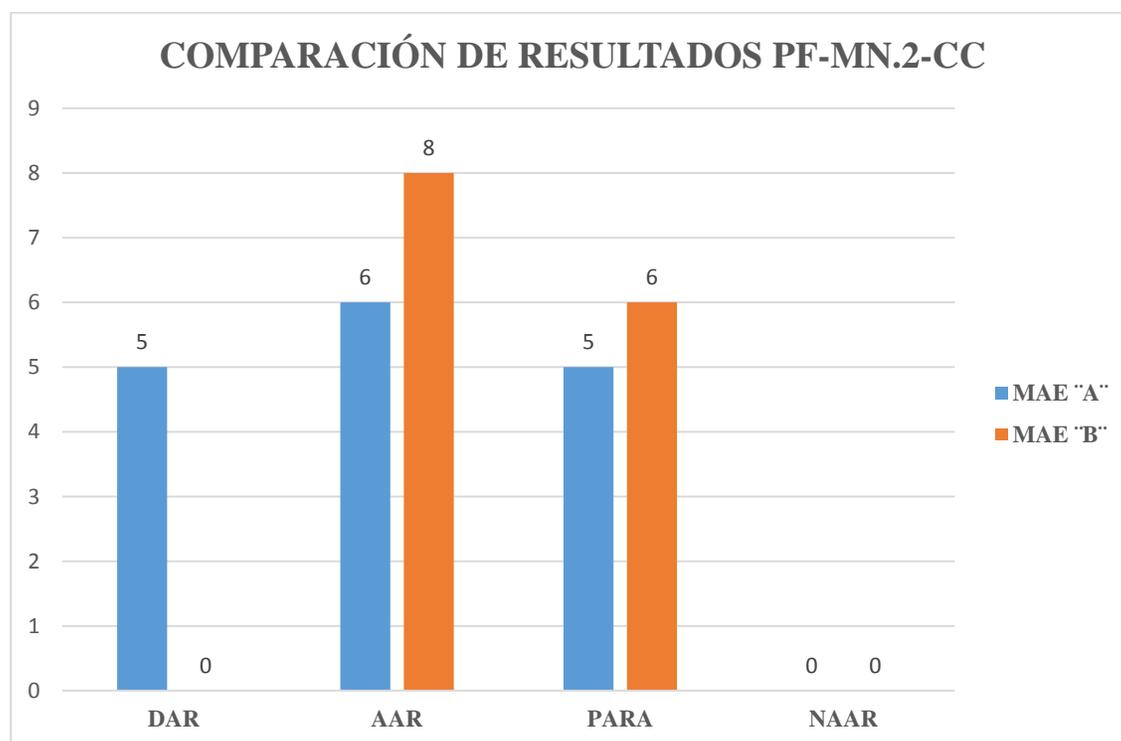
Tabla 53

Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.2-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	5	31	0	0
7 - 8,99	6	38	8	57
4,01 - 6,99	5	31	6	43
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 28

Comparación de resultados PF-NM.2-CC



En la Tabla 53 y la Figura 28 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de funciones PF-MN.2-CC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que

el 31% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 38% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 38% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 57% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 43% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final MN.3-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.3 de trigonometría y geometría se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba final MN.3-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 54, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de final MN.3-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba final PF-MN.3-SC y para el grupo (MAE "B") prueba final PF-MN.3-SC.

Tabla 54

Análisis de los reactivos de la prueba final MN.3-SC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
LD	45	4,62	6	46,15	MS	44	7,70	10	66,67
GM	44	6,93	9	69,23	NJ	44	6,16	8	53,33
FL	40	6,16	8	61,54	BF	43	5,39	7	46,67
UA	45	8,47	11	84,62	GC	42	6,16	8	53,33
RG	40	7,7	10	76,92	SS	42	3,08	4	26,67
AA	44	7,7	10	76,92	PF	42	9,24	12	80,00
TJ	44	4,62	6	46,15	SN	43	6,16	8	53,33
GD	45	6,93	9	69,23	ED	45	7,70	10	66,67
UM	45	6,93	9	69,23	RA	45	3,08	4	26,67
PN	44	6,93	9	69,23	NT	45	5,39	7	46,67
NE	42	7,7	10	76,92	GD	42	3,08	4	26,67
AA	43	9,24	12	92,31	EH	45	3,08	4	26,67
ZG	40	8,47	11	84,62	ZA	44	2,31	3	20,00
BA	43	6,16	8	61,54	AC	42	5,39	7	46,67
PR	45	7,7	10	76,92					
MM	42	6,16	8	61,54					
PROM	43,19	7,03	9	70,19	PROM	43,43	5,28	7	45,71

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 9 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,03/10, destinando un tiempo de 43 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo

como un promedio de 7 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 5,28/10, destinando un tiempo de 43 minutos aproximadamente.

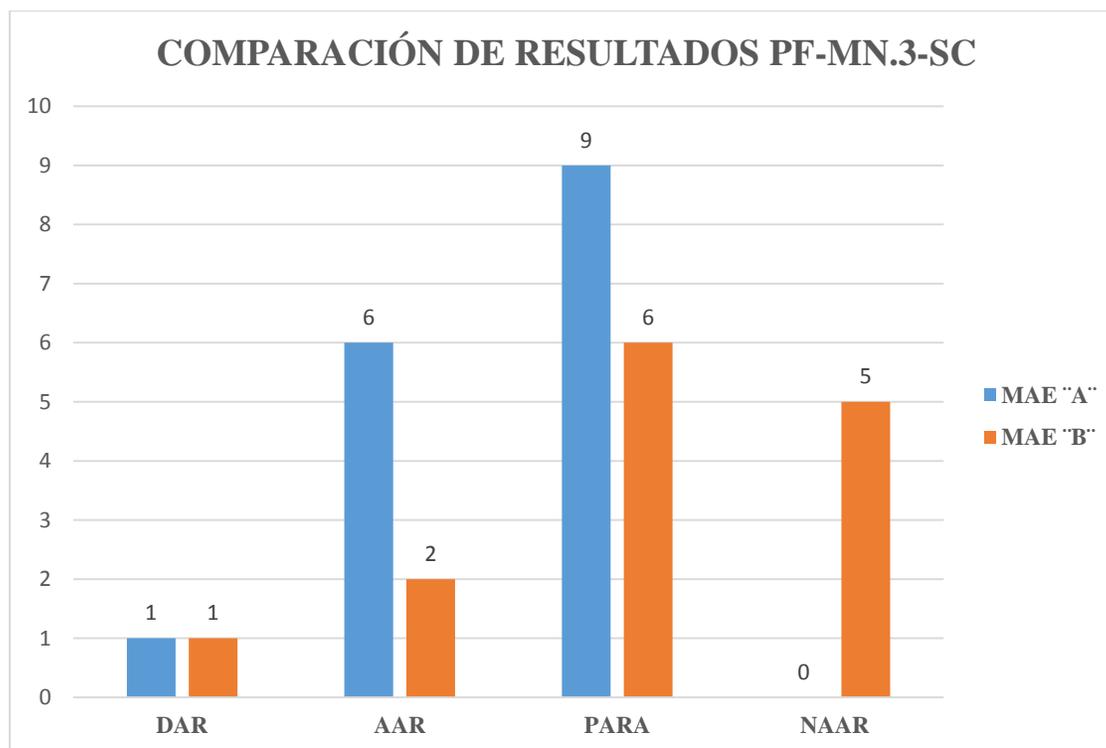
Tabla 55

Cuadro Comparativo Resultados de Pruebas Finales MN.3-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10,0	1	6	1	7
7 - 8,99	6	38	2	14
4,01 - 6,99	9	56	6	43
≤4	0	0	5	36
Total	16	100	14	100

Figura 29

Comparación de resultados PF-NM.3-SC



En la Tabla 55 y la Figura 29 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas finales de la unidad de trigonometría y geometría PF-MN.3-SC de los grupos de experimentación (MAE

“A”) asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE “B”), se evidencia que el 6% de estudiantes del grupo (MAE “A”) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 38% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 56% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 7% de estudiantes del grupo (MAE “B”) tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 14% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 43% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 36% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final MN.3-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.3 de trigonometría y geometría se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de reactivos que conforman la prueba final MN.3-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 56, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de final MN.3-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE “A”) prueba final PF-MN.3-CC y para el grupo (MAE “B”) prueba final PF-MN.3-CC.

Tabla 56

Análisis de los reactivos de la prueba final MN.3-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
MM	40	6,16	8	61,54	MS	44	8,47	11	84,62
GM	44	6,93	9	69,23	AC	44	6,16	8	61,54
BA	40	7,7	10	76,92	ZA	43	5,39	7	53,85
NE	40	9,24	12	92,31	PF	42	8,47	11	84,62
AA	40	7,7	10	76,92	SS	42	6,16	8	61,54
RG	44	7,7	10	76,92	GC	42	7,70	10	76,92
TJ	42	4,62	6	46,15	SN	43	6,16	8	61,54
GD	45	6,93	9	69,23	ED	45	7,70	10	76,92
UM	45	6,93	9	69,23	GD	45	6,16	8	61,54
ZG	42	6,93	9	69,23	NT	45	5,39	7	53,85
UA	42	8,47	11	84,62	RA	42	3,08	4	30,77
AA	43	9,24	12	92,31	EH	45	5,39	7	53,85
PN	40	8,47	11	84,62	BF	44	6,93	9	69,23
FL	40	6,16	8	61,54	NJ	42	7,70	10	76,92
PR	42	7,7	10	76,92					
LD	42	6,16	8	61,54					
PROM	41,94	7,32	10	73,08	PROM	43,43	6,49	8	64,84

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 10 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,32/10, destinando un tiempo de 42 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 8 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,49/10, destinando un tiempo de 43 minutos aproximadamente.

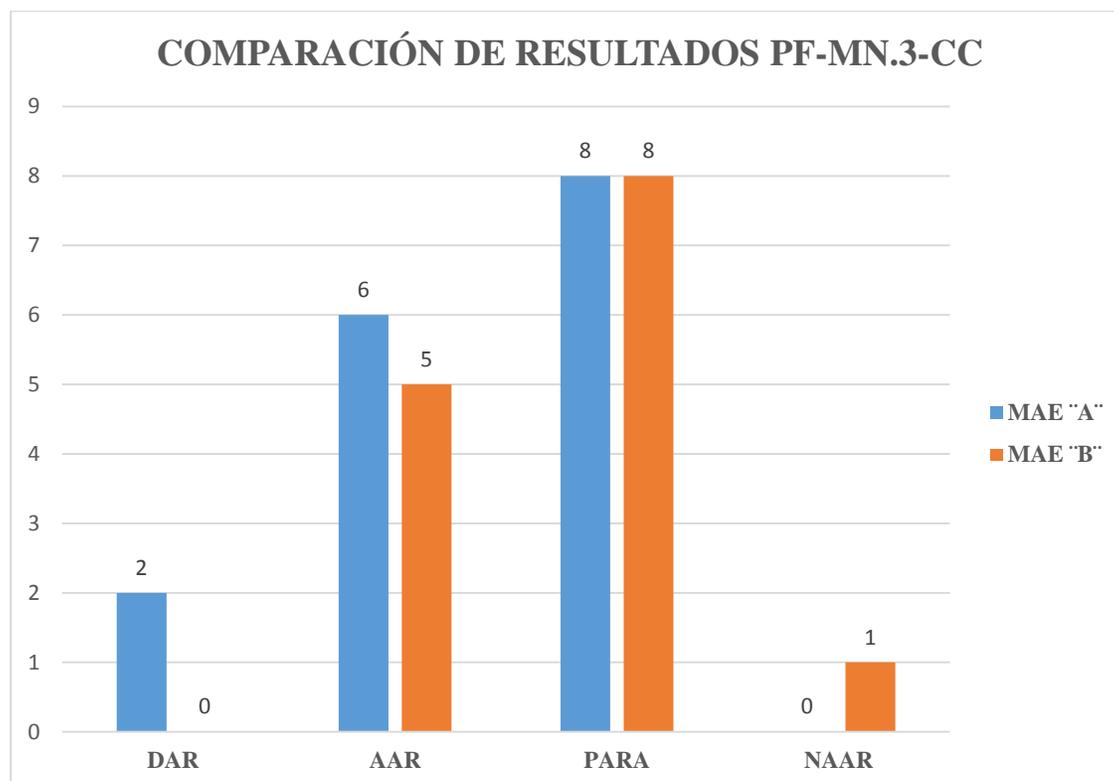
Tabla 57

Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.3-CC

Escala Cuantitativa	Grupo Experimental MAE "A"		Grupo de Control MAE "B"	
	Número de Estudiantes	Porcentaje (%)	Número de Estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10,0	2	12	0	0
7 - 8,99	6	38	5	36
4,01 - 6,99	8	50	8	57
≤4	0	0	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 30

Comparación de resultados PF-NM.3-CC



En la Tabla 57 y la Figura 30 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de trigonometría y geometría PF-MN.3-CC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 12% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 38% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 50% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 0% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 36% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 57% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 7% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final MN.5-SC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.5 de cálculo diferencial se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de los reactivos que conforman la prueba final MN.5-SC. Donde el estudiante no puede hacer uso de ningún tipo de calculadora.

En la Tabla 58, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba de final MN.5-SC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba final PF-MN.5-SC y para el grupo (MAE "B") prueba final PF-MN.5-SC.

Tabla 58*Análisis de los reactivos de la prueba final MN.5-SC*

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
AA	40	9,38	14	93,33	PF	40	9,38	14	93,33
ZG	45	8,04	12	80,00	MS	45	8,04	12	80,00
GD	43	6,70	10	66,67	GD	43	6,70	10	66,67
RG	32	4,02	6	40,00	SS	32	4,02	6	40,00
MM	37	8,04	12	80,00	NJ	37	8,04	12	80,00
NE	22	8,04	12	80,00	HE	22	5,36	8	53,33
UA	23	7,37	11	73,33	RA	23	6,70	10	66,67
BA	40	6,70	10	66,67	BF	40	6,70	10	66,67
FL	43	4,69	7	46,67	SN	43	6,03	9	60,00
PN	44	8,04	12	80,00	GC	44	7,37	11	73,33
LD	40	6,03	9	60,00	AC	40	6,03	9	60,00
AA	39	7,37	11	73,33	ZA	39	6,70	10	66,67
UM	39	9,38	14	93,33	ED	39	8,04	12	80,00
PR	40	8,04	12	80,00	TN	40	7,37	11	73,33
GM	43	6,70	10	66,67					
TJ	40	6,03	9	60,00					
PROM	38,13	7,16	11	71,25	PROM	37,64	6,89	11	68,57

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,16/10, destinando un tiempo de 39 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo como un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 6,89/10, destinando un tiempo de 38 minutos aproximadamente.

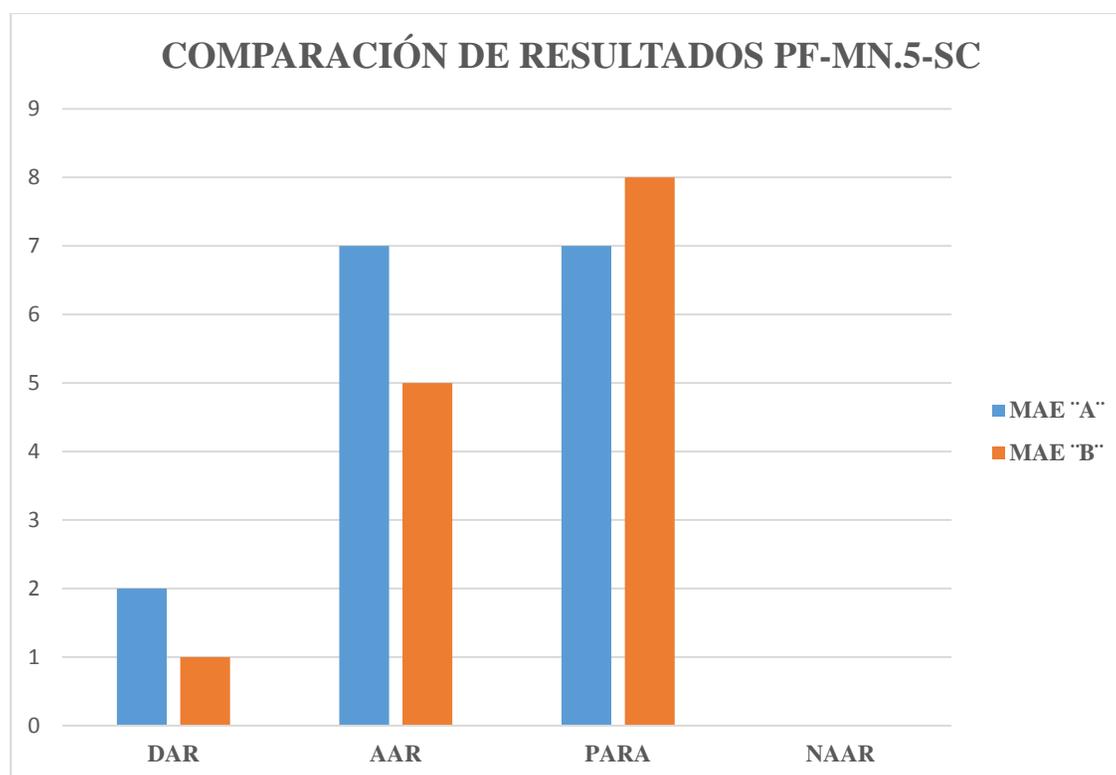
Tabla 59

Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.5-SC

Escala Cuantitativa	Grupo Experimental MAE "A"		Grupo de Control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	2	11	1	7
7 - 8,99	7	44	5	36
4,01 - 6,99	7	44	8	57
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 31

Comparación de Resultados PF-NM.5-SC



En la Tabla 59 y la Figura 31 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas finales de la unidad de cálculo diferencial PF-MN.5-SC de los grupos de experimentación (MAE "A")

asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 12% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 44% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 44% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 7% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 36% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 57% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Prueba final MN.5-CC. Para este instrumento de evaluación de la unidad MN.5 de cálculo diferencial se editó 15 reactivos de opción múltiple (ROM) de forma aleatoria desde el grupo de categorización de reactivos previamente almacenado en la plataforma Moodle, en el (ANEXO 3), se muestra la lista de los reactivos que conforman la prueba final MN.5-CC. Donde el estudiante puede hacer uso de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

En la Tabla 60, se encuentran los resultados procesados por el docente investigador de los datos obtenidos en la prueba final MN.5-CC para cada participante y grupo que intervino en la investigación, extraídos desde la plataforma Moodle que reposan en el (ANEXO 2). Para el grupo (MAE "A") prueba final PF-MN.5-CC y para el grupo (MAE "B") prueba final PF-MN.5-CC.

Tabla 60

Análisis de los reactivos de la prueba final MN.5-CC

GRUPO MAE "A"					GRUPO MAE "B"				
Participante	Tiempo (Min)	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.	Participante	Tiempo requerido	Calificación/10	N. PRG.	(%) PRG.
FL	50	6,70	10	66,67	MS	50	8,71	13	86,67
LD	55	6,03	9	60,00	ED	55	8,71	13	86,67
PR	57	9,38	14	93,33	GC	50	8,04	12	80,00
ZG	52	7,37	11	73,33	BF	50	7,37	11	73,33
GD	57	8,04	12	80,00	PF	55	9,38	14	93,33
AA	50	10,00	15	100,0	RA	50	6,03	9	60,00
GM	51	8,04	12	80,00	HE	45	4,69	7	46,67
TJ	50	6,70	10	66,67	AC	50	6,70	10	66,67
AA	53	7,37	11	73,33	GD	51	8,04	12	80,00
PN	52	8,71	13	86,67	ZA	50	6,70	10	66,67
RG	45	6,70	10	66,67	SS	40	6,03	9	60,00
NE	50	10,00	15	100,0	NJ	54	8,04	12	80,00
UA	48	9,38	14	93,33	SN	50	8,04	12	80,00
BA	50	8,71	13	86,67	TN	45	8,04	12	80,00
UM	52	8,04	12	80,00					
MM	58	8,04	12	80,00					
PROM	51,88	8,08	12	80,42	PROM	49,64	7,47	11	74,29

Donde el grupo de experimentación (MAE "A") obtuvo un promedio de 12 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 8,08/10, destinando un tiempo de 52 minutos aproximadamente, mientras que el grupo de control (MAE "B") obtuvo

como un promedio de 11 reactivos correctamente contestados, alcanzando una calificación promedio de 7,47/10, destinando un tiempo de 50 minutos aproximadamente.

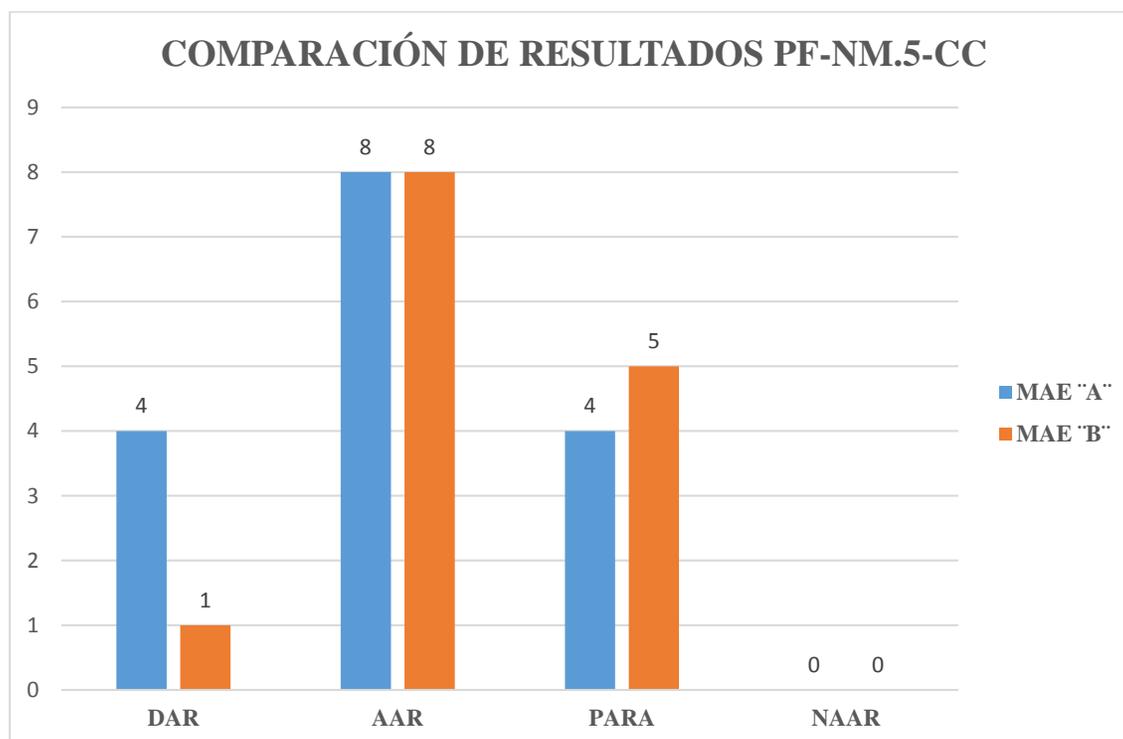
Tabla 61

Cuadro comparativo resultados de pruebas finales MN.5-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	4	25	1	7
7 - 8,99	8	50	8	57
4,01 - 6,99	4	25	5	36
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 32

Comparación de resultados PF-NM.5-CC



En la Tabla 61 y la Figura 32 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas procesuales de la unidad de cálculo diferencial PF-MN.5-CC de los grupos de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA y el grupo de control (MAE "B"), se evidencia que el 25% de estudiantes del grupo (MAE "A") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 50% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 25% de estudiantes se encuentran próximos en alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR).

Mientras que en el grupo de control asistidos por la metodología tradicional se evidencia que el 7% de estudiantes del grupo (MAE "B") tienen un dominio de los aprendizajes requeridos (DAR), el 57% de estudiantes del grupo alcanzan los aprendizajes requeridos (AAR), el 36% de los estudiantes se encuentren próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y el 0% de estudiantes no alcanzan los aprendizajes requeridos (NAAR), acuerdo con la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5.

Para continuar con la fase de análisis de resultados es importante mencionar que las diferentes pruebas: de diagnóstico (PG), procesuales (PP) y finales (PF) desarrolladas por los alumnos sin y con calculadora de pantalla gráfica (CPG) no tienen relación entre ellas en el desarrollo de la presente investigación por ser desarrolladas en diferentes entornos por ejemplo, las pruebas procesuales fueron desarrolladas fuera de la institución mientras que las pruebas finales fueron desarrolladas bajo la supervisión del docente investigador, consecuentemente, el objetivo planteado se analizará más adelante únicamente con las notas obtenidas por los alumnos en las pruebas finales.

Resultados alcanzados

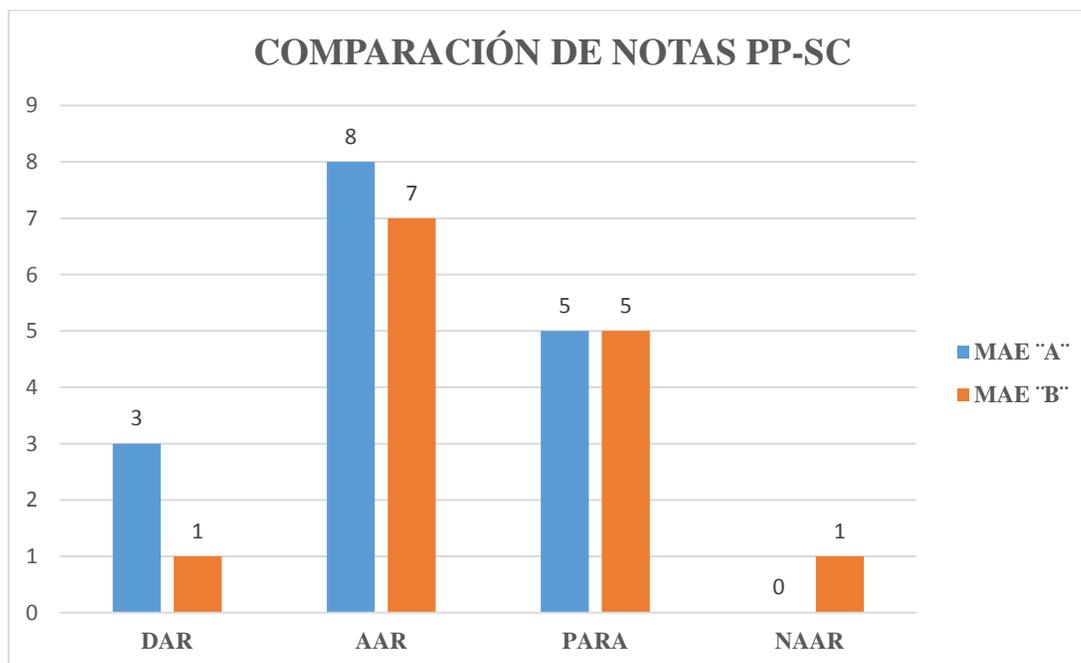
Al finalizar el periodo de duración del Programa del Diploma (PD), del grupo de matemáticas análisis y enfoques (MAE) en el año 2018 – 2020, abordados los contenidos MN.1, MN.2, MN.3 y MN.5 planteados por la organización del bachillerato internacional (IBO), se obtuvieron los promedios alcanzados por los grupos de estudiantes que participaron en la investigación: grupo de experimentación (MAE "A") y grupo de control (MAE "B") con relación a las pruebas procesuales (PP) y pruebas finales (PF) que fueron desarrollados sin y con la utilización de la calculadora de pantalla gráfica (CPG).

Los resultados fueron categorizados de acuerdo a la escala de calificaciones del Ministerio de Educación, que constan en la tabla 5.

Tabla 62

Resultado promedio de aprendizaje PP-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	3	19	1	7
7 - 8,99	8	50	7	50
4,01 - 6,99	5	31	5	36
≤4	0	0	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 33*Comparación de notas PP-SC*

En la Tabla 62 y la Figura 33 se muestran los promedios de notas alcanzados en las evaluaciones procesuales sin la utilización de ningún tipo de calculadora (PP-SC), finalizado el periodo de investigación para el grupo de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA, evidencia que el 19% domina los aprendizajes requeridos (DAR), frente a un 7% del grupo de control (MAE "B").

Por otro lado el 69% de estudiantes del grupo de experimentación obtuvieron notas iguales o superiores a 7, frente a un 57% de estudiantes del grupo de control, concluyendo que la metodología ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y auto-reflexión) aplicada en la investigación incidió en el rendimiento académico de los alumnos.

En la Tabla 63, se muestra las frecuencias del número de estudiantes con relación a la escala cualitativa del Ministerio de Educación, que constan en la Tabla 5, correspondiente a la prueba PP-SC.

Tabla 63*Tabla de contingencia cualitativa PP-SC*

		DAR	AAR	PARA	NAR	Total
GRUPO	MAE "A"	3	8	5	0	16
	MAE "B"	1	7	5	1	14
Total		4	15	10	1	30

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS**Tabla 64***Estadístico descriptivo Chi-cuadrado PP-SC*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,942 ^a	3	,585
Razón de verosimilitud	2.366	3	,500
Asociación lineal por lineal	1,250	1	,262
N de casos válidos	30		

a. 5 casillas (62,5%) han esperado un recuento menor que 5.*Nota:* Obtenido de programa estadístico SPSS

Mediante el estadístico descriptivo Chi-Cuadrado, se analizó si las variables cualitativas del grupo de experimentación (MAE "A") y de control (MAE "B") correspondiente a la prueba PP-SC, se encuentran asociadas, sus resultados que se encuentran en la Tabla 64, interpretando los resultados se puede inferir que no existe una asociación significativa en la escala cualitativa por tener un valor de significancia superior a ($\alpha = 0,05$) y también por tener un 62,5% de frecuencias esperadas menores de 5.

En la Tabla 65 y la Figura 34 se muestran los promedios de notas alcanzados en las evaluaciones procesuales con la utilización de calculadora de pantalla gráfica (PP-CC), finalizado el periodo de investigación para el grupo de experimentación (MAE "A") asistido por la

metodología ACODESA, evidencia que el 12% dominan los aprendizajes requeridos (DAR), frente a un 0% del grupo de control (MAE "B").

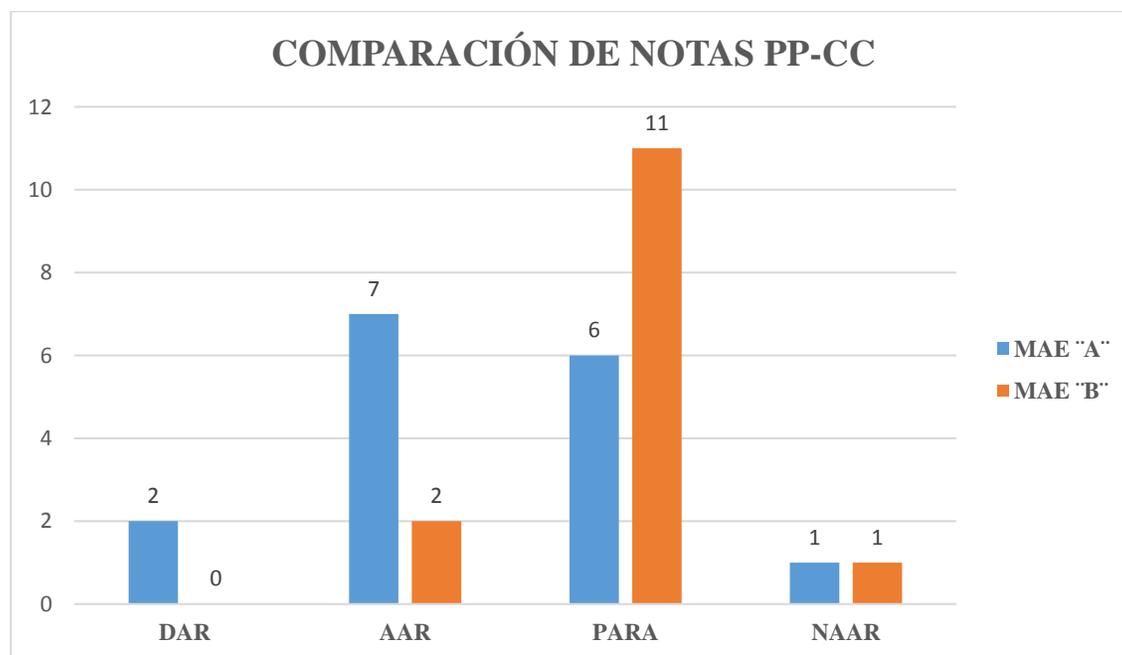
Tabla 65

Resultado promedio de aprendizaje PP-CC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	2	12	0	0
7 - 8,99	7	44	2	14
4,01 - 6,99	6	38	11	79
≤4	1	6	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 34

Comparación de notas PP-CC



Por otro lado el 66% de estudiantes del grupo de experimentación obtuvieron notas iguales o superiores a 7, frente a un 14% de estudiantes del grupo de control, concluyendo que la metodología ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y auto-reflexión) aplicada en la investigación incidió en el rendimiento académico de los alumnos.

En la Tabla 66, se muestra las frecuencias del número de estudiantes con relación a la escala cualitativa del Ministerio de Educación que constan en la Tabla 5, correspondiente a la prueba PP-CC.

Tabla 66

Tabla de contingencia cualitativa PP-CC

		DAR	AAR	PARA	NAR	Total
GRUPO	MAE "A"	2	7	6	1	16
	MAE "B"	0	2	11	1	14
Total		4	15	10	1	30

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Mediante el estadístico descriptivo Chi-Cuadrado, se analizó si las variables cualitativas del grupo de experimentación (MAE "A") y de control (MAE "B") correspondiente a la prueba PP-CC, se encuentran asociadas, sus resultados que se encuentran en la Tabla 67, interpretando los resultados se puede inferir que no existe una asociación significativa en la escala cualitativa por tener un valor de significancia superior a ($\alpha = 0,05$) y también por tener un 75,0% de frecuencias esperadas menores de 5.

Tabla 67

Estadístico descriptivo Chi-cuadrado PP-CC

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,142 ^a	3	,105
Razón de verosimilitud	7,074	3	,070
Asociación lineal por lineal	4,434	1	,035
N de casos válidos	30		

a. 6 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5.

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

En la Tabla 68 y la Figura 35 se muestran los promedios de notas alcanzados en las evaluaciones finales sin la utilización de la calculadora de pantalla gráfica (PF-SC), finalizado el periodo de investigación para el grupo de experimentación (MAE "A") asistido por la metodología ACODESA, evidenciando que el 12% dominan los aprendizajes requeridos (DAR), frente a un 7% del grupo de control (MAE "B").

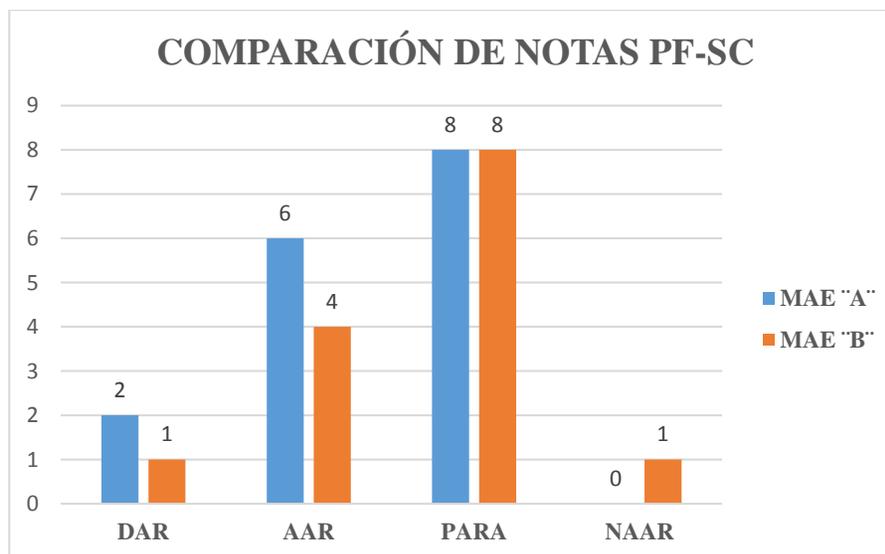
Tabla 68

Resultado promedio de aprendizaje PF-SC

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	2	12	1	7
7 - 8,99	6	38	4	29
4,01 - 6,99	8	50	8	57
≤4	0	0	1	7
Total	16	100	14	100

Figura 35

Comparación de notas PF-SC



Por otro lado el 50% de estudiantes del grupo de experimentación obtuvieron notas iguales o superiores a 7, frente a un 36% de estudiantes del grupo de control, concluyendo de esta manera que la metodología ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y auto-reflexión) aplicada en la investigación incidió en el rendimiento académico de los alumnos.

En la Tabla 69, se muestra las frecuencias del número de estudiantes con relación a la escala cualitativa del Ministerio de Educación que constan en la Tabla 5, correspondiente a la prueba PF-SC.

Tabla 69

Tabla de contingencia cualitativa PF-SC

		DAR	AAR	PARA	NAR	Total
GRUPO	MAE "A"	2	6	8	0	16
	MAE "B"	1	4	8	1	14
Total		4	15	10	1	30

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Mediante el estadístico descriptivo Chi-Cuadrado, se analizó si las variables cualitativas del grupo de experimentación (MAE ‘‘A’’) y de control (MAE ‘‘B’’) correspondiente a la prueba PF-SC, se encuentran asociadas, sus resultados que se encuentran en la Tabla 70, interpretando los resultados se puede inferir que no existe una asociación significativa en la escala cualitativa por tener un valor de significancia superior a ($\alpha = 0,05$) y también por tener un 62,5% de frecuencias esperadas menores de 5.

Tabla 70

Estadístico Descriptivo Chi-cuadrado PF-SC

	Valor	df	Significación Asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,607 ^a	3	,658
Razón de verosimilitud	1,995	3	,573
Asociación lineal por lineal	1,002	1	,317
N de casos válidos	30		

a. 5 casillas (62,5%) han esperado un recuento menor que 5.

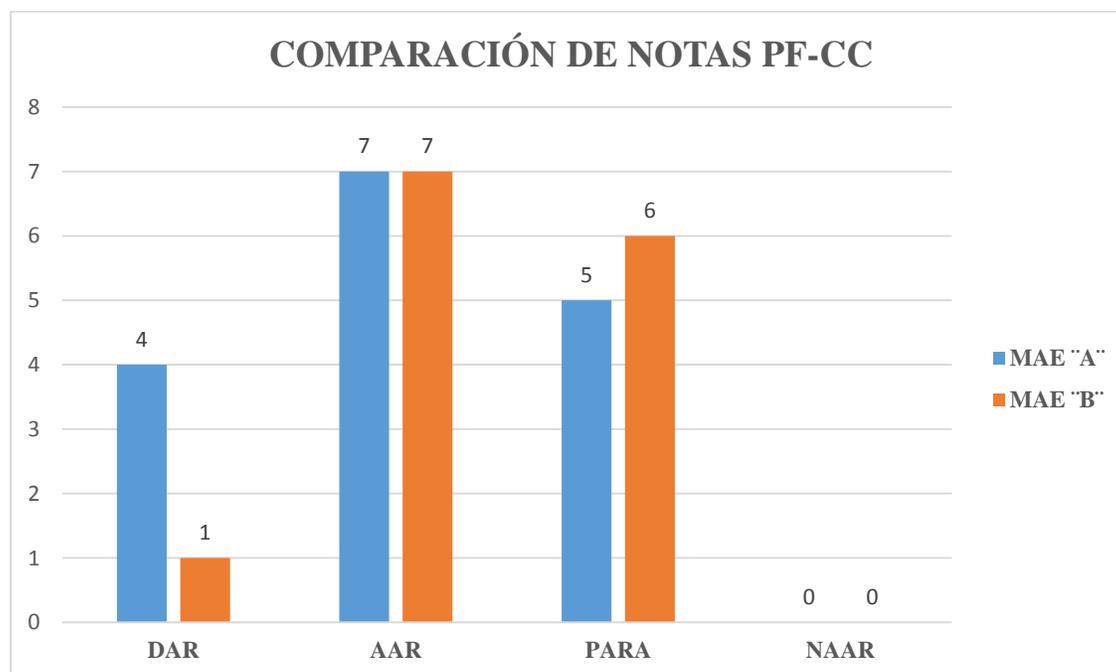
Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

En la Tabla 71 y la Figura 36 se muestran los promedios de notas alcanzados en las evaluaciones finales con la utilización de la calculadora de pantalla gráfica (PF-CC), finalizado el periodo de investigación para el grupo de experimentación (MAE ‘‘A’’) asistido por la metodología ACODESA, evidencia que el 25% dominan los aprendizajes requeridos (DAR), frente a un 7% del grupo de control (MAE ‘‘B’’).

Por otro lado el 69% de estudiantes del grupo de experimentación obtuvieron notas iguales o superiores a 7, frente a un 57% de estudiantes del grupo de control, concluyendo de esta manera que la metodología ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y auto-reflexión) aplicada en la investigación incidió en el rendimiento académico de los alumnos.

Tabla 71*Resultados promedio de aprendizaje PF-CC*

Escala cuantitativa	Grupo experimental MAE "A"		Grupo de control MAE "B"	
	Número de estudiantes	Porcentaje (%)	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
9 - 10	4	25	1	7
7 - 8,99	7	44	7	50
4,01 - 6,99	5	31	6	43
≤4	0	0	0	0
Total	16	100	14	100

Figura 36*Comparación de notas PF-CC*

En la Tabla 72, se muestra las frecuencias del número de estudiantes con relación a la escala cualitativa del Ministerio de Educación que constan en la Tabla 5, correspondiente a la prueba PF-CC.

Tabla 72

Tabla de contingencia cualitativa PF-CC

		DAR	AAR	PARA	NAR	Total
GRUPO	MAE "A"	4	7	5	0	16
	MAE "B"	1	7	6	0	14
Total		4	15	10	1	30

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Mediante el estadístico descriptivo Chi-Cuadrado, se analizó si las variables cualitativas del grupo de experimentación (MAE "A") y de control (MAE "B") correspondiente a la prueba PF-CC, se encuentran asociadas, sus resultados que se encuentran en la Tabla 73, interpretando los resultados se puede inferir que no existe una asociación significativa en la escala cualitativa por tener un valor de significancia superior a ($\alpha = 0,05$) y también por tener un 33,3% de frecuencias esperadas menores de 5.

Tabla 73*Estadístico descriptivo Chi-cuadrado PF-CC*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,765 ^a	2	,414
Razón de verosimilitud	1,995	2	,390
Asociación lineal por lineal	1,270	1	,260
N de casos válidos	30		

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5.

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Comprobación de hipótesis

Prueba de normalidad. La prueba de normalidad permite analizar si los valores de la variable dependiente siguen una distribución normal, en esta investigación la variable dependiente es el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE), que se evidencian en los promedios de las notas alcanzadas en las pruebas procesuales en línea (PP-SC y PP-CC) y en las pruebas finales en línea (PF-SC y PF-CC) asistidos a través de la plataforma Moodle, por los grupos participantes denominados: grupo de experimentación (MAE "A") y de control (MAE "B").

En la Tabla 74, se indican en resumen el número de integrantes y los diferentes casos (pruebas) que participaron y que fueron procesados en la investigación.

Tabla 74

Resumen de procesamientos de casos

PRUEBA	GRUPO MAE	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
NOTAS PP-SC	A	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
	B	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%
NOTAS PP-CC	A	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
	B	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%
NOTAS PF-SC	A	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
	B	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%
NOTAS PF-CC	A	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
	B	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Prueba de normalidad prueba PP-SC. Con el programa SPSS, se obtuvo los estadísticos para los 16 estudiantes del grupo experimental (MAE "A") y los 14 estudiantes del grupo de control (MAE "B"). La tabla 75, muestra las medidas de tendencia central de cada

grupo para la prueba procesual sin calculadora (PP-SC), donde se puede apreciar para un 95% de intervalo de confianza para la media, la cual se ubica en 7,45 para el grupo experimental donde se implementó la metodología ACODESA y una media de 6,83 para el grupo de control asistido con el modelo tradicional, los promedios difieren en 0,62 puntos en sus valores centrales.

Tabla 75

Estadístico descriptivo PP-SC

PRUEBA	GRUPO	Estadístico	Error estándar	
MAE "A"	Media	7,4488	,33390	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,7371	
		Límite superior	8,1604	
	Media recortada al 5%	7,4796		
	Mediana	7,4375		
	Varianza	1,784		
	Desviación estándar	1,33559		
	Mínimo	4,81		
	Máximo	9,54		
	Rango	4,73		
	Rango intercuartil	2,19		
	Asimetría	-,013	,564	
	Curtosis	-,429	1,091	
	NOTAS PP-SC	Media	6,8311	,31548
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	6,1495	
		Límite superior	7,5126	
Media recortada al 5%		6,8452		
Mediana		6,9375		
Varianza		1,393		
Desviación estándar		1,18042		
Mínimo		4,41		
Máximo		9,00		
Rango		4,59		
Rango intercuartil		1,44		
Asimetría		-,401	,597	
Curtosis		,523	1,154	

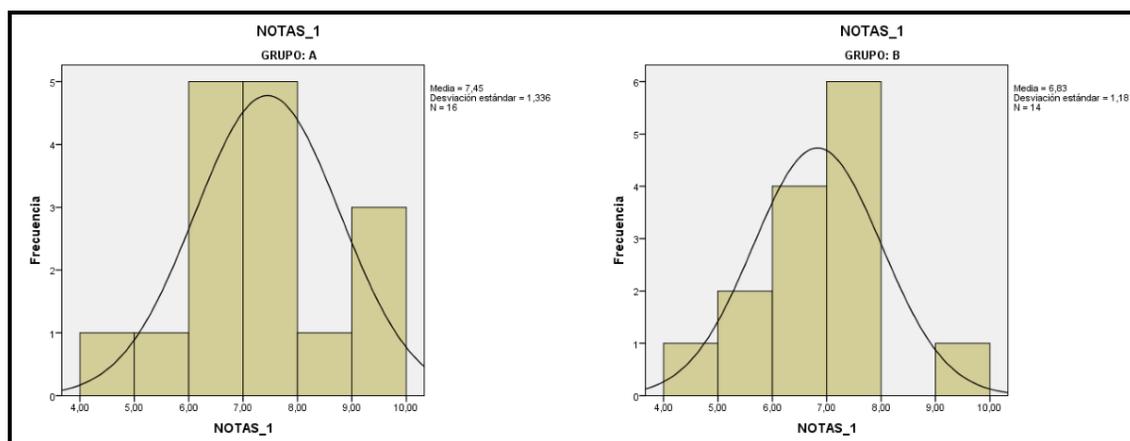
Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Con el comando histograma en el programa SPSS, se obtuvo la representación gráfica de la curva de normalidad que guía el análisis de la normalidad de los datos en los dos grupos participantes como se indican en la Figura 37. Analizando las medidas de forma con relación al coeficiente de asimetría (A_s) y al coeficiente de apuntamiento o curtosis (A_p) de la distribución de los datos en torno a su media se puede señalar que:

El grupo de experimentación con un coeficiente de asimetría $A_s = -0,013$ los datos son bastante simétricos, también, son ligeramente platicúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p < 0$. Mientras que en grupo de control con un coeficiente de asimetría $A_s = -0,401$ los datos son ligeramente simétricos, también, son ligeramente leptocúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p > 0$.

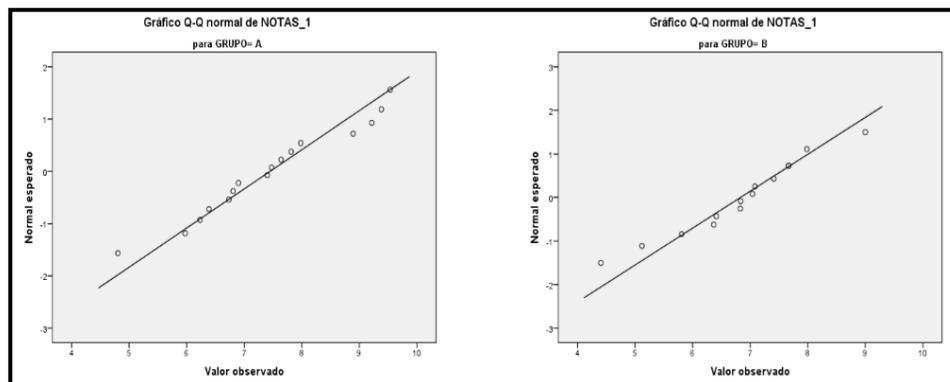
Figura 37

Curva de normalidad PP-SC



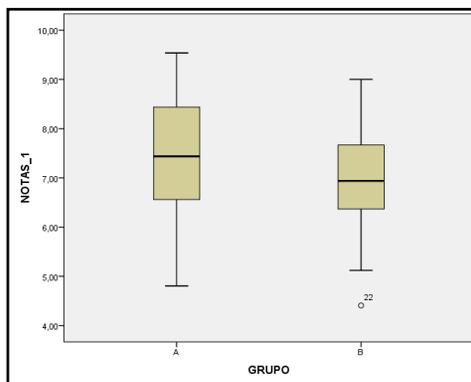
Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Las representaciones gráficas de la recta de regresión correspondientes a los diagramas Q_Q Plot del grupo (MAE "A") y del grupo (MAE "B") que se muestran en la Figura 38 indica que existe una correlación lineal fuerte, es decir los datos promedios de notas se encuentran bien distribuidos con respecto a la media.

Figura 38*Recta de regresión PP-SC*

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Con el programa SPSS, se obtuvo la representación el diagrama de caja y bigotes, que guía el análisis de la normalidad de los datos de los dos grupos participantes en la investigación como se indican en la Figura 39. En el diagrama correspondiente al grupo (MAE "A") la mediana se encuentra ligeramente desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una ligera asimetría hacia los valores bajos. En el diagrama correspondiente al grupo (MAE "B") la mediana se encuentra ligeramente desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una asimetría casi nula, se puede inferir que existe la presencia de un valor atípico.

Figura 39*Diagrama de caja y bigotes PP-SC*

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Prueba de normalidad prueba PP-CC. Mediante el comando explora en el programa SPSS, se obtuvo los estadísticos para los 16 estudiantes del grupo experimental (MAE "A") y los 14 estudiantes del grupo de control (MAE "B"). La Tabla 76, muestra las medidas de tendencia central de cada grupo para la prueba procesual con utilización de la calculadora con pantalla gráfica (PP-CC), en se puede apreciar para un 95% de intervalo de confianza para la media, la cual se ubica en 6,97 para el grupo experimental donde se implementó la metodología ACODESA y una media de 6,05 para el grupo de control asistido con el modelo tradicional, los promedios difieren aproximadamente un punto en sus valores centrales.

Tabla 76*Estadístico descriptivo PP-CC*

PRUEBA	GRUPO	Estadístico	Error estándar		
MAE "A"	Media	6,9719	,38624		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,1486		
		Límite superior	7,7951		
	Media recortada al 5%	6,9888			
	Mediana	6,9000			
	Varianza	2,387			
	Desviación estándar	1,54494			
	Mínimo	4,66			
	Máximo	8,98			
	NOTAS PP-CC	Rango	4,32		
Rango intercuartil		3,11			
Asimetría		-,078	,564		
Curtosis		-1,556	1,091		
MAE "B"		Media	6,0950	,22995	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,5982	
			Límite superior	6,5918	
		Media recortada al 5%	6,0611		
Mediana	6,0700				
Varianza	,740				

PRUEBA	GRUPO	Estadístico	Error estándar
	Desviación estándar	,86041	
	Mínimo	4,91	
	Máximo	7,89	
	Rango	2,98	
	Rango intercuartil	,91	
	Asimetría	,954	,597
	Curtosis	,532	1,154

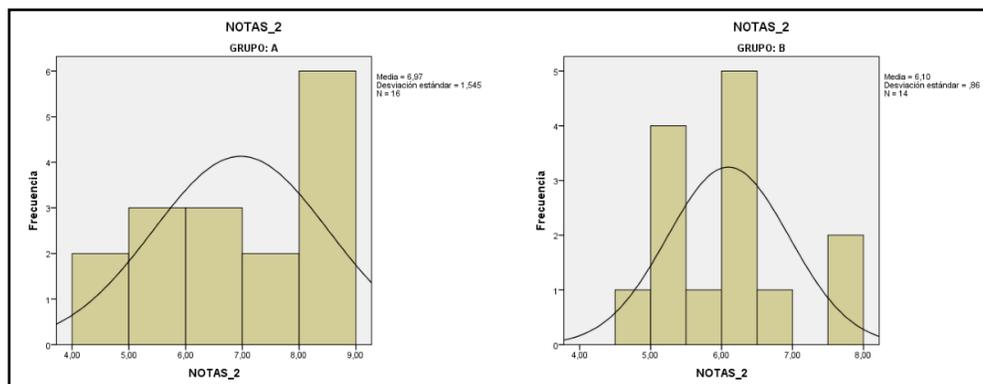
Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Con el programa SPSS, se obtuvo la representación gráfica de la curva de normalidad de los datos en los dos grupos participantes como se indican en la Figura 40. Analizando las medidas de forma con relación al coeficiente de asimetría (A_s) y al coeficiente de apuntamiento o curtosis (A_p) de la distribución de los datos en torno a su media se puede señalar que:

El grupo de experimentación (MAE "A") con un coeficiente de asimetría $A_s = -0,78$ los datos son ligeramente simétricos, también, son platicúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p < 0$. Mientras que en grupo de control (MAE "B") con un coeficiente de asimetría $A_s = 0,954$ los datos son ligeramente asimétricos, también, son ligeramente leptocúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p > 0$.

Figura 40

Curva de normalidad PP-CC

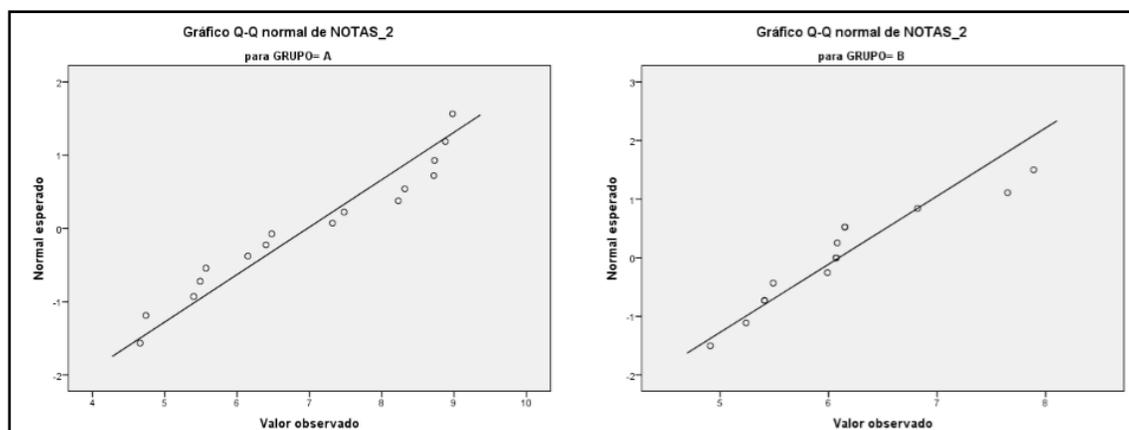


Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Las representaciones gráficas de la recta de regresión correspondientes a los diagramas Q-Q Plot del grupo (MAE "A") y del grupo (MAE "B") que se muestran en la Figura 41 muestran que existe una correlación lineal moderada, es decir los datos promedios de notas se encuentran ligeramente distribuidos con respecto a la media.

Figura 41

Recta de regresión PP-CC



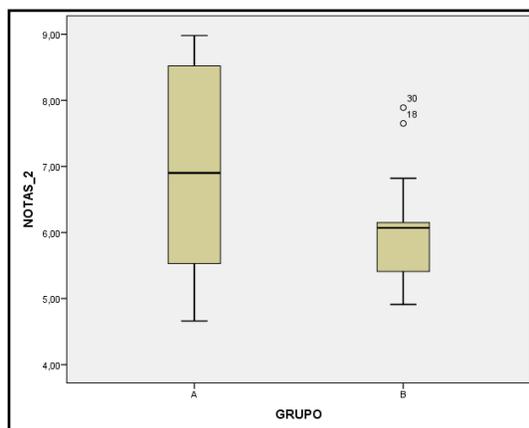
Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Con el comando histograma en el programa SPSS, se obtuvo la representación el diagrama de caja y bigotes, que guía el análisis de la normalidad de los datos de los dos grupos participantes en la investigación como se indican en la Figura 42. En el diagrama correspondiente al grupo de experimentación (MAE "A") la mediana se encuentra ligeramente desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una ligera asimetría hacia los valores bajos, se puede inferir que no existe la presencia de valores atípicos.

En el diagrama correspondiente al grupo de control (MAE "B") la mediana se encuentra fuertemente desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una asimetría, con fuerte concentración hacia los valores altos, se puede inferir que existe la presencia de dos valores atípicos.

Figura 42

Diagrama de caja y bigotes PP-CC



Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Prueba de normalidad prueba PF-SC. Mediante el comando *explora* en el programa SPSS, se obtuvo los estadísticos para los 16 estudiantes del grupo experimental (MAE "A") y los 14 estudiantes del grupo de control (MAE "B"). La Tabla 77, muestra las medidas de tendencia central de cada grupo para la prueba final sin calculadora (PF-SC), en se puede apreciar para un 95% de intervalo de confianza para la media, la cual se ubica en 7,17 para el grupo experimental donde se implementó la metodología ACODESA y una media de 6,50 para el grupo de control asistido con el modelo tradicional, los promedios difieren 0,67 puntos en sus valores centrales.

Tabla 77

Estadístico descriptivo PF-SC

PRUEBA	GRUPO	Estadístico	Error estándar	
PF-SC		Media	7,1694	
	MAE "A"	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,5251
			Límite superior	7,8136
		Media recortada al 5%	7,1682	

PRUEBA	GRUPO	Estadístico	Error estándar	
MAE "B"	Mediana	7,3300		
	Varianza	1,462		
	Desviación estándar	1,20902		
	Mínimo	5,01		
	Máximo	9,35		
	Rango	4,34		
	Rango intercuartil	2,03		
	Asimetría	-,093	,564	
	Curtosis	-,514	1,091	
	Media	6,5029	,35305	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,7401	
		Límite superior	7,2656	
	Media recortada al 5%	6,4771		
	Mediana	6,6400		
	Varianza	1,745		
	Desviación estándar	1,32098		
	Mínimo	4,12		
	Máximo	9,35		
	Rango	5,23		
	Rango intercuartil	1,56		
	Asimetría	,149	,597	
Curtosis	,826	1,154		

Nota: Obtenido de Programa estadístico SPSS

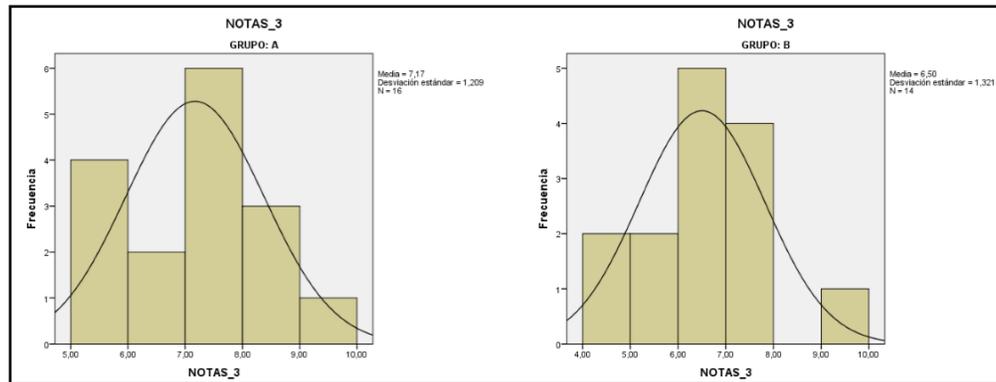
Con el comando histograma en el programa SPSS, se obtuvo la representación gráfica de la curva de normalidad que guía el análisis de la normalidad de los datos en los dos grupos participantes como se indican en la Figura 43. Analizando las medidas de forma con relación al coeficiente de asimetría (A_s) y al coeficiente de apuntamiento o curtosis (A_p) de la distribución de los datos en torno a su media se puede señalar que:

El grupo de experimentación (MAE "A") con un coeficiente de asimetría $A_s = -0,093$ los datos son bastante simétricos, también, son ligeramente platicúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p < 0$. Mientras que en grupo de control (MAE "B") con un coeficiente de asimetría

$A_s = 0,149$ los datos son ligeramente simétricos, también, son ligeramente leptocúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p > 0$.

Figura 43

Curva de normalidad PF-SC

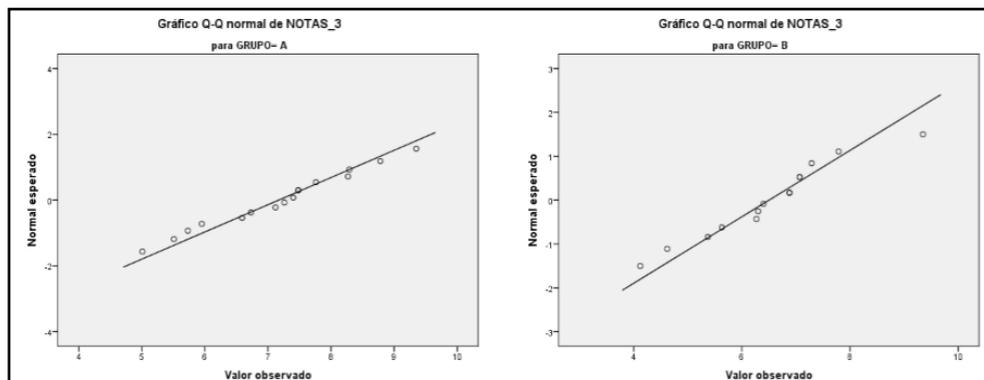


Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Las representaciones gráficas de la recta de regresión correspondientes a los diagramas Q-Q Plot del grupo (MAE "A") y del grupo (MAE "B") que se muestran en la Figura 44 indican que existe una correlación lineal fuerte, es decir los datos promedios de notas se encuentran bien distribuidos con respecto a la media.

Figura 44

Recta de regresión PF-SC



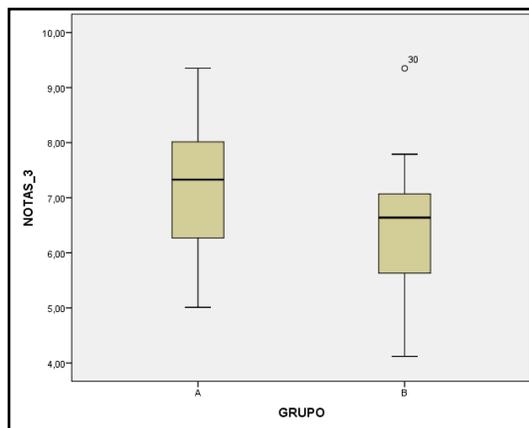
Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Con el comando histograma en el programa SPSS, se obtuvo la representación el diagrama de caja y bigotes, que guía el análisis de la normalidad de los datos de los dos grupos participantes en la investigación como se indican en la Figura 45. En el diagrama correspondiente al grupo de experimentación (MAE "A") la mediana se encuentra ligeramente desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una ligera asimetría hacia los valores altos, se puede inferir que no existe la presencia de valores atípicos.

En el diagrama correspondiente al grupo de control (MAE "B") la mediana se encuentra desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una asimetría, con una concentración hacia los valores bajos, se puede inferir que existe la presencia de un valor atípico.

Figura 45

Diagrama de caja y bigotes PF-SC



Prueba de normalidad prueba PF-CC. Mediante el comando explora en el programa SPSS, se obtuvo los estadísticos para los 16 estudiantes del grupo experimental (MAE "A") y los 14 estudiantes del grupo de control (MAE "B"). La Tabla 78, muestra las medidas de tendencia central de cada grupo para la prueba final desarrolladas con calculadora de pantalla gráfica (PF-CC), en que se puede apreciar para un 95% de intervalo de confianza para la media, la cual se ubica en 7,85 para el grupo experimental donde se implementó la metodología

ACODESA y una media de 7,00 para el grupo de control asistido con el modelo tradicional, los promedios difieren 0,85 puntos en sus valores centrales.

Tabla 78

Estadístico descriptivo PF-CC

PRUEBA	GRUPO	Estadístico	Error estándar	
MAE "A"	Media	7,8450	,29969	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,2062	
		Límite superior	8,4838	
	Media recortada al 5%	7,8561		
	Mediana	8,0000		
	Varianza	1,437		
	Desviación estándar	1,19877		
	Mínimo	5,68		
	Máximo	9,81		
	Rango	4,13		
	Rango intercuartil	2,04		
	Asimetría	,008	,564	
	Curtosis	-,773	1,091	
	MAE "B"	Media	6,9964	,26981
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,4135
Límite superior			7,5793	
Media recortada al 5%		7,0133		
Mediana		7,1050		
Varianza		1,019		
Desviación estándar		1,00952		
Mínimo		4,70		
Máximo		8,99		
Rango		4,29		
Rango intercuartil		1,15		
Asimetría		-,387	,597	
Curtosis		1,654	1,154	

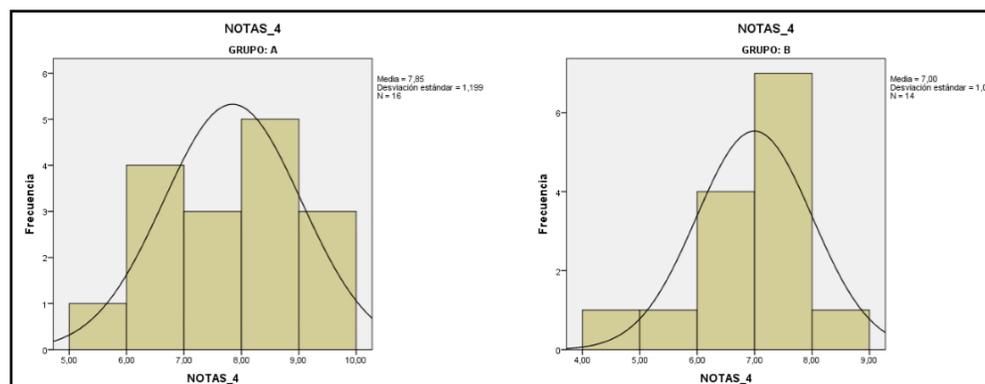
Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Con el comando histograma en el programa SPSS, se obtuvo la representación gráfica de la curva de normalidad que guía el análisis de la normalidad de los datos en los dos grupos participantes como se indican en la Figura 46. Analizando las medidas de forma con relación al coeficiente de asimetría (A_s) y al coeficiente de apuntamiento o curtosis (A_p) de la distribución de los datos en torno a su media se puede señalar que:

El grupo de experimentación (MAE "A") con un coeficiente de asimetría $A_s = 0,008$ los datos son simétricos, también, son ligeramente platicúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p < 0$. Mientras que en grupo de control (MAE "B") con un coeficiente de asimetría $A_s = -0,387$ los datos son ligeramente simétricos, también, son leptocúrticos por tener un coeficiente de apuntamiento $A_p > 0$.

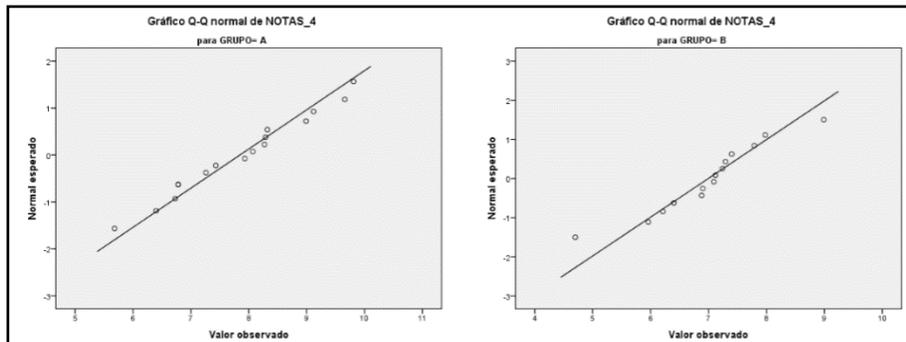
Figura 46

Curva de normalidad PF-CC



Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

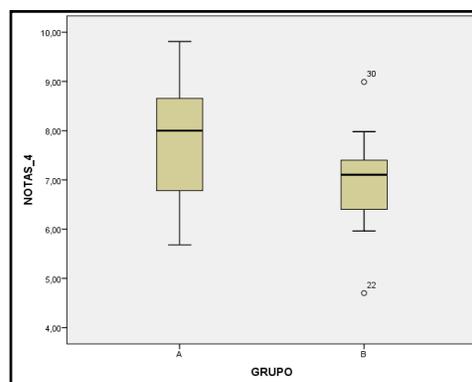
Las representaciones gráficas de la recta de regresión correspondientes a los diagramas Q_Q Plot del grupo (MAE "A") y del grupo (MAE "B") que se muestran en la Figura 47 indican que existe una correlación lineal fuerte, es decir los datos promedios de notas se encuentran bien distribuidos con respecto a la media.

Figura 47*Recta de regresión PF-CC*

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Con en el programa SPSS, se obtuvo la representación el diagrama de caja y bigotes, que guía el análisis de la normalidad de los datos de los dos grupos participantes en la investigación como se indican en la Figura 48. En el diagrama correspondiente al grupo (MAE "A") la mediana se encuentra ligeramente desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una ligera asimetría hacia los valores altos, se puede inferir que no existe la presencia de valores atípicos.

En el diagrama correspondiente al grupo (MAE "B") la mediana se encuentra desplazada con relación a la mitad de la caja, denotando una asimetría hacia los valores altos, se puede inferir que existe la presencia de dos valores atípicos.

Figura 48*Diagrama de caja y bigotes PF-CC*

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Prueba de Shapiro Wilk. Puesto que, los estadísticos descriptivos y los gráficos no permiten determinar con certeza si la variable dependiente sigue una distribución normal y considerando que el tamaño de la muestra de la investigación es menor a 50 participantes, se procede a utilizar el estadígrafo Shapiro Wilk, para comprobar las hipótesis de normalidad, la misma que establece como hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_1) lo siguiente:

Hipótesis nula H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis alternativa H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Los resultados obtenidos mediante el programa estadístico SPSS, se indican en la Tabla 79. Para cada uno de los grupos y pruebas procesuales y finales con y sin la utilización de la calculadora de pantalla gráfica.

Tabla 79

Prueba de normalidad

PRUEBA	GRUPO MAE	Kolmogorov - Smirnov ^a			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NOTAS PP-SC	A	,110	16	,200*	,964	16	,735
	B	,142	14	,200*	,974	14	,926
NOTAS PP-CC	A	,167	16	,200*	,907	16	,106
	B	,260	14	,011	,894	14	,092
NOTAS PF-SC	A	,109	16	,200*	,979	16	,959
	B	,144	14	,200*	,967	14	,828
NOTAS PF-CC	A	,125	16	,200*	,969	16	,827
	B	,168	14	,200*	,961	14	,735

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

El criterio de normalidad indica que si el valor **p** o grado de significancia **sig** es menor que $\alpha=0,05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0), mientras que si el valor de **p** es mayor o igual que $\alpha=0,05$

se acepta la hipótesis nula (H_0). Considerando la columna **sig**, de la Tabla 63, los valores de **p** para el grupo experimental como para el grupo de control en cada una de las pruebas son mayores que 0,05, permitiendo concluir de esta manera que los datos de los promedios obtenidos en los dos grupos participantes siguen una distribución normal.

Prueba de Levene, homogeneidad de varianzas. Para determinar la igualdad o homogeneidad de varianzas por medio del programa SPSS se considera el total de pruebas para el grupo experimental (MAE "A") como el grupo de control (MAE "B"), mediante la prueba Levene se establece como hipótesis nula (H_0) y como hipótesis alternativa (H_1) lo siguiente:

Hipótesis nula H_0 : La varianza de los dos grupos son iguales entre sí.

Hipótesis alternativa H_1 : La varianza de los dos grupos son diferentes entre sí.

Los resultados obtenidos por el estadístico SPSS se indican en la Tabla 80.

Tabla 80

Notas totales (MAE "A") vs (MAE "B")

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,245	1	118	,137

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

El criterio de homogeneidad indica que si el valor **p** o grado de significancia **sig** es menor que $\alpha=0,05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0), mientras que si el valor de **p** es mayor o igual que $\alpha=0,05$ se acepta la hipótesis nula (H_0). Considerando la columna **sig**, de la Tabla 80, el valor de **p** es mayor que 0,05, permitiendo concluir que las varianzas de las notas totales de los grupos participantes son homogéneas o iguales.

Prueba de contraste de medias con t-Student. Una vez realizada la verificación de normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro Wilk y la homogeneidad o igualdad de varianzas a través del estadístico de Levene, se realiza el contraste de medias empleando el criterio de igualdad de varianzas para muestras independientes.

Empleando el estadístico de prueba t-Student y el programa SPSS se realizó las verificaciones de las hipótesis originales planteadas en la investigación.

- Hipótesis nula (H_0): $X_A \leq X_B$

“El rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, donde se aplicó la metodología ACODESA, es menor o igual que, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) donde no se aplicó dicha metodología”.

- Hipótesis alternativa (H_1): $X_A > X_B$

“El rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, donde se aplicó la metodología ACODESA, es mayor que, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) donde no se aplicó dicha metodología”.

Los resultados obtenidos para el estadístico de prueba t-Student mediante el programa SPSS se muestran en la Tabla 81 que permitieron verificar la hipótesis de estudio.

Tabla 81

Prueba t-Student de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de Varianzas		Prueba t para igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (Bilateral)	Diferencias de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
Notas promedios	Se asume varianzas iguales	2,245	0,137	3,300	118	0,001	0,75241	0,22802	0,30086	1,20396
	No se asume varianzas iguales			3,337	117,863	0,001	0,75241	0,22547	0,30591	1,19891

Nota: Obtenido de programa estadístico SPSS

Analizando la columna Sig. (bilateral) de la prueba de t-Student se obtiene un valor de $p = 0,001$ menor a $\alpha = 0,05$, como $p < \alpha$; se afirma que existe suficiente evidencia estadística para inferir que la hipótesis nula (H_0) es falsa, por lo que se concluye que: “El rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) del Programa del Diploma (PD) del bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, donde se aplicó la metodología ACODESA, es mayor que, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) donde no se aplicó dicha metodología”. Permitiendo comprobar de esta forma la hipótesis de investigación.

Capítulo 5

Conclusiones y Recomendaciones

Respuestas a las interrogantes planteadas en la investigación

Concluida la investigación se procede a responder las interrogantes planteadas en el numeral 1.2, formulación del problema.

- ¿De qué manera la metodología ACODESA contribuye a mejorar el desempeño académico que guarda relación con el rendimiento de los estudiantes del grupo MAE?
- ¿Será que las actividades diseñadas y aplicadas a los estudiantes del grupo MAE contribuyen con el fortalecimiento de la modelación matemática?
- ¿Será que el diseño, análisis y aplicación de reactivos de opción múltiple (ROM) en línea coadyuvan a la consecución del fortalecimiento en modelación matemática?

Conclusiones

Los resultados alcanzados en esta investigación permiten plantear las siguientes conclusiones sobre el análisis, diseño y aplicación de pruebas en línea para el fortalecimiento de la modelación matemática en los estudiantes del grupo MAE del programa del diploma (PD) del bachillerato internacional (IB), del colegio Internacional Rudolf Steiner, asistido mediante la metodología ACODESA (Aprendizaje en Colaboración, Debate científico y Autoreflexión), para los contenidos MN.1 (aritmética y álgebra), MN.2 (funciones), MN.3 (trigonometría y geometría) y MN.5 (cálculo diferencial).

- El fortalecimiento de la competencia matemática tuvo como sustento la puesta en escena de la metodología ACODESA, mediante la selección de actividades que permitieron desarrollar la modelación matemática, rompiendo de esta forma las prácticas tradicionales basadas en los libros de textos, ejercicios y problemas, donde el docente juega un papel de expositor. Las actividades desarrolladas como (series logarítmicas, el logotipo de Logan, la noria, el mandala, el contenedor...), se encuentran basadas en contextos que permiten a los estudiantes desarrollar enfoques de aprendizaje y enseñanza estimulantes, para hacerse por sí mismo del conocimiento, permitiendo de esta manera el fortalecimiento en la modelación matemática.
- Por tratarse de una investigación correlacional, la experiencia se desarrolló con dos grupos denominados grupo de experimentación (MAE "A") y grupo de control (MAE "B") donde previo al tratamiento de los diferentes contenidos: MN.1, MN.2, MN.3 y MN.5 se aplicó para cada etapa inicial una evaluación diagnóstica (DG), en línea a través de la plataforma Moodle con reactivos de selección múltiple (ROM), donde los promedios obtenidos reflejaron que un 96% del grupo experimentación y un 89% del grupo de control, presentaron dificultades en los temas propuestos en la investigación del grupo de matemáticas análisis y enfoques (MAE) del bachillerato internacional. Permitiendo de esta manera tener un punto referencial para el diseño de actividades que permitan el desarrollo de la competencia en modelación matemática.
- Durante el desarrollo de la investigación se incorporó en la parte formativa o procesual el desarrollo de actividades que permitan fortalecer la competencia en modelación matemática asistido por medio de la metodología ACODESA en el grupo de experimentación (MAE "A") y su constante evaluación en línea a través de la plataforma Moodle con reactivos de opción

múltiple (ROM) denominados como pruebas procesuales (PP) para los dos grupos participantes, donde los promedios obtenidos reflejaron que un 53% del grupo experimentación y un 32% del grupo de control, han desarrollado habilidades de aprendizaje en modelación matemática con relación a los contenidos del grupo (MAE) del bachillerato internacional (IB).

- En la etapa final de la investigación se realizó el diseño, validación y ejecución de reactivos de opción múltiple (ROM) siguiendo la matriz propuesta por Haladyna & Moreno. La validación de los reactivos estuvo a cargo de tres docentes externos a la institución donde se aplicó la investigación, quienes tienen un amplio conocimiento de la asignatura y una amplia trayectoria en el bachillerato internacional (IB), facilitando de esta forma la ejecución de la prueba final (PF).

Los reactivos para las pruebas finales (PF) fueron previamente categorizados y almacenados en Moodle en un banco de preguntas y aplicados al final de cada contenido a los dos grupos participantes en la investigación. Estas pruebas estuvieron compuestas por reactivos de opción múltiple (ROM), desarrolladas en línea a través de la plataforma Moodle, donde los promedios obtenidos reflejaron que un 66% del grupo experimentación y un 46% del grupo de control, han desarrollado habilidades de aprendizaje en modelación matemática con relación a los contenidos del grupo (MAE) del bachillerato internacional (IB).

- Por último al interpretar los resultados obtenidos por la Prueba t-Student, para dos muestras suponiendo varianzas iguales, el valor de la significancia corresponde a $0,001 < 0,05$, con lo que se puede verificar con un 95% de confiabilidad que entre los grupos de experimentación y de control existen diferencias significativas.

Permitiendo de esta forma inferir que la hipótesis nula es falsa, concluyendo que: El rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) del programa del diploma (PD) del

bachillerato internacional (IB) del colegio internacional Rudolf Steiner, donde se aplicó la metodología ACODESA, es mayor que, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo (MAE) donde no se aplicó dicha metodología.

Recomendaciones

- El empleo sistemático en el aula de la metodología ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y autoreflexión) permite trabajar y desarrollar en los estudiantes habilidades y competencias que ayudan a desenvolverse en entornos competitivos y cambiantes, mediante la participación dinámica del alumno asumiendo un papel de protagonista, rompiendo paradigmas de la educación tradicional.
- La metodología ACODESA en el medio nacional es desconocida en su totalidad, sin embargo, en otros países como: Colombia, México, España, entre otros han evidenciado el desarrollo de esta metodología en el mejoramiento de la competencia en modelaciones matemáticas mediante investigaciones en diferentes niveles de educación, permitiéndome sugerir a docentes en matemáticas y otras asignaturas incursionar esta metodología en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- En el diseño o adaptación de actividades a desarrollarse en el aula a través de la metodología ACODESA, es importante que el docente considere las diferentes etapas que involucra esta metodología, para obtener los resultados deseados en el fortalecimiento de la modelación matemática.
- Como recomendación la utilización de entornos virtuales como la plataforma Moodle en el proceso de evaluación en línea es importante porque permite la ejecución, la retroalimentación (feed-back) y el análisis de los resultados de manera oportuna e inmediata. Ambientes virtuales como Moodle admiten al docente la reutilización de

reactivos categorizados como banco de preguntas en diferentes secciones y años escolares optimizando tiempo en crear, generar y procesar los resultados alcanzados por los alumnos.

Referencias Bibliográficas

- Abreu, J y Bracho, J. (2018). Una propuesta para mejorar la educación matemática, Grupo de Estándares del Seminario Universitario para la Mejora de la Educación Matemática SUMEM, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Alsina, Ángel. (2016). Diseño, gestión y evaluación de actividades matemáticas competenciales en el aula, Revista de Educación Matemática, Épsilon, volumen 33, No. 92, pp. 7-29.
- Álvarez, M. y Blanco, L. (2015). Evaluación en Matemáticas: Introducción al Álgebra y Ecuaciones en 1° ESO. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, UNIÓN, ISSN: 1815-0640, No. 42, noviembre, pp. 133-149.
- Alivez, Walter. (2016). Transmisión aritmética al algebra en la factorización de expresiones algebraicas, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. Medellín-Colombia.
- Bisquerra, Rafael, (2009). Metodología de la Investigación Educativa, Editorial La Muralla, S.A, ISBN: 978-84-7133-748-1.
- Boscán, M. y Klever, K. (2012). Metodología basada en el método heurístico de Polya para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos, Escenarios, Volumen 10, No. 2, julio-diciembre, pp. 7-19.
- Bustos, Álvaro. (2015). Evolución de los tipos de pruebas que proporcionan estudiantes al trabajar con la metodología de aprendizaje colaborativo, debate científico y auto-reflexión, Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav. México.
- Bustos, A. y Román M. (2011). La importancia de evaluar la incorporación y el uso de las TIC en educación, Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, ISSN: 1989-0397, Volumen 4, No. 2.
- Caraballo, Rosa. (2014). Diseño de pruebas para la evaluación diagnóstica en matemáticas. Una

experiencia con profesores, Universidad de Granada, Facultad de Ciencias de la Educación Departamento de Didáctica de la Matemática, Granados.

Castejón, J. Capllonch, M. (2009). Técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida para la docencia universitaria, Madrid-Narcea, pp. 65-91.

Catellanos, Martha. (2015). ¿Son las TIC realmente, una herramienta valiosa para fomentar la calidad de la educación? Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo, Working Paper, No. 2, diciembre.

Centeno, D. y Obando, A. (2015). Sistema de evaluaciones en línea como herramienta para los niveles de educación media superior, Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo RIDE, ISSN: 2007 – 7467, vol. 6, No. 11.

Cerda, J.; Fernández, M. y Meneses, J. (2014). Propuesta didáctica con enfoque constructivista para mejorar el aprendizaje significativo de las matemáticas, Revista Iberoamericana de Educación Matemática, UNION, ISSN: 1815-0640, No. 38, pp. 33-49.

Cook, T.; Reichardt, CH. (2005). Métodos cualitativos y cuantitativos en la investigación evaluativa, Ediciones MORATA, S.L., ISBN: 13:978-847112-310-7, Madrid-España.

Cortés, J.; Hitt, F. y Saboya, M. (2015). De la Aritmética al Álgebra: Números Triangulares, tecnología y ACODESA, Universidad Michoacana, México, octubre-febrero.

Díaz Barriga A. (2000). El problema de la teoría de la evaluación y de la cuantificación del aprendizaje en el Examen: textos para su historia y debate. México, DF.

Espinoza, Gustavo. (2017). Evaluación de los perfiles de aprendizaje en los estudiantes de matemáticas, propuesta de un sistema de diagnóstico, Universidad de Guayaquil, facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Guayaquil – Ecuador.

Flores, C. y García J. (2016). Concepciones de Profesores de Matemáticas sobre la Evaluación

y las Competencias, NÚMEROS Revista de Didáctica de las Matemáticas, ISSN: 1887-1984, volumen 92, julio, pp. 71- 92.

Font, V.; Godino, J; y Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. Educational Studies in Mathematics, pp. 97-124.

Fonseca, H.; Pinzón, L. y Pinzón, A. (2014). Como inciden los ambientes virtuales de aprendizaje sobre actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes de secundaria, Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE.

Franco, Antonio. (2016). La brecha entre el perfil de salida del bachillerato y los perfiles de entrada en las universidades en el Ecuador, VI Conferencia Latinoamericana sobre Abandono en la Educación Superior, CLABES, Escuela Politécnica Nacional.

Gallart, C.; Palomares, I. y García, L. (2015). El profesor ante la actividad modelizadora en el aula de secundaria. Suma, volumen 79, pp. 9-16, julio.

García, Ramón. (2017). Diseño y construcción de un instrumento de evaluación de la competencia matemática: aplicabilidad práctica de un juicio de expertos, Universidad de la Castilla La Mancha, Albacete-España, pp. 347-371.

Godino, J.; Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. ZDM Mathematics Education, Berlin, Volumen 39, No. 1, enero, pp. 127 – 135.

Godino, J.; Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. Recherches en Didactiques des Mathematiques, Grenoble, Volumen 26, No. 1, pp. 39-88.

Godino, J.; Giacomone, B. y Batanero, C. (2017). Enfoque Ontosemiótico de los Conocimientos y Competencias del Profesor de Matemáticas, Boletín de Educación Matemática, BOLEMA, volumen 31, No. 57, pp. 90-113, enero-abril.

Gómez, F.; Silas, J. y Miranda, E. (2015). Un modelo para la enseñanza de las matemáticas en

secundaria, Diálogos sobre Educación, ISSN 2007-2171, No. 10, enero-junio.

Gonczy, Andrew. (1997). Enfoques de la educación basada en competencias: La experiencia australiana, La Academia, noviembre-diciembre.

González, A.; Calderón, S. e Hidalgo, R. (2004). Utilización de la plataforma Moodle en la enseñanza. XII Jornadas de ASEPUMA, 10.

González, V.; Echeverría, S.; y Sotelo, M. (2017). Desempeño en Matemáticas: Reporte de Artículos en base de datos y revistas, XIV Congreso Nacional de Educación Investigativa-COMIE, San Luis Potosí.

González, J. y Flórez, J. (2018). La modelación de la matemática y construcción de la covariación lineal, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Educación. Bogotá-Colombia.

Goñi, Félix. (2018). Plataforma chamilo como herramienta e-learning y b-learning en el aprendizaje de matemática en los estudiantes del ciclo avanzado del CEBA “Rosa de Santa María”, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán Valle, escuela de posgrado, Lima-Perú.

Gaugcha, Carlos. (2017). Análisis comparativo de las competencias Matemáticas desarrolladas en los estudiantes del tercer año del BGU y tercer año del BI, en la unidad educativa Riobamba, período 2016-2017, Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Educación, Humana y Tecnológicas, Carrera de Ciencias Exactas, Riobamba – Ecuador.

Haladyna, T.; Downing, S. y Rodriguez, M. (2002). A Review of Multiple-Choice tem-Writing Guidelines for Classroom Assessment, Applied measurement in education. (15) 3, pp. 309-334.

Hall, Gene. (2014). Evaluando los procesos de cambio. Midiendo el grado de implementación (constructos, métodos e implicaciones), Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, REICE, ISSN: 1696-4713, Volumen 12, pp. 99-130.

- Hernández, S. Fernández, C y Baptista, C. (2004). Metodología de la investigación. México, McGraw Hill Interamericana.
- Hitt, F. y Cortés, C. (2009). Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelización matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas, Revista digital Matemática, Educación e Internet, volumen 10, No. 1.
- Iglesias, A. Olmos, S. (2014). Evaluar para optimizar el uso de la plataforma Moodle en el departamento de didáctica, organización y métodos de investigación, marzo, pp. 23-42.
- Keys, C. y Bryan, L. (2001). La co-construcción de la ciencia basada en la investigación con los docentes. Revista de investigación en profesores de ciencias, pp 631-645.
- Larios, I. y Moran, B. (2014). Diseño de secuencia didáctica para promover un acercamiento intuitivo a la correlación lineal, en estudiantes del bachillerato tecnológico, utilizando metodología ACODESA, Universidad de Sonora, México, pp. 585-592.
- León, M.; Báez, J. y Corona, M. (2017). Análisis de validez de la prueba Planea de EMS, área matemática, Cinvestav-IPN, volumen 9, julio-diciembre, pp. 42-51, Puebla-México.
- Martínez, Alejandro (2017). Exámenes con corrección automática para la mejora de los sistemas de evaluación, V Jornadas Internacionales sobre Innovación Docente en las Titulaciones Técnicas, Granados, 19 de octubre.
- Martínez, C. y Fernández M. (2014). El uso de Moodle como entorno virtual de apoyo a la enseñanza presencial, Ed. Alcoy, marzo, pp. 291-300.
- Martínez, X. y Camarena, P. (2015). La educación matemática del siglo XXI: Conclusiones del presente y futuro, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. Primera edición.
- Mediavilla, M. y Escardíbul, J. (2014). ¿Son las TIC un factor clave en la adquisición de

competencias? Un análisis con evaluaciones por ordenador, Depòsit Digital, Universitat de Barcelona, noviembre, pp. 67-96.

Monje, Carlos (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa, guía didáctica, Universidad Surcolombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Programa de Comunicación Social y Periodismo, Neiva-Colombia.

Moreira, A. y Segura, A. (2014). E-Learning: Enseñar y Aprender en Espacios Virtuales, Tecnología Educativa, 31 de julio.

Moreno, R.; Martínez, R. y Muñiz, J. (2004). Directrices para la construcción de ítems de elección múltiple. *Psicothema*, 16(3).

Murillo, Javier (2007). Resultados de aprendizaje en América Latina a partir de las evaluaciones nacionales, Informe de Seguimiento de la Educación para Todos en el Mundo 2008 “Educación para Todos en 2015 ¿Alcanzaremos la meta?” UNESCO/OREALC.

Murillo, P. y Oliver, J. (2013). El SABER en el diagnóstico de conocimientos y autoevaluación y estudios de asignaturas del bachillerato en la UNAM, III Conferencia Latinoamericana sobre Abandono en la Educación Superior, CLABES, UNAM – México.

OCDE (2004). Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de Problemas. Madrid: Ministerio de Educación.

Ochoviet, C, y Skutella K. (2014). Tipos de ejercicios para el aprendizaje de la matemática en línea: El caso de actividades referidas a “REDONDEO”, Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, A.C. Clame, México, DF, pp. 2247-2254.

Organización del Bachillerato Internacional (2019). Programa del Diploma. Guía de Matemáticas, Análisis y Enfoques (MAE), Ginebra-Suiza, febrero.

Ortega, M; Zamora, D; Ulloa, J y González J. (2018). Modelación en el aprendizaje de las

Matemáticas, Universidad Autónoma de Nayrit. Revista EDUCATECONCIENCIA. Tepic-México, Volumen. 18, No. 19. Publicación trimestral abril-junio, pp. 65-78.

Oviedo, John. (2015). La evaluación abierta en el área de matemáticas Colegio Castilla I.E.D. Proyectos educativos mediados por TIC Universidad de la Sabana centro de tecnología, Chía.

Parra, B. (1990). Dos concepciones de resolución de problemas de matemáticas en la enseñanza de las matemáticas en la escuela secundaria, Revista Educación Matemáticas, México, Volumen 2, No. 3, diciembre, pp. 13-32.

Pavón, F. y Martínez, M. (2014). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. Enseñanza de las ciencias, No. 32, pp. 469-492.

Polya, George (1965). Cómo plantear y resolver problemas, Ed. Trillas. México.

Posadas, P. y Gudino, J. (2016). Reflexión sobre la práctica docente como estrategia formativa para desarrollar el conocimiento Didáctico-Matemático, DIDACTICAE, ISSN: 2462-2737 Universidad de Barcelona.

Rico, L. y Lupiáñez, J. (2008). Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular. Madrid. Editorial Alianza.

Rodríguez, G. & Ibarra, M. (2011). e-Evaluación orientada al e-aprendizaje estratégico en educación superior, Madrid-Narcea.

Rodríguez, Luz. (2015). Uso del aula virtual en la Universidad como apoyo a la enseñanza de Matemática, Escuela de Ingenierías de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Sede Ibarra, 10 de febrero.

Rodríguez, Pilar. (2017). Creación, Desarrollo y Resultados de la Aplicación de Pruebas de

Evaluación basadas en Estándares para Diagnosticar Competencias en Matemática y Lectura al Ingreso a la Universidad, Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, pp, 89 -107.

Rodríguez, María. (2012). Didácticas dirigidas a profesor de matemáticas de secundaria con la metodología ACODESA, Universidad de Sonora, División de Ciencias Exactas, Departamento de Matemáticas. Hermosillo-México.

Rodríguez, S.; Ortiz, C. y Agudelo O. (2014). Desarrollo y evaluación de un material didáctico multimedia para facilitar el aprendizaje, Revista de Ciencia Básicas, Universidad de Nueva Granada, volumen 11, No. 1.

Sánchez, María. (2018). Propuesta didáctica para el aprendizaje del cálculo del área de objetos cotidianos planos con los programas Tracker y Geogebra, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, División de Ciencias Básicas. Guadalajara-México.

Soria, Patricia. (2016). Objetos de aprendizaje para la enseñanza de la matemática de noveno año de educación general básica, Departamento de Investigaciones y Posgrados, Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede en Ambato, Ambato-Ecuador.

Tigse, Marcelo. (2018). El impacto de la implementación del bachillerato internacional (BI) con el programa del diploma (PD) en búsqueda de la calidad y excelencia de la Unidad Educativa Tumbaco en los años 2017-2018, Universidad Andina Simón Bolívar, sede en Ecuador, Quito-Ecuador.

Torra, Montserrat. (2014). Indicadores competenciales: un instrumento para la mejora del desarrollo de la competencia matemática, Educación Matemática en la Infancia, Edma, pp. 81-86.

Torres, Merlon. (2017). Indicadores de la Educación en el Ecuador, UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación, ISSN 1390-9150, volumen 4, No. 1, enero-marzo.

- Turriaga, M. y Sierra J. (2014). Metodología de enseñanza-aprendizaje del álgebra para pasar de lo concreto a lo abstracto con el apoyo de tecnología emergente, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, ISBN: 978-84-7666-210-6 - Artículo 546, Buenos Aires – Argentina.
- Unesco. (2016). Informe de seguimiento de la educación en el mundo. La educación al servicio de los pueblos y el planeta.
- Valencia, Gloria. (2017). Razonamiento Lógico Numérico, Lógico Verbal y Lógico Abstracto en la Educación Media y su Influencia en el Ingreso al Sistema Universitario Público del Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, volumen 6, No. 1, pp. 89-95, Quito-Ecuador.
- Valverde, Gabriela. (2013). Promoviendo la competencia matemática desde el contexto de la proporcionalidad, Universidad de Costa Rica, UCR. Facultad de Educación.
- Vintimilla, Erika. (2015). Entornos virtuales de aprendizaje para la formación continua de los estudiantes en educación básica superior y bachillerato de la unidad educativa fiscomisional Mensajeros de la Paz: implementación y evaluación de la plataforma, Universidad de Cuenca, facultad de Ingeniería, escuela de Sistemas, Cuenca-Ecuador.
- Wilson, (1995). Cómo valorar la calidad de la enseñanza. Madrid, Paidós.
- Zaldivar, J. Quiroz, S. (2017). La modelación matemática en los procesos de formación inicial y continua de docentes, Revista de Investigación Educativa de REDIECH. Año 8, No. 15, octubre, pp. 84-110.
- Zambrano, Jimmy. (2016). Una mirada crítica al examen nacional para la educación superior en Ecuador, Revista electrónica EduSol, ISSN: 1729-8091, volumen 16, No. 56, julio-septiembre, pp. 37-51.

Anexos