



**UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Decreto Ejecutivo 575 del 21 de julio de 2004

Acreditada mediante Resolución N°15 del 31 de octubre de 2012

**Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Doctorado en Ciencias de la Educación**

**Aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del
Pensamiento Matemático en estudiantes de los grados
novenos, décimos y once: caso de estudio, I.E.M. Luis**

Eduardo Mora Osejo

Oscar Andrés Rosero Calderón

Panamá, 2024



**UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Decreto Ejecutivo 575 del 21 de julio de 2004

Acreditada mediante Resolución N°15 del 31 de octubre de 2012

**Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Doctorado en Ciencias de la Educación**

**Aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del
Pensamiento Matemático en estudiantes de los grados
novenos, décimos y once: caso de estudio, I.E.M. Luis**

Eduardo Mora Osejo

**Trabajo presentado para optar al grado de Doctor en
Ciencias de la Educación**

Oscar Andrés Rosero Calderón
Cédula de ciudadanía 13.068.483
Director: Jimmy Yordany Ardila Muñoz
Panamá, 2024

Aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del Pensamiento
Matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once: caso
de estudio, I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo

Oscar Andrés Rosero Calderón

Autor

Cédula de Ciudadanía

13.068.483 de Pasto

Teléfono: 3166209327

rosero.calderon@gmail.com

Jimmy Yordany Ardila Muñoz

Director

Dedicatoria

Dedico este trabajo en primer lugar y como fundamento de mi vida a Dios, cuya luz y guía han sido la fuente de inspiración constante en mi viaje académico.

A mi amada esposa, Luisa, cuyo apoyo inquebrantable y amor incondicional han sido mi roca y mi motivación para alcanzar este logro.

A mis hijos y mi querida familia, por su constante apoyo, paciencia y aliento a lo largo de este arduo camino.

Y especialmente mis padres, cuyo amor, sacrificio y orientación han sido el fundamento de mi educación y mi determinación. Este logro es un testimonio de su influencia en mi vida.

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta Tesis Doctoral. En primer lugar, agradezco al Doctor Jimmy Ardila, mi director de tesis, cuya orientación experta y consejos acertados fueron fundamentales en cada etapa de este proyecto. Su apoyo inquebrantable y dedicación a mi crecimiento académico han dejado una huella imborrable en mi formación como investigador.

También quiero extender mi gratitud a la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo, por brindarme la oportunidad de desarrollar y aplicar esta investigación en su entorno. La colaboración y el apoyo de la institución fueron esenciales para el éxito de este estudio.

Además, agradezco a los estudiantes y compañeros que participaron en la investigación, cuya inmensa y valiosa colaboración contribuyó de manera significativa a la calidad de los resultados obtenidos. Sin su compromiso y esfuerzo, este trabajo no habría sido posible.

Por último, quiero reconocer a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la culminación exitosa de este proyecto. Su apoyo, ánimo y comprensión desempeñaron un papel vital en este viaje académico.

Este logro no es solo mío, sino el resultado de un esfuerzo colectivo. Estoy profundamente agradecido a todos ustedes por ser parte de este importante capítulo en mi vida.

Resumen

La presente tesis doctoral investiga el aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once, con un enfoque específico en el caso de estudio de la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo. Este estudio analiza en profundidad los efectos de la implementación de secuencias didácticas de Robótica Educativa en las habilidades matemáticas y cognitivas de los estudiantes de educación secundaria.

Los hallazgos de esta tesis doctoral revelan un impacto altamente positivo y significativo de la Robótica Educativa en múltiples dimensiones del pensamiento matemático en estudiantes de estos grados. Los resultados cuantitativos, respaldados por un análisis estadístico robusto, con la estimación de diferencias en diferencias y el valor de d de Cohen, indicaron un cambio sustancial en las habilidades matemáticas de los estudiantes que participaron en las secuencias didácticas de Robótica Educativa en el análisis general, por grados y por dimensiones. Sin embargo, al revisar los resultados por grados y dimensiones, la significancia estadística disminuyó en algunas situaciones, pero siempre siendo positivos en el grupo experimental.

Además de los resultados cuantitativos, se observaron efectos cualitativos significativos, destacando cómo la incorporación de la Robótica Educativa enriquece el proceso de aprendizaje al proporcionar una dimensión práctica y tangible, fortaleciendo la comprensión de conceptos matemáticos abstractos y su aplicación en situaciones reales.

Las recomendaciones derivadas de esta investigación apuntan a la continuación de la implementación de la Robótica Educativa en el currículo de estos grados, la fortaleza en la formación docente, la garantía de acceso a recursos tecnológicos, la promoción del trabajo en equipo, la evaluación continua del progreso y la participación activa de la comunidad educativa.

Palabras clave: robótica, habilidades sociales, material de apoyo didáctico, enseñanza de las matemáticas.

Abstract

This doctoral thesis investigates the contribution of Educational Robotics to the development of mathematical thinking in students in the ninth, tenth and eleventh grades, with a specific focus on the case study of the I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo. This study analyzes in depth the effects of the implementation of Educational Robotics didactic sequences on the mathematical and cognitive skills of secondary education students.

The findings of this doctoral thesis reveal a highly positive and significant impact of Educational Robotics on multiple dimensions of mathematical thinking in students in these grades. The quantitative results, supported by a robust statistic, with the estimation of differences in differences and the value of Cohen's d, indicated a substantial change in the mathematical skills of the students who participated in the Educational Robotics didactic sequences in the general analysis, by degrees and by dimensions. However, when reviewing the results by degrees and dimensions, the statistical significance decreases in some situations while always being positive in the experimental group.

In addition to the quantitative results, significant qualitative effects were observed, highlighting how the incorporation of Educational Robotics enriches the learning process by providing a practical and tangible dimension and strengthening the understanding of abstract mathematical concepts and their application in real-world situations.

The recommendations derived from this research point to the continuation of the implementation of Educational Robotics in the curriculum of these degrees, the strength of teacher training, the guarantee of access to technological resources, the promotion of teamwork, the continuous evaluation of progress, and the active participation of the educational community.

Keywords: robotics, social skills, teaching support material, mathematics teaching.

Índice General

INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I:.....	19
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	19
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	19
1.2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	23
1.3. OBJETIVOS	23
1.3.1. General	23
1.3.2. Específicos.....	24
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPACTO.....	24
1.5. EJES TEMÁTICOS, ÁREAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	26
CAPÍTULO II.....	28
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	28
2.2. BASES CONCEPTUALES	42
2.2.1. <i>Pensamiento Matemático</i>	42
2.2.1.1. Pensamiento espacial y sistemas geométricos	42
2.2.1.2. Pensamiento métrico y sistemas de medida.....	43
2.2.1.3. Pensamiento numérico y sistemas numéricos	43
2.2.2. <i>Robótica Educativa</i>	44
2.2.3. <i>Arquitectura de un robot</i>	45
2.2.4. <i>Modelo STEAM</i>	46
2.2.5. <i>Teorías de Aprendizaje</i>	46
2.2.5.1. Aprendizaje colaborativo	46
2.3. TEORÍAS RELACIONADAS CON LA TEMÁTICA DE ESTUDIO	47
2.3.1. <i>Tecnología educativa, intereses perspectivas y retos.</i>	47
2.3.2. <i>Robótica como espacio para el diálogo de saberes.</i>	51
2.3.3. <i>Aportes de la robótica educativa en los procesos formativos</i>	52
2.3.4. <i>Robótica educativa y su relación con el aprendizaje</i>	54
2.3.4.1. Aprendizaje cooperativo y colaborativo.....	55
2.3.5. <i>Robótica educativa, gestora de un escenario construcionista de formación.</i>	56
2.3.6. <i>Robótica educativa y los saberes de Morín</i>	58
2.3.7. <i>Problemáticas para el desarrollo del pensamiento matemático</i>	60

2.3.8. <i>Integración y aportes de la robótica educativa al desarrollo del pensamiento matemático.</i>	63
2.4. BASES INVESTIGATIVAS	64
2.4.1. <i>Antecedentes Históricos</i>	64
2.4.1.1. La robótica educativa en Colombia	64
2.4.1.2. Evolución del pensamiento matemático y su incursión en la educación colombiana.....	65
2.4.1.3. Reseña histórica de la Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo	68
2.5. BASES LEGALES	70
CAPÍTULO III.....	72
ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	72
3.1. PARADIGMA Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	72
3.1.1. <i>Hipótesis</i>	73
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	73
3.2.1. <i>El enfoque de investigación mixto</i>	73
3.2.2. <i>Investigación acción educativa</i>	74
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	75
3.4. SISTEMA DE VARIABLES O CATEGORIZACIÓN	76
3.4.1. <i>Definición Conceptual y Operacional de las Variables</i>	76
3.4.2. <i>Categorización</i>	78
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	79
3.6. UNIDADES DE ESTUDIO Y SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	79
3.6.1. <i>Población y descripción del escenario de investigación</i>	79
3.6.2. <i>Muestra unidades de análisis</i>	80
3.7. PROCEDIMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.	82
3.7.1. <i>Prueba de conocimiento de la robótica</i>	82
3.7.2. <i>Test y Re-Test</i>	82
3.7.3. <i>Entrevista semiestructurada</i>	83
3.7.4. <i>Observación participante y Diarios de campo</i>	84
3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	86
3.8.1. <i>Criterios de confidencialidad</i>	86
3.8.2. <i>Descripción de la obtención del consentimiento informado</i>	87
3.8.3. <i>Riesgos y beneficios conocidos y potenciales</i>	87
3.9. PROCESO DE PRESENTACIÓN DE LOS DATOS.....	88
3.10. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.....	89
3.10.1. <i>Metodología de desarrollo del recurso didáctico basado en robótica educativa</i>	89

CAPÍTULO IV.....	93
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS O HALLAZGOS	93
4.1. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS O HALLAZGOS	93
4.1.1. <i>Análisis Cuantitativo de Datos:</i>	93
4.1.2. <i>Análisis Cualitativo de Datos:</i>	93
4.2. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS Y PROCESO DE TRIANGULACIÓN DE LOS HALLAZGOS	94
4.3. RESULTADOS	96
4.3.1. <i>Sensibilización</i>	96
4.3.1.1. Consentimientos informados:	97
4.3.1.2. Sensibilización para docentes.	97
4.3.1.3. Validación de instrumentos por panel de expertos.	98
4.3.1.4. Prueba piloto de los Test.....	98
4.3.1.5. Prueba de Saberes Previos.	101
4.3.2. <i>Diagnóstico Inicial</i>	107
4.3.2.1. Resultados Test Grupo Control.	107
4.3.2.2. Resultado Test Grupo Experimento	113
4.3.2.3. Comparación grupos control y grupos experimental Test	119
4.3.3. <i>Socialización contextual</i>	124
4.3.4. <i>Diseño y aplicación de secuencias didácticas</i>	126
4.3.4.1. Análisis de las observaciones y diarios de campo participantes a las secuencias didácticas	127
4.3.5. <i>Socialización temática: Robots</i>	134
4.3.6. <i>Diagnóstico final</i>	139
4.3.6.1. Resultados Re-Test Grupo Control.	139
4.3.6.2. Resultado Re-Test Grupo Experimento	144
4.3.6.3. Comparación grupos control y grupos experimental Re-Test	149
4.3.6.4. Estimador de diferencias en diferencias y tamaño del efecto.....	155
4.3.6.4.1. Análisis general por grupos control y experimento.....	158
4.3.6.4.2. Análisis por grado y grupos control y experimento.....	159
4.3.6.4.3. Análisis por dimensiones del pensamiento matemático	162
4.3.6.4.4. Análisis por dimensiones del pensamiento matemático en cada grado	165
4.3.6.5. Apreciaciones estudiantiles sobre el experimento.	171
4.3.6.5.1. Percepción de los estudiantes sobre la estrategia didáctica basada en robótica educativa....	176
4.3.6.6. Triangulación de resultados.	180
CAPÍTULO V:	181
APORTES TEÓRICOS ARGUMENTATIVOS	181
5.1. FUNDAMENTACIÓN DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA.....	181

<i>5.1.1. Teorías Educativas que Respaldan la Integración de la Robótica en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje</i>	183
5.1.1.1. Constructivismo y Socioconstructivismo	183
5.1.1.2. Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Significativo	184
5.2. RELEVANCIA DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES MATEMÁTICAS.....	185
5.3. PERSPECTIVAS DE LA INTEGRACIÓN DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE MATEMÁTICO.	186
5.4. CONSIDERACIONES CONTEXTUALES Y SOCIO PEDAGÓGICAS	187
CONCLUSIONES	188
RECOMENDACIONES.....	190
BIBLIOGRAFÍA	193

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PUESTO DE LA I.E.M LUIS EDUARDO MORA OSEJO ORGANIZADO SEGÚN PROMEDIO DE MATEMÁTICAS	20
TABLA 2. RELACIÓN DE LA TESIS CON LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, ÁREAS Y EJES TEMÁTICOS	26
TABLA 3. TABLA RESUMEN DE ANTECEDENTES	38
TABLA 4. DEFINICIONES DE ROBÓTICA EDUCATIVA.....	44
TABLA 5. NORMATIVIDAD Y SUSTENTO	70
TABLA 6. VARIABLE INDEPENDIENTE Y SUS INDICADORES	76
TABLA 7. VARIABLE DEPENDIENTE Y SUS DIMENSIONES	77
TABLA 8. CATEGORÍAS Y DESCRIPCIÓN	78
TABLA 9. POBLACIÓN	80
TABLA 10. MUESTRA. UNIDADES DE ESTUDIO	81
TABLA 11. COMPONENTES TEST	83
TABLA 12. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	85
TABLA 13. ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	89
TABLA 14. RELATOS REPRESENTATIVOS. PRUEBA SABERES PREVIOS	101
TABLA 15. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LA CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL EN GRADO NOVENO.....	119
TABLA 16. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LA CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL EN GRADO DECIMO	120
TABLA 17. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LA CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL EN GRADO ONCE	120
TABLA 18. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LAS DIMENSIONES DE PENSAMIENTO MATEMÁTICO, GRADOS NOVENOS.	121
TABLA 19. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LAS DIMENSIONES DE PENSAMIENTO MATEMÁTICO, GRADOS DÉCIMOS	121
TABLA 20. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LAS DIMENSIONES DE PENSAMIENTO MATEMÁTICO, GRADOS ONCES.....	122
TABLA 21. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LA CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL EN GRADO NOVENO. RE TEST	149
TABLA 22. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL ENTORNO A LA CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL EN GRADO DECIMO. RE TEST	150
TABLA 24. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL DE ACUERDO A LA DIMENSIÓN DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICA, GRADO NOVENO. RE TEST	152

TABLA 25. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL DE ACUERDO A LA DIMENSIÓN DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICA, GRADOS DÉCIMOS. RE TEST.....	153
TABLA 26. COMPARATIVO DEL GRUPO DE CONTROL FRENTE A GRUPO EXPERIMENTAL DE ACUERDO A LA DIMENSIÓN DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICA, GRADOS ONCES. RE TEST	154
TABLA 27. PROMEDIO DE RESPUESTAS CORRECTAS POR CATEGORÍA	158
TABLA 28. TAMAÑO DEL VALOR DE D DE COHEN POR GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTO.....	159
TABLA 29. PROMEDIO DE RESPUESTAS CORRECTAS POR GRADO, TEST Y RE TEST	160
TABLA 30. TAMAÑO DEL VALOR DE D DE COHEN POR GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTO CLASIFICADO POR GRADOS.....	161
TABLA 31. PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE RESPUESTAS CORRECTAS POR DIMENSIÓN, TEST Y RE TEST.	162
TABLA 32. RESULTADO CÁLCULO DE DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS CLASIFICADO POR DIMENSIONES DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO	163
TABLA 33. TAMAÑO DEL VALOR DE D DE COHEN POR GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTO CLASIFICADO POR DIMENSIONES DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO	164
TABLA 34. PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE RESPUESTAS CORRECTAS POR DIMENSIÓN, TEST Y RE TEST, CLASIFICADO POR GRADO.....	165
TABLA 34. RESULTADO CÁLCULO DE DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS CLASIFICADO POR DIMENSIONES DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO POR GRADO.....	167
TABLA 35. RESULTADO DE DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS ORDENADO DE MAYOR A MENOR	168
TABLA 36. RESULTADO DE DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS ORDENADO DE MAYOR A MENOR EN CADA GRADO....	169
TABLA 37. TAMAÑO DEL VALOR DE D DE COHEN POR GRUPOS CONTROL Y EXPERIMENTO CLASIFICADO POR DIMENSIONES DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO Y GRADO.....	170
TABLA 38. ENTREVISTA ESTRUCTURADA DE RELATOS CRUZADOS. PREGUNTA 1	173
TABLA 41. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS NOVENOS. SECUENCIA 1.....	347
TABLA 42. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS NOVENOS. SECUENCIA 2	349
TABLA 43. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS NOVENOS. SECUENCIA 3.....	352
TABLA 44. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS DÉCIMO SECUENCIA 1.....	355
TABLA 45. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS DÉCIMO SECUENCIA 2.....	358
TABLA 46. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS DÉCIMO SECUENCIA 3.....	362
TABLA 47. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS DÉCIMO SECUENCIA 4.....	365
TABLA 48. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS ONCES, SECUENCIA 1	368
TABLA 49. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS ONCES, SECUENCIA 2	372
TABLA 50. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS ONCES, SECUENCIA 3	375
TABLA 51. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARTICIPANTE. GRADOS ONCES, SECUENCIA 4	380

Lista de Figuras

FIGURA 1. COMPETENCIAS DE LA EDUCACIÓN DIGITAL.....	50
FIGURA 2. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL, GRADO 9-5	107
FIGURA 3. PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 9-5	108
FIGURA 4. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 9-5	108
FIGURA 5. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL, GRADO 10-S1	109
FIGURA 6. PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 10-S1.....	110
FIGURA 7. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 10-S1.....	110
FIGURA 8. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL, GRADO 11-DG	111
FIGURA 9. PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 11-DG	112
FIGURA 10. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 11-DG	112
FIGURA 11. CATEGORIZACIÓN ACADÉMICA INSTITUCIONAL DE LOS EDUCANDOS DEL CURSO 9-4.....	114
FIGURA 12. PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 9-4	114
FIGURA 13. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 9-4	115
FIGURA 14. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL, GRADO 10-E.....	115
FIGURA 15. PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 10-E	116
FIGURA 16. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 10-E	116
FIGURA 17. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL, GRADO 11-E.....	117
FIGURA 18. PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 11-E	117
FIGURA 19. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 11-E	118
FIGURA 20. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA. SOCIALIZACIÓN CONTEXTUAL.....	125
FIGURA 21. REGISTRO FOTOGRÁFICO I. CONTEXTUALIZACIÓN TEMÁTICA.	137
FIGURA 22. REGISTRO FOTOGRÁFICO II. CONTEXTUALIZACIÓN TEMÁTICA.	137
FIGURA 23. REGISTRO FOTOGRÁFICO III. CONTEXTUALIZACIÓN TEMÁTICA.	139
FIGURA 24. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL Y PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 9-5.....	140
FIGURA 25. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 9-5.	140
FIGURA 26. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL Y PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 10-S1.....	141
FIGURA 27. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 10-S1.....	142
FIGURA 28. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL Y PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 11-DG.....	143
FIGURA 29. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 11-D.	143
FIGURA 30. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL Y PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 9-4.....	145
FIGURA 31. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 9-4	145
FIGURA 32. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL Y PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 10-E.....	146

FIGURA 33. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 10-E	147
FIGURA 34. CATEGORIZACIÓN INSTITUCIONAL Y PORCENTAJE DE RESPUESTAS, GRADO 11-E.....	147
FIGURA 35. PORCENTAJE DE RESPUESTAS POR DIMENSIÓN, GRADO 10-E	148
FIGURA 36. GRUPOS CONTROL VS GRUPOS EXPERIMENTAL. RE TEST.....	151
FIGURA 37. INTERFAZ PROGRAMA JASP 0.18.1.0, ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS.....	157

Lista de Anexos

ANEXO A. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	203
ANEXO B. PRUEBA DE CONOCIMIENTO DE LA ROBÓTICA.....	209
ANEXO C. TEST NOVENOS, DÉCIMOS Y ONCES.....	211
ANEXO D. ENTREVISTA A ESTUDIANTES	248
ANEXO E. OBSERVACIÓN PARTICIPANTE	249
ANEXO F. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	250
ANEXO G. SOLICITUD RECTORÍA.....	253
ANEXO H. RESULTADOS VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE PANEL DE EXPERTOS.....	254
ANEXO I. HOJA DE RESPUESTAS TEST PILOTOS.	258
ANEXO J. RESULTADOS COEFICIENTE DE CONSISTENCIA INTERNA KR20.....	259
ANEXO K. GUÍAS DIDÁCTICAS.	262
ANEXO L. RESULTADOS OBSERVACIÓN PARTICIPANTE	347

INTRODUCCIÓN

La educación es un pilar fundamental en la formación de las nuevas generaciones, y su evolución es esencial para garantizar que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos de un mundo en constante cambio. La educación matemática, en particular, es un componente crucial del proceso de aprendizaje, ya que forma la base para el desarrollo del pensamiento lógico y analítico, que son habilidades críticas en una amplia gama de disciplinas y profesiones.

Por su parte, la Robótica Educativa ha surgido como una metodología innovadora y prometedora en el ámbito educativo, ofreciendo un enfoque práctico y atractivo para la enseñanza de las matemáticas y otras habilidades cognitivas. Esta disciplina combina conceptos matemáticos, tecnología y creatividad, y permite a los estudiantes aplicar teorías abstractas en contextos tangibles a través de la construcción y programación de robots.

El título de esta tesis, "Aporte de la Robótica Educativa al Desarrollo del Pensamiento Matemático en Estudiantes de los Grados Novenos, Décimos y Once: Caso de Estudio, I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo", refleja tanto el alcance como la profundidad de esta investigación. Los estudiantes en estos grados enfrentan la transición de la educación secundaria a niveles superiores, lo que agrega una capa de importancia a la mejora de sus habilidades matemáticas y cognitivas. La elección de la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo como caso de estudio se basa en la relevancia de su experiencia con la implementación de la Robótica Educativa y su compromiso con la mejora de la calidad de la educación.

En cuanto al ámbito metodológico, se desarrolla una investigación mixta concurrente, que combina el análisis cuantitativo con el análisis cualitativo de datos. Los resultados cuantitativos respaldan la tesis de que la Robótica Educativa tiene un impacto significativo en el desarrollo del pensamiento matemático, aplicando el valor de d de Cohen se pudo establecer valores de efecto de tamaño de gran magnitud en la gran mayoría de los análisis realizados. Estos valores indican un cambio sustancial en las dimensiones del pensamiento matemático en los estudiantes. Los resultados cualitativos, por otro lado, complementan estos hallazgos al resaltar la mejora en la comprensión de conceptos matemáticos abstractos y su aplicabilidad en situaciones reales, además de destacar el gusto y satisfacción de los estudiantes con la estrategia.

En síntesis, esta tesis doctoral explora el aporte al pensamiento matemático a través de la Robótica Educativa, utilizando una secuenciación multigrado y secuencias didácticas por grado, relacionadas con cada dimensión del pensamiento matemático que se va a abordar, brindando una visión integral de su impacto en estudiantes de los grados novenos, décimos y once. Los hallazgos y recomendaciones de esta investigación no solo contribuyen a la literatura académica sobre la educación matemática y la tecnología educativa, sino que también proporcionan información valiosa para educadores, administradores escolares y formuladores de políticas interesados en enriquecer el proceso educativo y preparar a los estudiantes para un futuro cada vez más digital y complejo.

**APORTE DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA AL DESARROLLO DEL
PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN ESTUDIANTES DE LOS GRADOS NOVENOS,
DÉCIMOS Y ONCE: CASO DE ESTUDIO, I.E.M. LUIS EDUARDO MORA OSEJO**

CAPÍTULO I:

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. Descripción de la Problemática

El pensamiento matemático es importante debido al uso que se le da en la cotidianidad. Es un tipo de pensamiento que promueve capacidades para que una persona se desenvuelva de una mejor manera en las actuales dinámicas de la sociedad globalizada. En este sentido, Marín (2017) expresa:

Desde hace muchos años, se ha reconocido la importancia que la educación matemática reviste en el desarrollo de los países. Es a través de esta que se transmiten a los niños y jóvenes ciertas conductas y saberes que orientan sus acciones dentro de la cultura misma y, en los últimos años, un mecanismo para que las sociedades preparen a sus miembros para ser parte de una cultura científica globalizada. (p.7).

Para Colombia, el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes de educación básica y media, está regulado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en busca de generar una ruta de formación común a todos los estudiantes del país, situación que a la vez resulta útil para facilitar la movilidad estudiantil por el territorio nacional. En este sentido, se ha propuesto una serie de estándares de competencias y derechos Básicos de aprendizaje que marcan una pauta general a seguir para instituciones públicas y privadas; documentos que han sido creados en concordancia con las leyes y regulaciones vigentes, es así que particularmente en el documento “Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas”, se inicia con la frase “Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar!” (Vasco, 2006), haciendo alusión a la importancia y a la vez al desafío que reviste para el MEN el desarrollo del pensamiento matemático.

En Colombia, se realizan evaluaciones periódicas en diferentes niveles y grados, el proceso es desarrollado por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación – ICFES, cuyo objeto es ofrecer el servicio de evaluación de la educación en todos sus niveles (Ley 1324 de julio 13 de 2009). Donde, las pruebas que se tienen en cuenta para la evaluación,

son lectura crítica, matemáticas, inglés, ciencias naturales, sociales y ciudadanas (Decreto No 1075, 2015).

Particularmente, en la Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo, de la ciudad de San Juan de Pasto, departamento de Nariño, al revisar los resultados reportados por el ICFES de las pruebas saber 11 presentadas en los períodos 2017-2, 2018-2 y 2019-2, como se observa en la Tabla 1, se puede establecer que la institución, mantiene en los tres años, tanto las jornadas de la mañana como en la tarde unos resultados similares en la prueba de matemáticas, pero las ubicaciones generalmente bajan, sobre todo al momento de realizar un comparativo con las demás instituciones de la ciudad, lo que implicaría que el nivel de las otras instituciones ha aumentado. Aunque no se encuentra entre las últimas de cada una de las clasificaciones, tampoco está entre las primeras, lo que evidencia que se tienen brechas formativas con las instituciones educativas que se destacan.

En el año 2018 se observa una leve mejoría, pero en el 2019 nuevamente se bajan las ubicaciones a pesar de los esfuerzos institucionales para tratar de mejorarlos, por lo tanto, es importante seguir buscando estrategias que permitan avanzar en el mejoramiento de los resultados de los estudiantes en las pruebas saber y específicamente en el área de matemáticas.

Tabla 1

Puesto de la I.E.M Luis Eduardo Mora Osejo organizado según promedio de matemáticas

Lugar	2017 -2			2018 -2			2019 -2		
	Jornada	Mañana	Tarde	Jornada	Mañana	Tarde	Jornada	Mañana	Tarde
	Promedio	50,45	49,38	Promedio	52,34	52,27	Promedio	51,00	49,00
Cantidad de instituciones	Puesto	Puesto	Cantidad de instituciones	Puesto	Puesto	Cantidad de instituciones	Puesto	Puesto	
Pasto	89	43	47	89	46	47	91	49	60
Nariño	447	190	208	450	156	157	457	195	246
Colombia	13074	4867	5548	13074	3954	4001	13297	4948	6598

Nota. Se presenta el puesto obtenido de la I.E.M Luis Eduardo Mora Osejo de los resultados agregados generados por el ICFES en los períodos 2017-2, 2018-2, 2019-2. Al realizar un ordenamiento descendente de los datos se tiene en cuenta el promedio en la prueba de matemáticas.

Por otra parte, los estudiantes de la Institución Educativa, en su mayoría pertenecen a zonas de la ciudad que tienen problemáticas socioeconómicas que de cierta manera pueden afectar el desempeño académico, es así que el PEI de la institución, se describe al contexto de la siguiente manera:

Las diferentes sedes que conforman la Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo, se encuentran ubicadas de manera particular, en los barrios Emilio Botero, El Potrerillo, El Tejar, La Minga y Doce de octubre, pertenecientes a las comunas 4 y 5 y la vereda el Rosario del Corregimiento de Jamondino del sector suroriental del municipio de Pasto.

De manera general se puede afirmar que la población tiene las características y condiciones propias de las zonas marginales de las grandes urbes que iniciaron procesos de consolidación desde hace varios años gracias a la migración de habitantes de las zonas rurales hacia la zona urbana, en busca de mejores niveles de vida y a programas de gobiernos que favorecieron la adjudicación de vivienda de carácter social. (I.E.M Luis Eduardo Mora Osejo, 2023, p.10-11).

Durante varios años, en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo, se han buscado diferentes estrategias para mejorar los resultados, por ejemplo, se ha contratado simulacros trabajados en clases con los estudiantes, se han desarrollado cursos de preparación para las pruebas con los docentes de la institución, se han realizado cursos con institutos externos en jornadas de fin de semana y vacaciones, se han realizado horarios especiales de trabajo en fechas próximas a la realización del examen. Sin embargo, no se evidencia una mejora sustancial y permanente y, como lo enumera el (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2017), los resultados en el ámbito nacional evidencian la existencia de brechas formativas entre las instituciones educativas públicas y privadas.

Existen diferencias en el puntaje global del examen, entre los establecimientos de los niveles socioeconómicos (NSE) más Altos y los más Bajos a favor de los primeros. Al comparar los resultados de los establecimientos de NSE 4 y NSE 1, observamos que la brecha muestra una disminución en los establecimientos de calendario B y un aumento en los establecimientos de calendario A. Este aumento se debe al pobre crecimiento que registraron los establecimientos del nivel socioeconómico más Bajo. Existen diferencias

en el puntaje global del examen, entre los establecimientos de los niveles socioeconómicos (ICFES, 2017, p.34).

En otro sentido, actualmente ha cobrado importancia la inclusión de la robótica educativa en los contenidos programáticos de las instituciones. Esta tendencia, por sus características, pareciese contar con las condiciones para potenciar áreas del conocimiento específicas y transversales. Es así que según García et al. (2017) en las instituciones educativas, se ha reconocido la importancia de introducir el diseño y desarrollo de robots como una forma de explorar áreas emergentes en el ámbito de la ciencia y la tecnología. La inclusión de la robótica en el currículo educativo busca ampliar el conocimiento del estudiante y establecer conexiones con otras disciplinas. De esta manera, se le brinda al alumno un panorama más amplio de oportunidades para su desarrollo profesional en el futuro.

Con la robótica educativa se cuenta con un elemento que llama la atención de los estudiantes y al mismo tiempo puede generar mejoras importantes en los aprendizajes como se evidencia en el estudio donde “se obtuvo un 51 % de mejora en general de todas las evaluaciones, lo que nos deja ver que los alumnos mejoraron en los conocimientos que tenían del tema que se vio en el taller” (García et al., 2017, p.11).

Generalmente se tiene la percepción que las matemáticas son complejas, difíciles, confusas y hasta aburridas. Motivo por el cual se debe buscar la forma de adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje, implementando experiencias más reales que abstractas e involucrando el contexto, lo cual puede generar el uso de algunas áreas cerebrales que pueden incidir en el desarrollo de habilidades y herramientas que favorezcan el desempeño del individuo en diferentes ámbitos de su vida (Arch-Tirado et al., 2013).

Además, según Carrillo (2018), en su investigación, logró comprobar que existe una relación en la educación secundaria de la motivación y las actitudes de los estudiantes hacia la matemática, donde hay una vinculación directa entre las variables.

Teniendo en cuenta lo anterior, el interés que despierta la búsqueda de estrategias que favorezcan el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes de la institución educativa, se propone realizar un estudio de caso que permita abordar los grados nueve, diez y once en las modalidades con que cuenta la institución que son Salud, Computación, Diseño Gráfico, Electrónica y Académico. Proceso investigativo, que podría dilucidar acciones en torno

al uso de la robótica educativa como una estrategia didáctica que fomente el desarrollo del pensamiento matemático.

Ahora bien, en el ámbito del pensamiento matemático, se establecen estudios que permiten evidenciar relaciones del desarrollo de tareas aritméticas, con la activación de áreas del cerebro, además en el aprendizaje de nuevas habilidades de cálculo, y dependiendo de la particularidad de la prueba utilizada, se involucran áreas cerebrales adicionales, algo que se puede suponer, está vinculado a la historia humana, con la participación de nuevas áreas del cerebro durante la realización de tareas numéricas progresivamente más complejas. También se supone que los procesos asociados al cálculo, aportan al desarrollo de habilidades verbales, espaciales, de memoria, de conocimiento del cuerpo y funciones ejecutivas (Ardila, 2010). De esta forma, se puede identificar un vínculo entre el pensamiento matemático y el desarrollo cognitivo de los sujetos.

Por esta razón, se puede enunciar que si no se plantean estrategias formativas que favorezcan el desarrollo del pensamiento matemático, se corre el riesgo de afectar el adecuado desarrollo cognitivo de los educandos, afectar el desarrollo de habilidades verbales, espaciales, de memoria, de conocimiento del cuerpo y de funciones ejecutivas. Elementos que son necesarios para desarrollar las competencias que requiere el estudiante para desenvolverse en sus roles individuales, sociales y laborales.

1.2. Formulación de la pregunta de investigación

¿Cuál es el aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo de la ciudad de Pasto, 2021- 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Analizar el aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo de la ciudad de Pasto en los años 2021 - 2022.

1.3.2. Específicos

Caracterizar el nivel de desarrollo del pensamiento matemático los educandos de grado noveno, décimo y once de la institución educativa

Elaborar una serie de secuencias didácticas por grado, basadas en robótica educativa, que permitan a los estudiantes plantear soluciones a problemas del contexto, en cada una de las dimensiones del pensamiento matemático.

Implementar las secuencias didácticas generadas, en los grados novenos, décimos y once de la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo.

Evaluar los resultados obtenidos con la aplicación de las secuencias didácticas, en el desarrollo del pensamiento matemático.

1.4. Justificación e impacto

En la actualidad, resulta innegable que los progresos tecnológicos impactan significativamente en nuestra sociedad, especialmente en el ámbito de la juventud. En consecuencia, el sistema educativo debe adaptarse y crear ambientes innovadores que favorezcan una mayor efectividad en el proceso de enseñanza, promoviendo una mayor integración entre la tecnología y el aprendizaje dentro de las instituciones educativas. Por tal razón, es necesario establecer cómo se puede aportar al desarrollo del pensamiento matemático desde diferentes herramientas que tenemos a disposición, como lo es la robótica educativa que puede aportar positivamente en la motivación del estudiante.

El pensamiento matemático en la educación, está asociado al desarrollo de competencias matemáticas, y su trabajo se lo divide en numérico, métrico, espacial y aleatorio. De acuerdo a Barrera (2015), el pensamiento matemático relacionado con las competencias se lo asocia a la capacidad que tiene el estudiante de realizar actividades vinculadas a las matemáticas comprendiendo las razones o procesos por los cuales se determina una manera adecuada a seguir, lo que se logra teniendo una comprensión de los conceptos según su grado escolar. En este sentido, las matemáticas favorecen la formulación, representación y solución de problemas ya que buscan los procedimientos y los algoritmos que se necesitan para el desarrollo de los ejercicios o actividades planteadas, argumentando sus expresiones con un lenguaje matemático.

En la institución educativa seleccionada para llevar a cabo este proyecto, se busca una mejora significativa en el desarrollo de las competencias matemáticas. El objetivo primordial

radica en la exploración de estrategias novedosas y efectivas que no solo capten la atención de los estudiantes, sino que también incidan positivamente en su enfoque y participación activa en el proceso de aprendizaje. En este sentido, se pretende desarrollar y proporcionar recursos y herramientas educativas innovadoras que estimulen el interés de los alumnos, buscando no solo despertar su curiosidad, sino también fomentar una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos matemáticos, lo cual, a su vez, impactará de manera positiva en su forma de abordar su educación.

Además, se espera que este proyecto de investigación proporcione nuevas oportunidades y espacios de interacción con la tecnología, no solo acercar a los estudiantes a la realidad actual, sino también potenciar sus habilidades para la creación de proyectos personalizados, basados en sus intereses y necesidades educativas.

Por su parte, en la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología (UMECIT), este tipo de proyectos no solo evidencian el nivel de destreza tecnológica alcanzado por los estudiantes, sino que también representan una oportunidad para indagar en el desarrollo del pensamiento matemático y la robótica educativa, a través de la aplicación de tecnologías innovadoras. Estos trabajos no se limitan a abordar áreas específicas del estudio, sino que también ofrecen un terreno importante para analizar aspectos conceptuales, metodológicos, de recolección de datos y estrategias didácticas. Además, dichas estrategias pueden convertirse en valiosos recursos consultivos para los diferentes niveles académicos dentro de la universidad y en la comunidad académica en general, contribuyendo así al avance y difusión del conocimiento.

Otro aspecto relevante a destacar es la estrecha relación de esta propuesta con el Doctorado en Ciencias de la Educación, específicamente en su enfoque en investigación, evaluación y formulación de proyectos educativos. Esta iniciativa se enfoca en la implementación de diversas estrategias didácticas basadas en robótica educativa con el propósito de identificar su contribución al desarrollo del pensamiento matemático. Esto sitúa el proyecto dentro del ámbito de investigación en educación y sociedad, específicamente en el área de docencia y currículo, dentro del eje temático de herramientas didácticas, ambiente y recursos para el aprendizaje. Esta conexión directa subraya la pertinencia de la propuesta, alineada con los intereses y las líneas investigativas prioritarias de la institución.

En otro sentido, para complementar el impacto del proyecto es necesario considerar el concepto de motivación en palabras de Usán y Bordás (2018) “la motivación como un ente que

explica el inicio, dirección y perseverancia de una conducta hacia una determinada meta académica, centrada en cuestiones inherentes al propio proceso de aprendizaje” (p.96); con el cual se puede considerar que con este trabajo se pretende llamar la atención del estudiante de maneras que no lo hace la educación tradicional. Para ello, se debe tener en cuenta que como lo establecen Padilla y Martínez (2018), la robótica educativa fomenta en los ámbitos educativos la implementación de metodologías activas, debido a que requiere habilidades en diseño, construcción y programación de robots, elemento que le otorga una mayor importancia didáctica.

Otra de las ventajas clave al trabajar con robótica educativa, es la capacidad que brinda tanto al profesor como al estudiante para abordar elementos cotidianos y específicos de los planes de estudio establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Esta metodología fomenta la experimentación, integrando teoría y práctica en un proceso integral que enriquece notablemente el pensamiento matemático. Además, potencia el desarrollo de habilidades colaborativas y la resolución de problemas al integrar procesos del mundo real en el entorno educativo.

Es así que, la aceptación favorable por parte de los estudiantes hacia metodologías que conectan vivencias del mundo real con la educación en el aula, evidencia la efectividad del uso de entornos tecnológicos y herramientas como ejemplos destacados de enfoques capaces de potenciar la experiencia de aprendizaje. Estas estrategias no solo mejoran la comprensión de los contenidos, sino que también estimulan la participación activa, fomentan el pensamiento crítico y promueven una aplicación práctica del conocimiento adquirido, creando así una dinámica educativa más enriquecedora y relevante para los estudiantes, (García et al., 2018).

1.5. Ejes temáticos, Áreas y Líneas de investigación

La Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia Y Tecnología "UMECIT", mediante Resolución Rectoral N°001 del 16 de mayo de 2021, aprueba la actualización de las líneas de investigación. En este sentido, se realizó un análisis cuidadoso de los diferentes aspectos que trata la presente tesis y se pudo establecer que se vincula con dos líneas, que son educación y sociedad, y cibersociedad y desarrollo digital; la investigación está vinculada en mayor medida a educación y sociedad, ya que se pueden relacionar 5 áreas de trabajo con sus respectivos ejes temáticos como se indica a continuación:

Tabla 2

Relación de la tesis con líneas de investigación, áreas y ejes temáticos

Líneas de investigación	Áreas	Ejes temáticos
Educación y sociedad	Docencia y currículo	Estrategias de enseñanza y aprendizaje
	Innovación	Robótica educativa
	Tecnología y educación	Uso Didáctico de las TICS
		Tecnología y recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje
		Estrategias STEAM en educación
	Didáctica	Herramientas y recursos TIC en la enseñanza de las Matemáticas.
	Pedagogía	Herramientas didácticas y recursos para el aprendizaje.
Cibersociedad y desarrollo digital	Virtualidad, TICs y recursos tecnológicos	Diseños de recursos y materiales pedagógicos
		Robótica

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Antecedentes investigativos

En el presente aparte, se encuentran antecedentes investigativos asociados al estudio realizado. Se abordó el proceso mediante dos temáticas que sobresalen en la investigación, el pensamiento matemático y de la robótica educativa. Cabe destacar que el barrido que se realizó por distintos repositorios, no se logró encontrar referentes del ámbito regional y tampoco en torno a la asociación entre la robótica educativa con su aporte al pensamiento matemático, motivo por el cual este estudio puede considerarse pionero y por ende su aporte al conocimiento en torno a los fenómenos educativos puede considerarse significativo debido a su incidencia contextual.

Frente a la situación mencionada, se decidió incorporar investigaciones centradas en diferentes áreas o contextos con el fin de esclarecer el proceso a llevar a cabo. Las experiencias de investigación fueron recopiladas de países como España, el Reino Unido, Perú y Colombia. En total, se identificaron 14 documentos, los cuales consisten en trabajos de posgrado de nivel maestría o tesis doctorales, junto con dos artículos originales y un artículo de revisión.

En primer lugar se presenta el trabajo realizado por Lorenzón en el año 2017 titulado “Un Modelo de Análisis de Competencias Matemáticas en un Entorno Interactivo”, de la universidad de la Rioja en España, en esta tesis doctoral tuvo como objetivo potenciar y analizar los beneficios cognitivos utilizando un entorno interactivo con herramientas geométricas, particularmente los relacionados con el desarrollo de ciertas habilidades matemáticas, especialmente las TI relacionadas con el aprendizaje de geometría y el desarrollo de habilidades comunicativas matemáticas para producir diferentes formas de interacción, comunicación, aprendizaje y modelos de trabajo colaborativo.

La autora para cumplir con su objetivo acudió a determinar las condiciones estructurales mínimas y, para analizar el aprendizaje del alumno, diseñó herramientas y definió componentes e indicadores para evaluar la evolución producida a lo largo de las distintas etapas del proceso, en relación a la competencia comunicativa y al aprendizaje de la Geometría.

El estudio realizado, es cualitativo basado en investigación–acción. Además, la tesis está vinculada con entornos interactivos. En este sentido, el proyecto ha contribuido a este trabajo debido al análisis de la efectividad del entorno de aprendizaje interactivo, que está relacionado

con el desarrollo de ciertas habilidades matemáticas de los estudiantes, especialmente la capacidad de aprender geometría y la capacidad de utilizar las TIC para la comunicación matemática (Lorenzón , 2017).

Otra disertación doctoral revisada, correspondió al trabajo realizado por Zamorano en el año 2015 denominado “La Práctica de la Enseñanza de las Matemáticas a Través de las Situaciones de Contingencia”, realizado en la Universidad Autónoma de Barcelona de España, es un estudio cualitativo que utiliza el paradigma interpretativo por el método de estudio de casos. La investigación se centró en analizar la práctica de los profesores de matemáticas, especialmente para describirla desde la perspectiva de uno de los cuatro componentes del conocimiento, es decir, aquellas situaciones que el profesor no planificó durante el proceso de enseñanza.

En la investigación, lo que observaron y analizaron en la práctica del maestro fueron las situaciones inesperadas o no planificadas. Es interesante el aporte a la investigación a desarrollar por la forma de recolección de información, ya que se realiza a través de la grabación en el aula, lo que puede permitir a los profesores de matemáticas utilizar el conocimiento para retroalimentar su proceso de enseñanza, además, también proporcionan un método para analizar datos de video desde dentro (Zamorano , 2015).

Por su parte, la tesis doctoral realizada por Marín en 2017 denominada “La Dimensión de Razonamiento Matemático. Desarrollo de un Instrumento Diagnóstico Dirigido a Múltiples Niveles Educativos y Modelización de su Estructura”, realizado en la Universidad de Valencia en España, se fundamentó en el diseño de un instrumento, que posteriormente fue validado de manera interna. Los instrumentos de recolección de información son una parte fundamental de los procesos investigativos. Así, el aporte del trabajo presentado a la investigación a desarrollar es la forma de diseño y validación de los ítems en un instrumento, y la complejidad del constructo. La elaboración de los ítems, se realizó mediante la combinación del estudio de las pruebas Canguro Matemático que es una actividad de tipo competencia que tiene como objetivo mejorar las habilidades y la autoconfianza de los estudiantes, y el criterio del experto, que juega un rol fundamental, un aspecto negativo es, sin duda, que estos ítems no están necesariamente asociados a uno u otro de los constructos citados.

Por otra parte, para la validación de la estructura interna del instrumento, se realizó una administración de la prueba diseñada a una muestra de estudiantes costarricenses de distintos

años de escolaridad que permiten la comprobación del mismo, mediante el análisis factorial confirmatorio. Finalmente, se propusieron modelos que proporcionaron la estructuración de las dimensiones del Razonamiento Matemático (Marín , 2017)

La tesis doctoral realizada por Perico en el año 2019, denominada “Aprendizaje Transdisciplinar de las Ciencias Matemáticas, mediado por Realidad Aumentada en Programas de Ingeniería”, realizado en la Universidad Santo Tomás en Bogotá, D. C., utilizó como marco para la investigación explicativa porque su objetivo fue encontrar la causa o la razón de ciertos fenómenos, y bajo qué condiciones estos suceden, usando un método híbrido en dos etapas: a) descripción, usada como un ejercicio para comprender la teoría de clasificación para apoyar el aprendizaje interdisciplinario en ciencias matemáticas y b) cuasiexperimental, se llevó a cabo en el contexto de tres universidades en Bogotá

El estudio tomó una muestra de 240 estudiantes-matriculados en el curso de cálculo diferencial, en las tres instituciones educativas en sus facultades de ingeniería. Los estudiantes fueron seleccionados al azar; y en cada institución se estableció un grupo experimental y un grupo de control, cada uno formado por 34 estudiantes. Los diseños aplicados en los tres grupos experimentales fueron prueba previa, tratamiento y prueba posterior, y los tres grupos de control fueron prueba previa y prueba posterior, respectivamente, para mostrar y describir las posibles diferencias después de la intervención.

El aporte del trabajo al presente proyecto, es cómo se trabajan las matemáticas, con elementos de nuevas tecnologías, como lo es la Realidad Aumentada. De acuerdo con las características del estudio, la tesis doctoral presenta una propuesta de trabajo basado en el multi-método, una estrategia de investigación en las que se emplean dos o más métodos para la indagación sobre un mismo fenómeno u objeto de estudio, el diseño experimental y el diseño descriptivo (Perico , 2019)

En el trabajo de tesis doctoral realizado por Garzón en el año 2016, denominado “El Saber Escolar Matemático en Colombia y la Constitución de Subjetividades”, realizado en la Universidad La Salle, Bogotá D. C, expone una investigación cualitativa sobre elementos de clasificación metodológica, arqueológica y genealógica, y haciendo uso de la técnica llamada grupo de discusión.

El documento presenta este trabajo en cuatro capítulos, comenzando con la historia informal de las disciplinas de enseñanza en el contexto de la práctica escolar colombiana, los

maestros se dedican a la práctica educativa, configuran las disciplinas escolares y se configuran como disciplinas de enseñanza. Como segundo elemento las fuentes primarias indican enunciados sobre las matemáticas como elemento indispensable de la escuela ya que forma el pensamiento. Posteriormente se describe desde el contexto, a las instituciones educativas, teniendo en cuenta el marco normativo colombiano, además se desarrolla el análisis de los datos hallados. Finalmente, se presentan las conclusiones del proceso desarrollado y anexos de los grupos de discusión generados.

El trabajo presentó desde un entorno social, el encuentro entre disciplinas, conocimiento e instituciones, el discurso y la práctica se hacen visibles para considerar el papel del conocimiento de la escuela de matemáticas en la construcción de la subjetividad, es importante el aporte ya que en una etapa avanzada del trabajo se pueden utilizar los grupos de discusión para recolectar datos necesarios para el proyecto (Garzón , 2016).

Guthrie en el año 2016, en la tesis doctoral de filosofía, denominada “Thinking Through Actions with Things: A Systemic Perspective on Analytic Problem on Analytic Problem Solving and Mental Arithmetic”, realizado para la Kingston Universidad en Londres, Reino Unido. Ella empleó una metodología que combina técnicas cuantitativas tradicionales con una ciencia cognitiva ideográfica más cualitativa.

El trabajo realizado, es una base para el proceso a trabajar con Robótica Educativa, ya que generalmente, se utilizan experimentos prácticos para desarrollo de las secuencias con estudiantes, es así que se utilizaron diferentes tareas en cinco experimentos para contrastar diferentes niveles de interactividad.

La investigación comenzó con dos experimentos utilizando un problema analítico, la tarea de cruzar un río. Estos experimentos permitieron investigar el papel de la interactividad en la configuración y transformación del problema presentado. Sin embargo, en la tarea de cruzar el río, el problema es muy limitado, por lo tanto, se procedió a realizar otros tres experimentos utilizando tareas de cálculo mental donde los participantes fueron invitados a completar sumas largas. Estos problemas ofrecieron un espacio mucho más amplio y una mejor oportunidad para controlar cómo las acciones de los participantes configuran la presentación física del problema utilizando diferentes configuraciones con niveles más avanzados de interactividad. En una condición de baja interactividad, los sujetos dependían predominantemente de recursos mentales internos. En una condición de alta interactividad, se invitó a los participantes a usar artefactos

que correspondieran a las características clave del problema para producir una solución. (Guthrie, 2016).

Los experimentos de cálculo mental revelaron que un Alto nivel de interactividad no solo produjo una mayor precisión y eficiencia, sino que los participantes también pudieron representar diferentes conocimientos aritméticos a medida que reconfiguraron el problema. Además, los hallazgos indicaron que:

- La ansiedad matemática por adiciones largas podría mitigarse mediante una mayor interacción con los artefactos
- Las trayectorias para la resolución de problemas y las soluciones finales variaron en diferentes contextos interactivos
- La oportunidad de manipular artefactos pareció disminuir las diferencias individuales en habilidades matemáticas.

Finalmente, se pudo determinar que los resultados de todos los experimentos confirmaron que el aumento de la interactividad mejoró el rendimiento.

En la tesis doctoral realizada por Román, en el año 2016, denominada “Código Alfabetización y Pensamiento Computacional en Educación Primaria y Secundaria: Validación de un Instrumento y Evaluación de Programas”, desarrollada para la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), en España. Se trabajó a partir de una pregunta general enunciada así: ¿es posible y deseable incorporar el código alfabetización en el sistema educativo español? En un intento de responder a la pregunta mencionada, se realizó una investigación continua para finalmente obtener objetivos e hipótesis específicos para comparar. Por lo tanto, se dividió el estudio en dos grandes bloques: la parte teórica y la parte empírica.

La parte teórica se dividió en tres: a) comenzando desde el campo de alta capacidad, apuntando al aprendizaje conjunto y limitado a la programación de aplicaciones móviles; b) se desarrolló una práctica emergente de alfabetización que puede extenderse a estudiantes comunes y la creación de varios objetos digitales; c) se revisó la estructura del "pensamiento computacional" a través del proceso de prueba psicológica.

En la parte empírica, se llevaron a cabo tres estudios: a) un estudio exploratorio descriptivo sobre el evento de "La Hora del Código" y su impacto en España en diciembre de 2013 y diciembre de 2014; b) se validó un instrumento, el Test de Pensamiento Computacional (TPC), diseñado para población escolar española de primer ciclo de la Educación Secundaria

Obligatoria (1º ESO – 2º ESO), pero con aplicaciones complementarias en el último ciclo de Educación Primaria (5º Primaria – 6º Primaria) y en el segundo ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria (3º ESO y 4º ESO); c) se realiza evaluación en profundidad del curso trimestral ‘K-8 Intro to Computer Science’.

El trabajo de Román aporta al estudio que se propone, puesto que permite visualizar las etapas asociadas a la validación de un instrumento, en el caso particular, asociado al proceso de programación, que, en robótica educativa, es un aspecto fundamental para que el estudiante interactúe con las potencialidades de los elementos físicos de hardware (Román , 2016).

La tesis doctoral realizada por Alemany en el año 2015, denominada “Simulaciones Hiperrealistas para Robótica Educativa”, realizada para la Universitat Jaume I en España. Presenta un procedimiento para alcanzar el objetivo de la investigación que es desarrollar un estudio de las capacidades de los simuladores actuales que termine en la obtención de un entorno de simulación de robots hiperrealistas que contenga elementos clave de videojuegos para facilitar la competición entre estudiantes, estimulando su interés por el mundo de la ciencia y la tecnología.

La investigación constó de varias fases que a continuación se resumen: 1) revisión de las teorías del aprendizaje mediante entornos virtuales (videojuegos y simuladores); 2) selección de los simuladores, aplicando criterios basados en teorías del aprendizaje; 3) implementación de simulaciones didácticas y atractivas; 4) pruebas de rendimiento.

La investigación aporta al proyecto que se propone, ya que tiene una base teórica vinculada con la selección de simuladores para la robótica educativa, ya que realiza un estudio comparativo de las capacidades de diversos simuladores de sistemas robóticos. En este orden de ideas, llama la atención los tres simuladores de Alto valor pedagógico (Alemany, 2015). Sin embargo, como los elementos tecnológicos y las plataformas están en continua evolución, es necesario buscar y documentar otras alternativas asociadas a las características particulares de los estudiantes. Además, la metodología trabajada por el autor, es un insumo para realizar los procesos de selección de plataformas de software.

En el artículo de revisión denominado “El Debate sobre el Pensamiento Computacional en Educación”, realizado por Segura et al, 2019. El proceso investigativo se basó etapas, en primer lugar, se analiza el marco conceptual de la falta de consenso sobre la definición del pensamiento computacional y el marco conceptual que guía su integración en todas las etapas del

plan de estudios, su relación con otras disciplinas y su relación con las capacidades digitales, evaluación, formación del profesorado, entre otros.

En segundo lugar, describe algunos de los elementos del proceso que España sigue para promover su inclusión en el plan de estudios del pensamiento computacional. Por último, se sugirió que el discurso sobre el pensamiento computacional en la educación evite debatir cómo contribuye a los objetivos de la educación obligatoria, sus supuestos anteriores y su impacto político y económico (Segura et al. 2019).

El artículo aporta a la presente investigación, ya que el pensamiento computacional está directamente relacionado con la robótica educativa, y permite reconocer cómo se desarrolla la incorporación de este tipo de alternativas de enseñanza – aprendizaje en España y evaluar su aplicabilidad en el contexto de la institución educativa de interés.

El trabajo realizado a nivel de maestría, por parte Chirinos en el año 2017, está asociada a la aplicación de la robótica educativa como estrategia en el desarrollo de capacidades del área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes del sexto grado de primaria de la I.E. Karl Weiss – Chiclayo, realizado para la Universidad Cesar Vallejo específicamente en la Escuela de Postgrado en Perú.

La investigación empleó un diseño experimental, de tipo pre experimental y se trabajó con el diseño de Preprueba – Posprueba con un solo grupo. El tipo de investigación fue experimental, con una muestra de 56 estudiantes (29 estudiantes del sexto grado A, y 27 estudiantes del sexto grado B), a quienes se les aplicó dos tipos de instrumentos de recolección de datos. Inicialmente la primera sesión de clase se aplicó un cuestionario y las siguientes sesiones de clase se utilizaron guías de observación.

Con la encuesta, se logró apreciar que los estudiantes tienen un Alto conocimiento de la robótica y tienen un Alto conocimiento del kit educativo WEDO. Con el uso de la robótica educativa (uso de kits WEDO), se observó clase a clase el comportamiento de cada una de las cuatro capacidades en estudio en las dos aulas (A y B).

Teniendo en cuenta que se presentan cuatro capacidades de la siguiente manera:

- Capacidad 1: Identifica una solución tecnológica alternativa
- Capacidad 2: diseñar la solución tecnológica alternativa
- Capacidad 3: Implementar y validar la solución tecnológica alternativa
- Capacidad 4: Evaluar y comunicar el funcionamiento de la solución tecnológica.

Se obtuvieron los siguientes resultados de las observaciones, para cada una de las capacidades:

- Capacidad 1 = valor 2
- Capacidad 2 = valor 2
- Capacidad 3 = valor 4
- Capacidad 4 = valor 3

Donde, el valor representa el nivel de avance alcanzado, así: 1= No logrado, 2= Avance inicial, 3= En proceso, 4= Logrado.

El autor concluye que hay una tendencia de evolución positiva con la aplicación de la robótica educativa en el desarrollo de las 4 capacidades enunciadas. Este trabajo en particular, aporta al desarrollo de la presente propuesta investigativa, ya que está vinculando la robótica, con el desarrollo de capacidades en los estudiantes en un área fundamental del proceso formativo como lo es la Ciencia y Tecnología en Perú. Por otro lado, el autor utiliza un Kit Lego WEDO, que es una herramienta que tiene elementos predeterminados que se pueden tener en cuenta para el trabajo a realizar con los estudiantes. De igual forma, asocia las capacidades con el currículo, y normativas del Ministerio de Educación para grado sexto grado de primaria, que puede ser una opción en la presente investigación. (Chirinos , 2017).

El trabajo realizado por Vergara en el año 2015, para optar por el título de Magíster en Educación se denomina “Diseño e Implementación de una Unidad Didáctica Basada en Robótica Educativa”, es una herramienta para el fortalecimiento de habilidades de la creatividad en estudiantes de la I. E. D. Eduardo Umaña Mendoza, desarrollada para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá D. C.

En una muestra de 15 estudiantes, se utilizó kits robóticos, hardware, software y una herramienta online llamada MIT App Inventor; mediante esta interacción se creó un lenguaje visual y un lenguaje de código. Este estudio generó una unidad didáctica vinculada a la robótica educativa, para una institución en particular. El aporte al presente proyecto, está relacionado con la forma de realización de la unidad didáctica, vinculada a un área obligatoria de formación en Colombia que es la tecnología e informática, que puede servir de base para la construcción propia de las actividades y procesos a desarrollar en el trabajo. Además, intenta observar la mejora de tres características específicas del pensamiento creativo, como la flexibilidad, la fluidez y elaboración. En este sentido, la forma de obtener la medición del fortalecimiento de una

parte del aprendizaje en los estudiantes como lo es la creatividad, puede servir para lograr determinar el aporte al pensamiento matemático establecido (Vergara , 2015).

Rivadeneira en el año 2017, presento su trabajo de grado para optar el título de Magister en Ingeniería, el trabajo es denominado “La Robótica Educativa como una Herramienta para Facilitar el Aprendizaje y Desarrollo de las Competencias STEM en los Integrantes del Equipo Pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid”, en Antioquia. Es un trabajo realizado para la Universidad EAFIT de Medellín. El trabajo presenta un análisis descriptivo, donde se utiliza 3 unidades didácticas: Aprendizaje con LEGO Mindstorms, Aprendizaje con Starlogo, Aprendizaje con Transmedia, donde se evidenció que los resultados fueron positivos en la práctica de programación computacional.

El aporte del trabajo, está relacionado al desarrollo de las competencias STEM y al Rendimiento Académico del Equipo de Robótica Pólux, por lo tanto, la aplicación de la tecnología educativa de robots en ciertas situaciones puede determinar los aspectos que pueden estimular los diferentes entornos de aprendizaje que ya existen; además de combinar las habilidades STEM y el pensamiento computacional, se han creado otros para promover y mejorar la relación con niños y jóvenes. El proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, la autora aprecia la importancia de crear nuevos entornos de aprendizaje y métodos de enseñanza para aumentar el interés de los estudiantes en el tema. (Rivadeneira , 2017).

En el artículo de investigación realizado por Barrera en el año 2015 denominado “Uso de la Robótica Educativa como Estrategia Didáctica en el Aula”, en la revista Praxis y Saber, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en el año 2015, se desarrolla una investigación de tipo cualitativo, de investigación acción en el aula y presenta actividades lúdicas con robots educativos como el pilar de la educación en tecnología. Su objetivo fue motivar a los estudiantes y educadores a desarrollar y aplicar estrategias educativas innovadoras que utilizan plataformas y tecnologías de robots que han completado sus vidas útiles. De esta manera, estimula el entusiasmo de los estudiantes que desarrollan la educación básica para desarrollar habilidades que les permitan acumular conocimiento, además de conducir un uso perspicaz, responsable y crítico de la tecnología.

Durante la ejecución de la propuesta, se tuvo en cuenta soluciones diseñadas para motivar a los estudiantes para que puedan explorar sus propias capacidades, los robots educativos se utilizan como métodos de enseñanza con base en la lúdica. El proyecto se desarrolló en cuatro

etapas así: en la primera etapa, se realiza la identificación de la necesidad de nuevas estrategias de enseñanza en la comunidad educativa, en la segunda etapa, se realiza la formulación de un plan de acción y diseño de un entorno de aprendizaje lúdico con el uso de tecnología educativa de un robot, para la tercera etapa, se realiza la interacción con la población objetivo y recopilación de información relevante, por último, la cuarta etapa consistió en la calificación final para el impacto del trabajo.

El trabajo logra, por lo tanto, establecer un nuevo modelo de comunicación bidireccional en el aula, donde cada tema desempeña el papel de fuente de información y receptor de información, lo que permite a los estudiantes expresar sus opiniones y sugerencias, y planificar de acuerdo con la tensión del diálogo y la dialéctica o modificar el evento (Barrera, 2015).

El aporte al proyecto de investigación a desarrollar está asociado al uso de la lúdica como medio para propiciar en los estudiantes y docentes el uso adecuado de la tecnología, elemento que puede fortalecer los procesos propuestos en el trabajo de aula a desarrollar.

En el artículo de investigación científica y tecnológica, realizado por Vargas et al., (2017) denominado “Robótica Móvil: Una Estrategia Innovadora en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje”, para la revista virtual de la Universidad Católica del Norte, 2017, muestra el desarrollo e implementación de un plan de estudios para difundir el conocimiento de la robótica, la programación y la tecnología electrónica a un grupo de niños y adolescentes para que los participantes puedan utilizar estas herramientas educativas para el aprendizaje.

En cuanto a la metodología empleada, se realizó una investigación cuasiexperimental e interactiva, se seleccionó al azar grupos de estudiantes con diferentes niveles educativos y condiciones socioeconómicas, que participaron en la implementación de un plan educativo en el que se utilizaron robots y aplicaciones de TIC para alcanzar una meta. El método de trabajo se divide en tres etapas: diseño del plan de estudios, selección de herramientas y capacitación.

A través de la práctica, los estudiantes pueden mejorar sus habilidades cognitivas en matemáticas y física, cambiando así la cognición de los estudiantes de estas disciplinas y la aplicación práctica de este conocimiento en la vida diaria, a fin de conectar a todos los participantes durante el proceso de capacitación. Una perspectiva más amplia sobre las expectativas del plan de estudios y determinar las necesidades reales de la comunidad (Vargas et al. 2017).

El aporte del trabajo al presente proyecto, se evidencia en el hecho de establecer modelos de estrategias pedagógicas y didácticas relacionadas con la robótica educativa y su vinculación con el área de matemáticas, lo que puede ser un insumo en el desarrollo y diseño de la estrategia didáctica a establecer, además de la forma de recopilar información de los procesos llevados a cabo y el análisis de los mismos.

Tabla 3

Tabla resumen de antecedentes

Autores	Título	Origen	Diseño Metodológico	Aportes
PENSAMIENTO MATEMÁTICO				
Guillermina Marcos Lorenzón (2017)	Un modelo de análisis de competencias matemáticas en un entorno interactivo	Universidad de La Rioja (España)	Estudio cualitativo basado en investigación–acción.	Analiza la eficacia de un entorno interactivo de aprendizaje, en relación al desarrollo de competencias matemáticas relacionadas con el aprendizaje de la Geometría, la comunicativa matemática y el uso de las TIC.
Alicia Zamorano Vargas (2015)	La práctica de la enseñanza de las matemáticas a través de las situaciones de contingencia.	Universidad Autónoma de Barcelona (España)	Estudio cualitativo, paradigma interpretativo por el método de estudio de casos	Observa y analiza la práctica de los profesores en situaciones de contingencia. Aporta estrategias para la recolección de información, mediante videogramación de las clases. Sumado a estrategias para analizar los datos del video.
Mario Marín	La dimensión de razonamiento matemático.	Universidad de València (España)	Se han seguido dos fases. La primera es el	Presenta un diseño y validación de

Sánchez (2017)	Desarrollo de un instrumento diagnóstico dirigido a múltiples niveles educativos y modelización de su estructura.		diseño del instrumento y la segunda la validación de la estructura interna del mismo.	instrumentos. La elaboración de los ítems, se realizó mediante la combinación del estudio de las pruebas Canguro Matemático y el criterio del experto.
Juana Yadira Martín Perico (2019)	Aprendizaje Transdisciplinar de las Ciencias Matemáticas mediado por Realidad Aumentada en Programas de Ingeniería	Universidad Santo Tomás (Bogotá, D. C.)	Multimétodo, se emplean dos o más métodos para la indagación experimental y descriptivo.	Propone el uso de realidad aumentada en torno al aprendizaje de las matemáticas.
Carlos Alberto Garzón Bustos (2016)	El saber escolar matemático en Colombia y la constitución de subjetividades	Universidad de la Salle (Bogotá D. C.)	Estudio cualitativo basado en elementos categoriales arqueológicos y genealógicos a partir de la técnica denominada grupos de discusión	Ofrece una orientación en torno a la investigación de tipo documental y delinea una estrategia en torno al uso de grupos de discusión para recolectar datos.
ROBÓTICA EDUCATIVA				
Lisa Guthrie (2016)	Thinking through Actions with Things: A Systemic Perspective on Analytic Problem Solving and Mental Arithmetic	Kingston Universidad (Londres Reino Unido)	Metodología que combina técnicas cuantitativas tradicionales con una ciencia cognitiva ideográfica más cualitativa.	Emplea experimentos prácticos para desarrollo de las secuencias con estudiantes, es así que se utilizaron diferentes tareas en cinco experimentos para contrastar diferentes niveles de interactividad. Los planteamientos

				pueden fortalecer el problema de investigación y la justificación del proyecto.
Marcos Román González (2016)	Codigointeralfabetización Y Pensamiento Computacional en Educación Primaria y Secundaria: Validación de un instrumento y evaluación de programas	Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), (España)	Metodologías distintas en función de los objetivos generales planteados.	Etapas para la validación de instrumentos. Aborda la programación, elemento fundamental para que el estudiante interactúe con las potencialidades de los elementos físicos de hardware.
Jaime Alemany Julià (2015)	Simulaciones Hiperrealistas para Robótica Educativa	Universidad Jaume I (España)	Trabajo por etapas de revisión, selección, implementación de simulaciones y pruebas de rendimiento.	Criterios para la selección de software que permiten la simulación de proyectos; para el trabajo con robótica educativa. Procedimiento para hacer comparativos de simuladores.
Jordi Adell Segura, María Ángeles Llopis Nebot, Francesc M. Esteve Mon y María Gracia Valdeolivas Novella (2019)	El debate sobre el pensamiento computacional en educación	RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, vol. 22, núm. 1	Artículo de revisión que permite determinar la falta de consenso sobre el pensamiento computacional y la relación del término con otras disciplinas sus relaciones con el plan de estudios y sus relaciones con la educación	Estrategias para la implementación del pensamiento computacional y su relación con la robótica educativa.

			obligatoria en España.
Frank Richard Rodríguez Chirinos (2017)	Aplicación de la Robótica Educativa como estrategia en el desarrollo de capacidades del área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes del sexto grado de primaria de la II.EE. Karl Weiss – Chiclayo en el año 2017	Universidad Cesar Vallejo Escuela de Postgrado (Perú)	Vincula la robótica, con el desarrollo de capacidades en los estudiantes en Ciencia y Tecnología. Uso de un Kit Lego WEDO, que puede ser implementado en el estudio. Asocia las capacidades con el currículo, y normativas del Ministerio de Educación.
Álvaro Vergara Pinilla (2015)	Diseño e implementación de una Unidad Didáctica basada en Robótica Educativa, herramienta para el fortalecimiento de habilidades de la creatividad en estudiantes del I. E. D. Eduardo Umaña Mendoza	Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá D. C.)	Realiza una unidad didáctica para el aprendizaje de la tecnología e informática. Evalúa la flexibilidad, la fluidez y la elaboración dentro del pensamiento creativo.
Paula Andrea Rivadeneira Ojeda (2017)	La robótica como una herramienta para facilitar el aprendizaje y desarrollo de las competencias STEM en los integrantes del equipo de robótica pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid (Antioquia)	Universidad EAFIT (Medellín)	Desarrollo de competencias STEM con robótica educativa para dinamizar los ambientes de aprendizaje.

Nelson Barrera Lombana (2015)	Uso de la Robótica Educativa como estrategia didáctica en el aula	Revista Praxis Y Saber, vol. 6, núm. 11, enero-junio, 2015, pp. 215-234	Investigación de tipo cualitativo, investigación de acción en el aula y presenta actividades lúdicas con robots educativos como el pilar de la educación en tecnología.	Uso de la lúdica para motivar estudiantes y maestros a hacer un uso adecuado de la tecnología.
Javier Andrés Vargas Guativa, Joseph James Guapacho Castro, Lauren Genith Isaza Domínguez (2017)	Robótica móvil: una estrategia innovadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje	Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 52, septiembre-diciembre, 2017, pp. 100-118	Investigación cuasi-experimental e interactiva, con estudiantes con diferentes niveles educativos y condiciones socioeconómicas, divide en tres etapas: diseño del plan de estudios, selección de herramientas y capacitación.	Ofrece el establecimiento de estrategias de enseñanza y didácticas relacionados con la robótica educativa y conectarlos con el campo de las matemáticas.

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Pensamiento Matemático

De acuerdo con Bosch (2012), el concepto de pensamiento matemático puede interpretarse de distintas maneras, por un lado, se refiere a los tópicos matemáticos y por otro, como procesos de pensamiento como abstracción, justificación, razonamiento, por enunciar algunos. No obstante, un concepto general sobre pensamiento matemático se refiere a la habilidad de pensar y trabajar en términos de números generando la capacidad de razonamiento lógico, de esta manera se adquieren nociones numéricas básicas que servirán para personas que se dedican al trabajo profesional en el campo de las matemáticas, y para otras que lo utilizan como complemento para diferentes ciencias o disciplinas.

2.2.1.1. Pensamiento espacial y sistemas geométricos

El pensamiento espacial se define como “el conjunto de los procesos cognitivos mediante los cuales se construye y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones y sus diversas traducciones o representaciones materiales” (MEN, 2006, p. 37). A propósito, González (2016) indica que “la enseñanza geométrica debe propiciar el desarrollo de habilidades con naturaleza claramente geométrica, a saber: las habilidades visuales, verbal, lógica, para dibujar y modelar” (p.53).

Es más, el autor describe el aprendizaje de los sistemas geométricos en 5 niveles de comprensión, que son: el reconocimiento, el análisis, el ordenamiento, la deducción y el rigor. Estos elementos no son excluyentes entre sí, sino que hay integración al igual que los procesos mentales matemáticos.

2.2.1.2. Pensamiento métrico y sistemas de medida

Para el MEN (2006) el pensamiento métrico se refiere a “la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos o de las medidas en diferentes situaciones” (p.63), para complementar la definición González (2016) expresa que la comprensión y su medición trae consigo:

la identificación de la magnitud, la necesidad de la conservación de la cantidad de una magnitud, medir eligiendo unidades no convencionales y convencionales, decidir sobre la unidad y el patrón de medida más adecuado, estimar la medida, la precisión, y exactitud en la medida, construir y usar instrumentos de medida. (p.54).

2.2.1.3. Pensamiento numérico y sistemas numéricos

Para Bosh M. (2012) el pensamiento numérico se refiere a todo:

aquello que la mente puede hacer con los números y que está presente en todas aquellas actuaciones que realizan los seres humanos relacionadas con los números (...) el sentido numérico como una forma de pensar, no de forma algorítmica, sino que conlleva una profunda comprensión de su naturaleza, así como de las operaciones que se pueden realizar entre ellos. (p. 20).

Como también Rico y Castro (1995) citado por González (2016) definen el pensamiento numérico como:

La línea de estudio e investigación en didáctica de la matemática, que se ocupa de fenómenos de enseñanza, aprendizaje y comunicación de conceptos numéricos en el sistema educativo en el medio social. El pensamiento numérico estudia diferentes procesos cognitivos y culturales con que los seres humanos asignan y comparten significados utilizando estructuras numéricas (p. 55).

Complementando, Alsina (2006) citado por Bosch, define que el sentido numérico es “la capacidad para aplicar buenos razonamientos lógicos en situaciones reales y también se refiere a la capacidad de emplear, en diversos contextos, los números y operaciones de manera flexible y poder emitir juicios sobre informaciones y resultados numéricos” (p.21). Esto quiere decir que el pensamiento numérico no se limita a las operaciones aritméticas (suma, resta, multiplicación, división) sino que involucra el conteo, la comparación, la partición, la estimación y la conformación de hipótesis y su demostración con la invención de estrategias.

2.2.2. Robótica Educativa

La robótica educativa ha sido definida por varios autores y líneas de pensamiento dependiendo de contextos como de experiencias, a continuación, se presenta una tabla donde se resumen los principales autores junto con sus definiciones:

Tabla 4

Definiciones de robótica educativa

Autor	Definición
Acuña (2012).	La robótica educativa se define como un contexto de aprendizaje que promueve un conjunto de desempeños y habilidades vinculados a la creatividad, el diseño, la construcción, la programación y divulgación de creaciones propias. (p.2).
Barrera (2015).	La robótica educativa se constituye en un medio de acción disponible en los procesos educativos favoreciendo su evolución desde un punto de desarrollo cognitivo real a un punto de desarrollo cognitivo potencial, mediante la interacción social con sus pares y con el docente, consiguiendo superar sus zonas de desarrollo próximo. (p.219).
Valencia (2018).	La robótica educativa es una corriente utilizada en el nivel Básico de educación en varios países, permite que el estudiante pueda utilizar sus conocimientos de forma nueva y divertida, mediante el uso de la tecnología, promoviendo la interiorización de los aprendizajes e introduciendo nuevos

conceptos que complementaran y facilitaran su formación.
(p.18).

Castro (2016) citando a
Ruiz-Velasco (1989).

La robótica educativa es una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología.

Se ha desarrollado con una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento. Es decir, la robótica educativa integra diferentes áreas del conocimiento. Esta integración facilitada por el mismo robot se vuelve significante por la conexión entre la acción concreta y la codificación simbólica de las acciones utilizando robots pedagógicos. (p.6).

Salamanca et al. (2010)
citando a Nonnon (1989).

Es una disciplina que activa la concepción, el diseño, la creación y puesta en funcionamiento con fines didácticos de objetos tecnológicos que son reproducciones reducidas muy fieles y significantes de los procesos y herramientas robóticas que son usadas cotidianamente, sobre todo, y que cada vez son más comunes en nuestro entorno social, productivo y cultural.
(p.16).

Todas estas definiciones tienen un punto en común y es que la robótica educativa ofrece un entorno de aprendizaje, un ambiente natural para que el estudiante a través del juego puede interactuar y desempeñar un rol activo frente a escenarios de incertidumbre con base a la realidad, donde el estudiante como el docente planifican, diseñan y ejecutan una solución para el problema que involucre la manipulación de robots, hardware y software. De aquí, es importante resaltar los aportes de robótica educativa en los procesos formativos.

2.2.3. Arquitectura de un robot

Generalmente un robot al igual que otros elementos tecnológicos, están vinculados a resolver una necesidad, y sobre todo a la solución de problemas, por ejemplo: mejorar sistemas de irrigación, controlar la temperatura, accionar elementos a distancia.

De acuerdo con Arias et al. (2016), se pueden identificar dos niveles en la arquitectura del robot: nivel físico y nivel de procesamiento. La capa física incluye la estructura electromecánica del robot, los circuitos electrónicos y los dispositivos que le permiten interactuar con el entorno. Hay dos tipos de este último:

- Sensores: capturan información física (luz, temperatura, humedad, distancia, sonido, etc.) y la convierten en una señal digital que puede ser leída por una computadora.

- Actuadores: le permiten mover el contexto e interactuar con el entorno. Pueden ser de diferentes tipos: hidráulicos (accionados por la presión del agua), neumáticos (accionados por la presión del aire) y eléctricos (más comúnmente utilizados).

Por último, el nivel de procesamiento consiste en una unidad de procesamiento y un programa de control que define el comportamiento del robot para lograr su objetivo.

2.2.4. *Modelo STEAM*

STEAM es un acrónimo del inglés: science, technology, engineering, arts and mathematics. Está integrado por diferentes disciplinas que actualmente están consideradas fundamentales para un óptimo desempeño en la sociedad, como lo son: las ciencias, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas. De acuerdo con Álvarez (2020), es un enfoque que promueve el desarrollo del conocimiento en diversas áreas de manera interconectada, y pone énfasis en el aprendizaje a través de la práctica activa.

En el ámbito educativo, estas disciplinas se trabajan en diferentes áreas o asignaturas, el enfoque STEAM busca que no se trabaje de manera aislada, sino de forma interdisciplinaria generando un aprendizaje significativo y aproximado al contexto.

2.2.5. *Teorías de Aprendizaje*

Partiendo de que una teoría es “un conjunto de constructos (conceptos), definiciones y proposiciones relacionadas entre sí que presentan un punto de vista sistémico de fenómenos, especificando relaciones entre variables, con el objetivo de explicar y predecir los fenómenos” (Velazco, 2007. p. 17). Por tanto, una teoría de aprendizaje pretende describir los procesos de aprendizaje, existen variados autores que han aportado en estas teorías las cuales, generalmente ayudan a comprender, predecir, y hasta controlar el comportamiento humano.

Para lograr la implementación de la teoría, se han desarrollado estrategias de aprendizaje que en su aplicación logran obtener los resultados esperados y permiten identificar las formas cómo los sujetos acceden al conocimiento (Escorza, 2020).

2.2.5.1. *Aprendizaje colaborativo*

El aprendizaje colaborativo es:

el trabajo en grupos heterogéneos, grupos pequeños que propician el diálogo. No es espontáneo porque debe existir una intención para el logro del objetivo. Deben resolver un problema de manera individual o conjunta permitiendo desarrollar habilidades interpersonales donde cada uno es responsable de su propio aprendizaje, pero a la vez de los demás. (Vargas y Yana , 2020).

Esta teoría de aprendizaje, está relacionada estrechamente con la solución de problemas, ya que permite que los estudiantes intercambien sus ideas, experiencias, opiniones, resultados de aprendizaje, generalmente con sus pares, para buscar cambios de estructuras mentales y desarrollar nuevo conocimiento.

La perspectiva en cuestión no se limita a una única teoría, sino que se compone de diversas corrientes teóricas que enfatizan el valor constructivo de la interacción sociocognitiva y la coordinación entre los estudiantes. Entre estas corrientes se incluye la teoría del aprendizaje cooperativo (Johnson y Johnson, 1999), y para Roselli (2011), además están: el socioconstructivismo neo-piagetiano o teoría del conflicto sociocognitivo, el enfoque neo-vygotskiano de La intersubjetividad y el modelo de la cognición distribuida. (p. 175). En general se establece un método que involucra debatir sobre un tema, crear un proyecto, resolver problemas, entre otras actividades posibles, para conseguir un fin común.

2.3. Teorías relacionadas con la temática de estudio

Para el desarrollo de este documento se han establecido tres categorías generales junto con sus subcategorías, primero se expone la categoría de tecnología educativa y sus subcategorías de robótica y robótica educativa. Segundo, la pedagogía y sus subcategorías de aprendizaje cooperativo y colaborativo y líneas de conocimiento que soportan la robótica educativa en la pedagogía. Por último, se expone la categoría de pensamiento matemático y las subcategorías como procesos formativos y su relación con la robótica educativa.

2.3.1. *Tecnología educativa, intereses perspectivas y retos.*

Con el pasar de los años la tecnología avanza a pasos agigantados, convirtiéndose en un pilar fundamental en el presente siglo. El concepto de tecnología está relacionado con múltiples líneas de saber cómo: la ciencia, la sociología, la economía, entre otros. De acuerdo a Castiblanco et al. (2015) citando a Quintanilla (1998): “Por tecnología se entiende un conjunto

de conocimientos de base científica que permiten describir, explicar, diseñar y aplicar soluciones técnicas a problemas prácticos de forma sistemática y racional” (p.32). Como también, Castiblanco et al. (2015) citan a Neyes (1985) el cual describe que tecnología es:

Una rama del saber, constituida de conocimientos y competencias [...] para la utilización, mejora y creación de técnicas. [Donde] una técnica está compuesta por el conjunto de operaciones que deben ser efectivamente realizadas para la fabricación de un bien dado. (p. 32).

Hablar de tecnología está relacionado a dos enfoques importantes, el primero es el entorno artificial o inteligencia artificial y el segundo es la interacción con el ser humano, dentro de todas sus dimensiones cognitivas, educativas, económicas, sociales, comunicativas, entre otras. Aunque cada vez la tecnología se ha expandido a otros sectores y dimensiones del ser humano. La educación no es excepción de los avances de la tecnología, poco a poco los procesos de aprendizaje se han obligado a evolucionar a un entorno más tecnológico. Este hito histórico ofreció los cimientos para la tecnología educativa.

La tecnología educativa tiene sus raíces en los años 40's empleado en proyectos en el cine mudo, periódicos escolares, proyección de imágenes y su papel activo en gráficos o mapas. En los años 50's la tecnología educativa se emerge en la prensa, radio, cine y televisión. No fue hasta los años 70's que su aceptación fue establecida dentro de un contexto académico, a su vez su importancia dentro del aula.

Hay múltiples definiciones sobre tecnología educativa, autores como Arias et al. (2016) expresan que tecnología educativa es el:

Acercamiento científico basado en la teoría de sistemas que proporcionan al educador las herramientas de planeación y desarrollo, así como la tecnología que busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través del logro de los objetivos educativos y buscando la efectividad del aprendizaje (p. 4).

De hecho, Torres y Cobo (2017) parafraseando a Skinner (1970), señalan que:

La tecnología educativa consiste fundamentalmente en la aplicación en el aula de una tecnología humana, que en líneas generales pretende la planificación psicológica del medio, el autor observó un estancamiento en el desarrollo debido a limitaciones respecto a los recursos informáticos. (p.4).

Cabe de resaltar una importante consideración, y es la tecnología educativa no como fin, es decir como creación de tecnología, sino como medio, es decir, como un instrumento de mediación que resulta útil para facilitar el aprendizaje y la comunicación de conocimiento.

En los años 80's con el diseño de computadores personales y el auge de la informática el acceso era mayor con equipos a menores costos. La UNESCO (1984), acuña de forma oficial el término de "tecnología educativa" en su glosario de términos, refiriéndose como el "modo sistemático de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje teniendo en cuenta los recursos técnicos y humanos y las interacciones entre ellos, como forma de obtener una más efectiva educación" (p. 44).

En los años 90's la tecnología educativa "se consolida como un campo de conocimiento pedagógico de reflexión y teorización sobre la acción educativa planificada en función de contextos, caracterizada por el uso de medios tecnológicos" (Torres y Cobo, 2017, p.33).

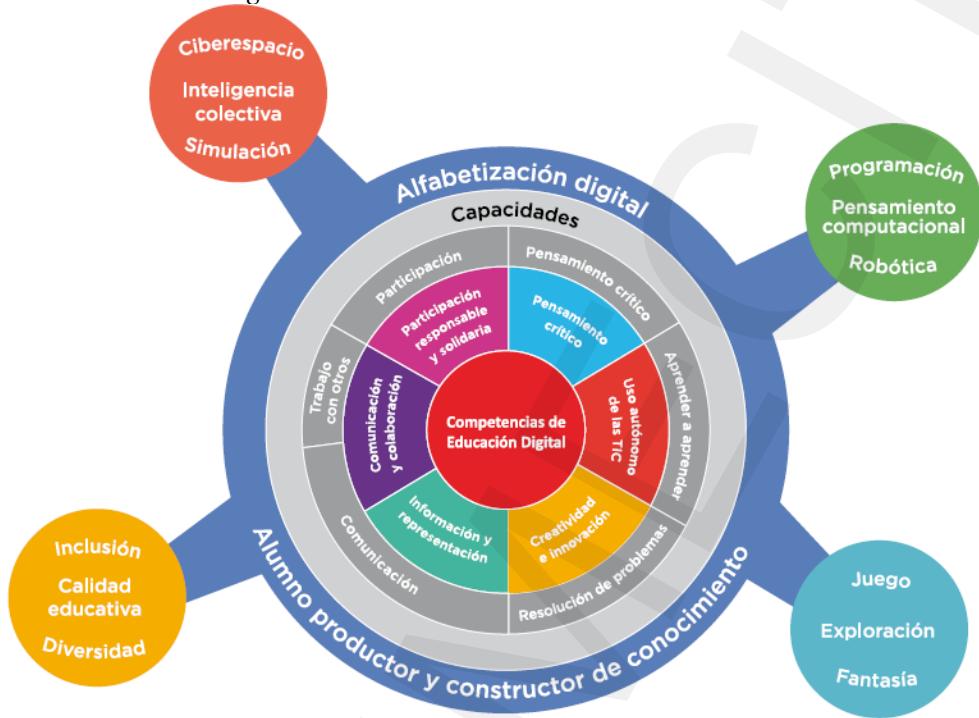
Actualmente la tecnología educativa "constituye una disciplina encargada del estudio de los medios, materiales, portales web, y plataformas tecnológicas al servicio de los procesos de aprendizaje; en cuyo campo se encuentra los recursos aplicados con fines formativos" (Torres y Cobo, 2017, p.34), dentro de esta disciplina se destacan las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (NTIC) en estas se encuentra la participación de la robótica.

La tecnología educativa tiene como objetivo garantizar la alfabetización digital, donde se desarrolle el aprendizaje de competencias y saberes necesarios para la integración de la cultura digital y establecer una visión crítica sobre la informática y el mundo tecnológico que nos rodea.

El enfoque como desarrollador de competencias, es elaborado por múltiples autores, el más representativo es la empresa Robotlab, dedicada a los proyectos de tecnología e informática con un abordaje pedagógico utilizando como instrumento las TIC. De acuerdo a los autores la tecnología educativa debe desarrollar las competencias de la educación digital que son: la participación responsable y solidaria, el pensamiento crítico, el uso autónomo de las TIC, creatividad e innovación, información y representación, comunicación y colaboración (ME, 2018). Estas competencias se desarrollan junto con las siguientes capacidades: participación, el trabajo con otros, aprender a aprender, resolución de problemas, pensamiento crítico y comunicación.

Estas competencias se ilustran a continuación:

Figura 1.
Competencias de la educación digital.



Nota. Figura extraída del Ministerio de educación de la Nación de Argentina [ME], publicado en el año 2018

Como se puede observar las competencias y las capacidades son desarrolladas a medida que el alumno es productor y construcción de conocimiento, abordadas desde cuatro ejes destacados. En este sentido, se puede trabajar con distintas herramientas como la programación, el pensamiento computacional y la robótica, que permiten desarrollar métodos o pasos específicos para resolver problemas en función de la situación que se presenta, debido a que se usa un enfoque socio-sistémico donde se analiza procesos desde una perspectiva holística e integradora, aborda el ciberespacio, la inteligencia colectiva y la simulación, promoviendo la capacidad de formular suposiciones y declaraciones generales, además de la habilidad de analizar la extensión de su validez, en cuanto al trabajo en equipo, favorece los aprendizajes, compartiendo ideas, roles y resaltando la inclusión y la diversidad, el último eje está relacionado con el juego, la exploración y la fantasía, donde logra identificar elementos que le permiten estimar soluciones a situaciones que promueven la solución de problemas (MEN, 2018).

Ahora bien, tanto las TIC como las NTIC han ofrecido ventajas significativas en la educación debido a su creación en herramientas pedagógicas innovadoras, interactivas, incluyentes y aumento de la alfabetización digital. Desde un punto de vista educativo, la

transformación de la enseñanza y el aprendizaje, no solamente tiene como meta modernizar los materiales utilizados sino también la deconstrucción entre el conocimiento y los modelos de aprendizaje. Esto representa un gran reto tanto a docentes y directivos como a estudiantes.

2.3.2. Robótica como espacio para el diálogo de saberes.

El término robot es acuñado por primera vez en 1920, en las obras de Karel Capel, su etimólogo viene del checo “*robota*” que significa trabajo u obligación. Actualmente se entiende un robot como:

Una entidad o agente artificial electrónico o electromecánico, un dispositivo funcional y programable, capaz de realizar una acción o serie de acciones por sí solo para cumplir un objetivo específico a partir de la capacidad de percibir el mundo que lo rodea, procesar esta información y actuar en consecuencia (ME, 2018, p15).

Por tanto, la robótica es una disciplina encargada del diseño, la elaboración e implementación de máquinas que satisfacen necesidades o problemas mediante una orden o estímulo. De acuerdo a Ruiz y Velasco (2007), la robótica es definida como:

Conjunto de métodos y medios derivados de la informática cuyo objeto de estudio concierne la concepción, la programación y la puesta en práctica de mecanismos automáticos que pueden sustituir al ser humano para efectuar operaciones reguladoras de orden intelectual, motor y sensorial (p.33).

Aunque la robótica tiene sus orígenes dentro del área de la informática también tiene componentes de otras áreas como son la matemática, la física, la química, medicina, entre otras. El campo donde mayor desarrollo ha tenido la robótica es en la industria debido a sus demandas y aplicaciones mecánicas. Sin embargo, para Zapata et al. (2018), se encuentra un vasto campo de la robótica no industrial o robótica cooperativa, que es una rama donde las demandas son con funciones sociales, cuyo objetivo es satisfacer habilidades y sistemas con meta comunes.

Para los autores, la robótica tiene dos vértices, la robótica como técnica que se define como el estudio de robots multi-agentes cooperativos e innovadores, la investigación de hardware y software. Y la robótica como pedagogía, definida como la utilización de la robótica en estrategias para enseñar diferentes áreas escolares en ambientes educativos.

La robótica educativa desde sus orígenes en los años 60's ha continuado creciendo y se posiciona como un elemento de las nuevas generaciones, las instituciones educativas, utilizan la

robótica en los procesos educativos, que implican el diseño y la construcción de robots, junto con todas sus interacciones entre los participantes se utiliza temas multidisciplinarios como la electrónica, la informática, las matemáticas y la física. Al respecto el Ministerio de Educación de Argentina [ME] (2018), manifiesta que la integración de robots en los procesos de aprendizaje “Permite desarrollar habilidades transversales a las diferentes asignaturas de pensamiento computacional aplicado a la resolución de problemas, creatividad e innovación, trabajo en equipo, capacidades expresivas y comunicacionales, y uso autónomo y cono sentido crítico de las tecnologías” (p.15).

La robótica promueve las habilidades en los estudiantes hacia las competencias que demanda el siglo XXI, donde engloba iniciativas educativas que incluye áreas de la ciencia, tecnologías, ingeniería y matemáticas, el ejemplo más claro al respecto es en el enfoque STEM, (Science, Technology, Engineering, Mathematics) con una visión integradora e interdisciplinaria de saberes, donde se:

Incorporan contextos y situaciones de la vida cotidiana, y utilizando todas las herramientas tecnológicas necesarias; en otras palabras, se trata de un enfoque que privilegia la enseñanza de las ciencias integradas con énfasis en sus aplicaciones en el mundo real y permite a los estudiantes aplicar los elementos de dichas disciplinas en sus contextos próximos (Silvero y Esclada, 2019, p. 83).

La resolución de problemas es un objetivo clave para este enfoque donde se favorece la participación de los estudiantes en su proceso formativo donde el diálogo de saberes es fundamental.

2.3.3. Aportes de la robótica educativa en los procesos formativos

La robótica educativa aporta a los procesos formativos ambientes de aprendizaje sustentados en la creatividad colectiva e individual, así como el desarrollo del pensamiento matemático, la resolución de problemas, el pensamiento lógico y el pensamiento crítico (INNTEDE, 2016) . Pues constituye en un medio de acción como herramienta en los procesos educativos favoreciendo su evolución desde un punto de desarrollo cognitivo personal y cognitivo potencial, mediante la interacción social con sus compañeros y con el docente, consiguiendo superar sus obstáculos frente a las problemáticas planteadas en clase.

Adicionalmente, Zurita (2016), plantea que el desarrollo de habilidades gracias a la robótica educativa, se pueden agrupar en cuatro categorías, a saber: 1) alta productividad, vinculada con las competencias para en la creación idea-concreto; 2) comunicación eficaz, que involucra habilidades interpersonales, colaborativas y comunicativas; 3) era digital, expresada en el uso adecuado de los recursos tecnológicos como también tener una concepción critica en el uso de estos y, 4) mentalidad creativa, que expone las estrategias para resolver problemas en concreto.

Por su parte, Morano et al. (2012), expresa que los aportes de la robótica educativa los procesos formativos radican en tres vértices. El primero es que al acumular ciencias y líneas de conocimiento se puede aprender con facilidad los contenidos al implicar la construcción como la interacción de robots. Segundo: fomenta la imaginación, la creación de estrategias, la resolución de problemas, despierta inquietudes y ayuda a comprender mejor el mundo que los rodea. Por último, permite el trabajo en equipo tanto cooperativamente como colaborativamente, facilitando la comunicación, la responsabilidad y la toma de decisiones

Hay investigaciones al respecto en la literatura especializada sobre el tema, pero los beneficios de la robótica educativa en los procesos formativos se centran en cuatro palabras clave: imaginar, diseñar, construir y programar. De hecho, este enfoque es propuesto por García y Castrillejo (2007), los autores exponen que esta propuesta integra los conocimientos de forma holística e integradora, estas palabras o fases no deben verse por separado si no de forma holística e integral.

Los participantes deben incursionar en sus propias ideas con el objeto de concretarlas en los robots, García (2015), citando a Urrega (2001), explica que los propios alumnos

Deberían ser capaces de escoger las ideas que ellos quisieran explotar, los recursos que quisieran incluir en sus experimentos, solucionar retos, discutir, y presentar sus proyectos finales entre ellos mismos y con otros miembros de la comunidad. Aprendizaje de inmersión se refiere a la noción de que los alumnos estén inmersos en procesos de aprendizaje y dispongan de mucho tiempo para dedicarse al juego y a explotar a fondo sus ideas (p. 6).

Y que por tanto “Se debe entender que la robótica educativa no debe ser vista como privativa para los alumnos que trabajan en áreas técnicas, sino como dispositivo pedagógico para un aprendizaje creativo” (García, 2015, p.7). Cabe destacar la importancia de los alumnos y

docentes como desarrolladores de tecnología y participantes activos de conocimiento, esto permitirá el desarrollo de una visión crítica de los mismos. Si se desarrolla un proyecto de robótica, las etapas de imaginación y diseño son procesos altamente creativos, favoreciendo el aprendizaje grupal y son, por lo tanto, “más motivadores que aquellos que son impuestos o que son desarrollados para complacer al docente que los plantea” (García, 2015, p.11).

Las áreas de trabajo de la robótica educativa son múltiples, sin embargo, sobresale las siguientes (Salamanca et al., 2010):

- Apoyo en la enseñanza de primaria y secundaria.
- Adultos en formación profesional.
- La robótica aplicada a las personas con discapacidad.
- La robótica como herramienta de laboratorios.
- La robótica educativa para facilitar el desarrollo en los procesos de representación.
- Desarrollo del análisis y reflexiones sobre la robótica educativa y sus aplicaciones.

2.3.4. Robótica educativa y su relación con el aprendizaje

Hay diversos enfoques para la enseñanza mediante la robótica educativa en el proceso de la pedagogía, los principales enfoques son tres: primero, la robótica educativa como objeto de aprendizaje, el segundo, como medio de aprendizaje, por último, como apoyo al aprendizaje. Los dos primeros implican que el aprendizaje esté dirigido a la construcción y programación de robots, mientras que el tercero los robots son utilizados en el aula como una herramienta que persuade al estudiante a los contenidos de su currículo con una interacción divertida y activa.

En cualquiera de los tres enfoques anteriormente mencionados, la pedagogía de la robótica educativa, de acuerdo a Castro (2016), presenta los siguientes principios:

- Interdependencia positiva: se refiere a como los participantes mantienen una conexión, lenguaje y comunicación asertiva para cumplir sus objetivos.
- Responsabilidad individual: se refiere a los aportes individuales que se plasma en un trabajo final, pero no como dos partes por separado, sino como una espiral de ideas y acciones.
- Participación equitativa: los participantes deben tener la misma responsabilidad e importancia partiendo de la integración y el respeto.

- Motivación: mediante el uso de robots las estrategias pedagógicas son más interesantes y llamativas para los participantes.
- Interactividad: planes de acción y comunicación o para el trabajo colaborativo.

No obstante, es interesante que no solamente se considere estos enfoques, sino explorar otro tipo de líneas que soportan la pedagogía en la robótica educativa. En este apartado se expone las líneas de pensamiento o escuelas investigativas que tratan la pedagogía y su relación con la educación tecnológica y más específicamente en la robótica educativa, como se muestran a continuación.

2.3.4.1. Aprendizaje cooperativo y colaborativo.

Tomando en consideración las contribuciones de Piaget (1983) y Papert (1987), se reconoce que el aprendizaje es un proceso continuo y activo en el cual los individuos establecen una estrecha relación con el objeto de conocimiento. En este sentido, la robótica educativa se presenta como una herramienta que facilita y fortalece dicha conexión. Al respecto Castiblanco et al. (2015), expresa que la didáctica y la robótica educativa toman roles importantes para que el estudiante participe y protagonice su propio aprendizaje “Ya que es capaz de interactuar de manera autónoma y cooperativa asumiendo un tipo de rol y con el aportar en la construcción de una solución al problema” (p. 39). De ahí que es importante hablar del aprendizaje cooperativo y colaborativo.

De acuerdo con Johnson y Holubec (2004), el aprendizaje cooperativo se refiere al empleo de grupos pequeños de estudiantes cuyo objetivo es optimizar el aprendizaje, este estilo de aprendizaje tiene como guía los lineamientos del constructivismo donde el docente diseña las interacciones, las metas, la división de tareas o roles entre los participantes mediante la cooperación. El trabajo cooperativo se caracteriza por:

Entender que al trabajar juntos su rendimiento es determinante a la hora de optimizar los resultados, (...) cada integrante asume un rol y con ello su responsabilidad dentro del grupo para realizar un buen trabajo y cumplir con el objetivo en común, para ello es importante la interacción de los participantes y la ayuda que se brinden unos con otros a través del diálogo, del apoyo mutuo escolar y extraescolar y el análisis conjunto de la experiencia. (Johnson y Holubec. 2004. p. 43).

Lo contrario, sucede con el trabajo colaborativo, donde los estudiantes son los que diseñan las interacciones y controlan varias variables de los resultados dando la posibilidad de un estímulo mayor en el proceso de aprendizaje. De acuerdo a Castiblanco et al. (2015), este método es desarrollado en el siglo XX y tienen como base el compromiso de los participantes de aprender juntos, determinan como se distribuye en grupo y que roles deben cumplir, que procedimientos deben utilizar, y que estrategias de comunicación deben utilizar, todas estas funciones rodeadas por una meta en común.

Dentro de la robótica educativa el trabajo cooperativo como el colaborativo son esenciales para que el aprendizaje pueda alcanzarse, esta interacción promueve las habilidades de pensamiento y las habilidades sociales. Al respecto, Ruiz y Velazco (2007) manifiestan que la relación del trabajo cooperativo y del colaborativo con la robótica educativa favorece el desarrollo de estrategias cognitivas, en la medida que los participantes manipulan los robots, desde lo abstracto hasta lo concreto.

Adicionalmente, Barrera (2015) manifiesta que las actividades lúdicas con robots educativos logra la construcción de saberes en equipo, al involucrar el trabajo colaborativo se fomenta los procesos metacognitivos para dar significado a las construcciones intrapersonales del conocimiento, es decir, mediante la regulación autónoma por parte de los grupos de estudiantes, se logra la interacción interpersonal e intrapersonal entre equipos, con el fin de construir, compartir y fomentar los saberes sobre la praxis de los estudiantes.

El trabajo en equipo de forma cooperativa y colaborativa es la piedra angular de cualquier proyecto de robótica, al crear robots los participantes pueden, de forma divertida, adquirir conocimientos de los saberes implicados (matemáticas, física, etc.), así como en la resolución de problemas. (Barrera, 2015).

2.3.5. Robótica educativa, gestora de un escenario construcciónista de formación.

La educación en tecnología es un aspecto que se ha establecido en los diferentes currículos en varios países, y es evidente que los avances actuales en cuanto a robótica e informática no pueden ser ajenos a las realidades de aula, es así que entre los pensadores que han enfocado sus esfuerzos en vincular la tecnología a la enseñanza fue Seymour Papert, que parte de la corriente de pedagogía constructivista vinculándola a la tecnología, para Papert (1993), con base en el constructivismo, el enfoque educativo se centra en que los estudiantes trabajen en

problemas auténticos, colaborando en grupos pequeños o equipos. El conocimiento previo y las experiencias pasadas de los alumnos sirven como cimientos para construir nuevos aprendizajes. De igual manera, se destaca la importancia del proceso de construcción del conocimiento y la retroalimentación formativa, que son tan relevantes como el resultado final y las evaluaciones sumativas.

Este método de abordar problemas auténticos impulsa la generación de soluciones mediante el uso de un enfoque tecnológico específico, diseñado para involucrar y motivar a los estudiantes de manera activa y significativa.

Además, basándose en los trabajos de Jean Piaget, desarrolló el constructivismo, donde el docente o guía se limita en proporcionar herramientas a los alumnos, ellos son los encargados de resolver los problemas en un acto dinámico “donde quien aprende construye su conocimiento y el método para interiorizarlo (...) el rol del docente cumple con ser no el poseedor total del conocimiento sino más bien el orientador o guía que brinda algunos consejos” (Leon, 2011, p. 21).

Inclusive se puede llegar a expresar que hoy en día se puede hablar de Robótica Educativa, gracias a Papert, puesto que es considerado el pionero del pensamiento computacional, elemento crucial para el desarrollo del presente proyecto, además de generar los cimientos para la robótica educativa, pues:

Fue a partir de estas teorías y de este autor revolucionario cuando podemos hablar realmente de la robótica centrada en la educación (debido) a que se creó un ambiente de aprendizaje para los alumnos en el cual podían programar ordenares y robots, mediante este uso, los alumnos pudieron ganar conocimiento en el uso de la tecnología (Orozco, 2016, p. 24).

En el mismo sentido, se hace referencia al uso de robots en el ámbito educativo con la implementación de kits que contienen materiales necesarios para desarrollar otras áreas, cómo la que se está abordando en la presente investigación. Es así que según Papert y Harel (1991):

La introducción de kits de construcción ciberneticos en la vida de los niños tiene el potencial de transformar la forma en que se aborda el aprendizaje de las matemáticas. Estos kits pueden despertar el interés de los niños, ya que les permiten construir modelos y aplicar los conceptos matemáticos de manera práctica. Incluso en casos donde la

enseñanza sea deficiente o escasa, los niños podrían mostrar motivación intrínseca para aprender debido a su deseo de utilizar estos kits. (p. 5).

Esta teoría del aprendizaje comprende al constructivismo, donde el estudiante cumple un rol activo diseñando sus propios proyectos, y que además en el proceso se incrementa su empoderamiento y papel fundamental en la sociedad, para asumir una responsabilidad social.

De acuerdo con Stager (2007), es su trabajo: “*8 grandes ideas detrás del laboratorio de aprendizaje construccionalista de Seymour Papert*” manifiesta las siguientes ideas que se deben incluir en toda didáctica junto con la robótica educativa: 1) aprender haciendo, 2) la tecnología como material de construcción, 3) la diversión como herramienta didáctica, 4) aprender a prender, 5) tomarse el tiempo necesario en el proceso de construcción y aplicación, 6) aprender de los errores, 7) desarrollar un pensamiento crítico a los procesos de aprendizaje y, 8) conocer la importancia mundo digital y el acceso a la tecnología digital.

Por otra parte, de acuerdo a Stager (2007), para Papert establecer la relación entre robótica y programación es fundamental, pues la programación en el ámbito de la tecnología y en la educación, introduce herramientas para dirigir a los robots para resolver problemas de distinta índole, lo cual desarrolla en los estudiantes una serie de habilidades cognitivas y estrategias sociales para la solución de las situaciones a las que afronta.

2.3.6. Robótica educativa y los saberes de Morín

Uno de los autores que ha profundizado en la educación del futuro es Edgar Morín (1999), el autor plantea 7 saberes que se deben establecer en los currículos para que la educación avance a mejorar los procesos educativos, así el segundo, cuarto y quinto saber están vinculados a la robótica educativa como estrategia para potenciar los procesos educativos. En este orden de ideas, la presente sección desglosa una serie de apreciaciones al respecto que se consideran significativas para el estudio planteado.

El segundo saber es denominado “los principios de un conocimiento pertinente”, este elemento parte de la complejidad, aborda el mundo como un elemento general, no desglosado en sus partes fundamentales, del mismo modo el conocimiento actualmente se presenta fragmentado entonces el autor expresa la necesidad de generar en el ser humano la aptitud natural para ubicar todas las informaciones en un contexto y un conjunto por medio de métodos enfocados a relaciones mutuas y las influencias recíprocas entre las partes de un todo. Así la robótica

educativa, es la integración de varias disciplinas como mecánica, informática, electrónica, matemáticas y física (Ramírez y Landín, 2017), formando un conjunto inseparable de partes que bien utilizadas pueden potenciar el conocimiento humano.

En el cuarto saber se trabaja “enseñar la identidad terrenal”, en este aparte, se trata de reconocer la condición humana en el mundo cambiante y cada vez más vinculado por las nuevas tecnologías, realiza una aproximación a lo que identifica como la era planetaria, haciendo referencia a un mundo más conectado por las comunicaciones, pero más consciente de las opresiones y dominaciones de la humanidad, lo que permiten mejorar las capacidades de responder a los requisitos técnicos ambientales, y diferenciar y crear sus propios estilos de aprendizaje a través de la experiencia directa en los campos profesionales, reduciendo así la brecha entre la teoría académica y la práctica laboral (Maya et al., 2017).

El quinto saber, llamado “enfrentar las incertidumbres”, este aparte hace relación en que los avances científicos y las nuevas realidades, además de generar certidumbres en muchos aspectos, también establecen incertidumbres en muchos otros campos que se van develando, en este sentido el autor establece la importancia de que las personas encargadas de los aspectos educativos, deben estar preparadas para afrontar las incertidumbres de estos tiempos. Así como enseñar en los currículos la manera de hacer frente a las nuevas realidades, la educación tradicional tendrá que cambiar. Puede seguir utilizándose en el aula, pero su apariencia y dinámica deben cambiar fundamentalmente.

La robótica educativa ayuda a enfrentar a los cambios constantes de las nuevas realidades, debido a que desarrolla la reconstrucción del propio conocimiento generando habilidades para enfrentar a estas realidades, adicionalmente desarrolla competencias como la incertidumbre racional donde se genera la autocrítica y la racionalización. (Hernández et al., 2020).

Ahora bien, se deben considerar algunos recursos informáticos, robóticos e instrumentos pedagógicos, posibles aplicaciones educativas que los maestros pueden usar. Para lo que el aplicar elementos novedosos como la robótica educativa, que se encuentra a la vanguardia de los avances científicos y tecnológicos, es enfrentar la incertidumbre, además, lograr establecer el aporte a una habilidad fundamental para el desarrollo humano, como es el pensamiento matemático, tendría importantes repercusiones a nivel social y educativo (Llanes et al., 2019). De acuerdo con Morin (1999), nos encontramos en una época donde existe incertidumbre de lo

real, al conocimiento y la ecología de la acción, se ha educado para aceptar en un sistema de certezas, pero la educación para la incertidumbre es deficiente; por tanto se puede afirmar que la robótica educativa genera propuestas para desaprender las teorías de aprendizaje tradicionales, enfocando la educación a resolver problemas prácticos, de la vida cotidiana, donde incluya las distintas ramas de conocimiento.

2.3.7. Problemáticas para el desarrollo del pensamiento matemático

Reconocer las problemáticas del pensamiento matemático requiere tratar inicialmente el concepto de pensamiento. Situación que resulta compleja ante las diversas vertientes teóricas desde las que se pretende comprender tal concepto. En este sentido, se traen a colación los planteamientos de Bosch (2012), quien plantea tres líneas de trabajo en torno a la noción de pensamiento.

La primera noción de pensamiento descrita por Bosch (2012), hace referencia a las estrategias que se emplean en la resolución de problemas. El pensamiento es concebido por un pensamiento convergente, que se refiere a la búsqueda de un resultado necesario y un pensamiento divergente, que se refiere a la búsqueda de un resultado lógicamente posible. La segunda línea define la noción de pensamiento relacionado a los procesos cognitivos como entre los que se encuentran “identificar, examinar, reflexionar, relacionar ideas o conceptos, tomar decisiones y emitir juicios de eficacia” (Molina, 2006, citado en Bosch, 2012, p. 2), todo ello encaminado a la resolución de problemas.

La tercera línea se refiere al pensamiento desde un punto de vista multidimensional, donde se encuentra la función comunicativa del pensamiento, es decir, la serie de actividades mentales direccionadas a la comunicación consigo mismo y los demás, e incluye la relación con las dimensiones: racional, intuitiva, creativa, realista, productiva y resolutiva (Bosch, 2012).

Aunque hay más líneas como definiciones, el presente trabajo se enfoca en esta última línea, el pensamiento multidimensional. Partiendo de esta idea, el pensamiento matemático está presente en muchas de las dimensiones. Para Cantoral et al. (2005), en su libro “*desarrollo del pensamiento matemático*”, expresan que el pensamiento matemático es un proceso que involucra los tópicos matemáticos utilizando herramientas mentales como la abstracción, la justificación, la estimación o razonamiento Bajo condiciones, con el objetivo de resolver problemas cotidianos

que requieren del uso de matemáticas. Los autores sustentan que este proceso se interpreta de distintas formas:

Por un lado, se le entiende a como una reflexión espontánea que los matemáticos realizan sobre la naturaleza de su conocimiento y sobre la naturaleza del proceso de descubrimiento e invención en matemáticas. Por otra, se entiende al pensamiento matemático como parte de un ambiente científico en cual los conceptos y las técnicas surgen y se desarrollan en la resolución de tareas, finalmente una tercera visión considera que el pensamiento matemático se desarrolla en todos los seres humanos en el enfrentamiento cotidiano a múltiples tareas (p.18).

A propósito, Bosch (2012), refiriéndose al pensamiento matemático, manifiesta que: Es un proceso dinámico que, al permitirnos aumentar la complejidad de las ideas podemos manejar, extiende nuestra capacidad de comprensión, así como que, para pensar de una manera efectiva, hay que tener suficiente confianza para poner a prueba las ideas propias y enfrentarse a los estados emocionales conscientemente, poniendo sobre la mesa el enorme trascendente aspecto motivacional y emocional de los procesos de pensamiento, especialmente en matemáticas. (p. 17).

El objetivo del pensamiento matemático es la resolución de problemas, esto significa ser matemáticamente competente para realizar tareas matemáticas en la vida cotidiana, comprender las razones por las que se emplea cierto proceso para su cálculo y para argumentar la utilidad de su uso. El Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2006) se refiere a 5 procesos que definen el ser matemáticamente competente: 1) formular y resolver problemas, 2) modelar procesos e interpretar fenómenos, 3) comunicar, 4) razonar y, 5) formular, comparar y ejercitarse los procedimientos mentales matemáticos. Hay que advertir, que estos procesos no se dan por separado, sino que por el contrario se relacionan entre sí para generar un resultado.

El pensamiento matemático se puede desarrollar a cualquier edad y los resultados son muy favorables en la aplicación de la cotidianidad, autores como Sánchez (2020), demostraron que desarrollar el pensamiento matemático en los niños mejora su psicomotricidad gruesa, es decir sus habilidades motoras. Claverías y Huamani (2020), mediante una aplicación de juegos matemáticos encontraron una mejora significativa en los procesos de correspondencia, de clasificación, de seriación y nociones de conservación de cantidad. Además, el estudio concluye que el aprendizaje para los niños se mejora significativamente si hay interacción entre ellos.

Para Gálvez y Vera (2021), manifiestan que, en la educación infantil hay dos escenarios fundamentales para la construcción del pensamiento matemático, por una parte, se encuentra la familia que juega un papel fundamental en la construcción de saberes iniciales de matemáticas informal y la construcción de la simbolización de realidad. Por otra parte, la escuela y los docentes cumplen el rol como agente de vivencia para el desarrollo de las áreas de matemática y comunicación. En este sentido, Sánchez (2020), Montesano y Quiroga (2020), concluyen que los estudiantes infantes tendrán éxito en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático si están acompañadas con estrategias didácticas y concepciones del sujeto como principal conductor de su aprendizaje; adicionalmente, es importante considerar el entorno que lo rodea y el contexto de su situación socioeconómica. Sin embargo, los estudios no solo se limitan a los estudiantes de edad infantil, los estudios de Ramos (2020), Andrade y Pacheco (2020), concluyeron similares resultados en estudiantes adolescentes; Murcia y Henao (2020), demuestran la potenciación del pensamiento matemático en estudiantes de pregrado.

Si bien es cierto que “ser matemáticamente competente” se centra en el pensamiento lógico y matemático, se puede realizar una subcategorización de los tipos de pensamiento matemático, tal como lo hace en MEN en sus propuestas curriculares. Estas subcategorías son cinco: el numérico, el espacial, el métrico o de medida, el aleatorio o probabilístico y, por último, el variacional, estos dos últimos pertenecen a la categoría del llamado “pensamiento numérico”. Todas las categorías mencionadas anteriormente se describen en la base conceptual de este trabajo.

Sin embargo, las problemáticas que tienen la enseñanza de las matemáticas y del desarrollo del pensamiento matemático está relacionado con que los alumnos sean competentes en las distintas áreas matemáticas. De acuerdo con Muñoz y Bermúdez (2019) y, Zaini y Rethawati (2019), los procesos de la educación matemática tradicional se dedican a solamente la exposición de los contenidos, listas de ejercicios mecanizar y memorizar los procedimientos. De esta forma, resulta difícil que los estudiantes desarrollen su pensamiento matemático y que sean matemáticamente competentes.

Ahora bien, de acuerdo con Hofer et al. (2013) y Ali (2011), las problemáticas sugieren las siguientes observaciones: primero, la dificultad de cobertura en el salón de clases debido a la distancia entre docente y técnicas de educación. Se refiere a la falta de competencias y de técnicas de medicación que proporcionen la creación en las conexiones pensamiento lógico –

matemático. Segundo, la tendencia de escolarizar las matemáticas sin utilidad práctica, se refiere a que el contenido de las matemáticas y otras áreas similares solo se quedan en el aula y se reflejan los resultados solo en los test de final de año escolar, sin ninguna o poca relación con la vida cotidiana del estudiante; esto provoca la desmotivación, el olvido del contenido y la ausencia del desarrollo del pensamiento matemático. Por último, la dificultad para abordar el pensamiento matemático por ausencia de materiales pedagógicos, lo que reduce el interés de los estudiantes.

2.3.8. Integración y aportes de la robótica educativa al desarrollo del pensamiento matemático.

El desarrollo del pensamiento matemático tiene particular interés en la comunidad académica por su función en el aprendizaje de las matemáticas y el desarrollo de competencias matemáticas. La relación entre pensamiento y enseñanza tienen una estrecha relación, ya que no se puede enseñar matemáticas si no se conoce el pensamiento matemático del estudiante, esto quiere decir que el docente debe adaptarse a los niveles del estudiante, con este inicio generar procesos de aprendizaje como de formación para guiar al estudiante a los objetivos deseados.

Tradicionalmente el profesor es el protagonista principal en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y al estudiante se le otorga un papel pasivo, sin tener participación en la construcción de lo que aprende, se limita a escuchar, a memorizar y a realizar las tareas académicas por fuera del aula. Al respecto, Cantoral et al. (2005) explican que en los procesos formativos y de enseñanza no se genera estrategias de visualización y los conceptos se manejan en una estructura con muy pocas aplicaciones a la vida cotidiana. Por tanto:

El conocimiento matemático, entonces, se presenta en forma abstracta, sin base empírica, lo que produce que los alumnos una serie de dificultades que inhiben el aprendizaje. En muchos casos, se introducen conceptos dando una prioridad excesiva al marco algebraico o al número, dejando de lado el manejo de significados en la dominación visual o verbal. (p.37).

Uno de los objetivos de relacionar el pensamiento matemático y la robótica educativa es que el alumno participe en la construcción con base en la actividad creadora y en el descubrimiento de las nociones, que sea él quien descubra y genere estrategias para resolver los problemas. En esta medida, de acuerdo con Zapata et al. (2018), el docente cumple una función

de guía, que incite el proceso del pensamiento matemático de los estudiantes de tal forma que le permita enfrentarse a situaciones nuevas y proponer soluciones.

En este sentido, para Salazar (2019), la robótica educativa es una herramienta que aporta al desarrollo del pensamiento matemático por tres motivos:

1. Enseñanza orientada a proyectos, la robótica educativa al ser incluida en los procesos formativos transforma la resolución de problemas en un enfoque formativo orientado a la resolución de proyectos. Motivo por el cual, requiere de una planeación de objetivos, una definición de una metodología y de herramientas a utilizar, por último, socialización de resultados.
2. Multidisciplinariedad, puesto que involucra matemáticas, física, informática y electrónica.
3. Motivación, el educando al manipular un sistema real u objetos tangibles se incrementa la motivación e interés por aprender, con lo que se ofrece un proceso formativo que va más allá de una enseñanza tradicional basada en libros.

Salazar manifiesta que la robótica favorece la generación de retos con base matemática, cuya resolución es asumida por las y los estudiantes, lo que conlleva a que los educandos deban establecer propuestas creativas y colaborativas de solución. A medida que se aprende y práctica de la robótica educativa se aprende el pensamiento matemático, esto implica una correspondencia directamente proporcional entre las dos categorías (Salazar, 2019, pág. 19).

En resumen, utilizar la robótica en las aulas es introducir a los estudiantes en las ciencias y a la tecnología. Siguiendo el paradigma constructivista, el aprendizaje a través del juego y la colaboración, se puede contribuir a la construcción de nuevos conocimientos como también el desarrollo del pensamiento matemático.

2.4. Bases investigativas

2.4.1. Antecedentes Históricos

2.4.1.1. La robótica educativa en Colombia.

En Colombia se ha desarrollado importantes aportes en ambientes educativos en torno a la robótica educativa. Los autores Salamanca et al. (2010), realizaron una serie de estudios para investigar la robótica educativa en Colombia. Ellos manifiestan que la robótica educativa en

Colombia tiene sus orígenes en los años 80's, pero no fue hasta la primera década del siglo XXI que tuvieron mayor difusión.

Para mencionar algunos de los trabajos sobre el tema, se pudo identificar que en 2004 la Universidad Pedagógica Nacional realizó proyectos de formación de docentes sobre robótica educativa. En el año 2008, la Universidad del Cauca inicio un proyecto llamado “plataforma de robótica y automática educativa de computadores para Educar”, aplicado en distintos establecimientos académicos, su función era aplicar robots en clases para llamar la atención de los estudiantes a las ciencias.

La fundación Gabriel Uribe en la ciudad de Cali desde el año 2005 ha liderado la implementación de talleres con base en la robótica educativa. La Universidad Nacional de Colombia, en el año 2010, realizó la construcción de robots móviles didácticos para niños de básica primaria. Por su parte, el Servicio Nacional de aprendizaje (SENA), también ha incurrido en la formación de técnicos y tecnologías en la programación y el diseño de robots implementados en las aulas (Salamanca et al., 2010).

La Red Colombiana de Robótica Educativa (RE) tiene su origen en el año 2010, caracterizada por ser una asociación de personas naturales y jurídicas tanto públicas como privadas, cuya función es ofrecer servicios de robótica educativa y su gran abanico de materiales implicados, como robots, asesorías, programación, objetos para diseñar, entre otros. Su campo de acción está en varias ciudades del país como Bogotá, Cómbita, Villavicencio, Pasto, Magangué, Cartagena, Cali, Medellín entre otras.

2.4.1.2. Evolución del pensamiento matemático y su incursión en la educación colombiana.

La historia de las matemáticas y del pensamiento matemático en Colombia inicia en el año 1762, con José Celestino Mutis (1731-1808) quien inauguró la cátedra de matemáticas en el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, en Santa Fe, la que era la capital del nuevo reino de Granada. Los aportes importantes de Mutis y de sus seguidores fue la Expedición Botánica, donde se realizaron múltiples inmersiones botánicas, astronómicas, geográficas y matemáticas, sus descubrimientos aportaron a la creación de un nuevo mapa de la Nueva Granada.

No fue hasta 1848, que en el “Colegio Militar” se implementó los estudios matemáticos a nivel Superior, aunque su enfoque principal era la formación de ingenieros civiles-militares que

tendrían un papel en las guerras civiles de la época. El currículo del colegio exigía tres años dedicados al aprendizaje de la aritmética, álgebra, geometría, cálculo, entre otros.

La primera escuela de ingeniería fue fundada junto con la Universidad Nacional en 1867; cuya central se ubicaba en Bogotá, pero se expandió a Popayán y Cartagena. También se fundó la primera facultad de ciencias exactas, y fue llamado como “facultad de ciencias matemáticas e ingeniería. Las matemáticas tuvieron una relación estrecha con las ingenierías y no se podían estudiar por separados, es decir, aun no se estudiaba las matemáticas como disciplina teórica sino como herramienta exclusivamente para las ingenierías. Sin embargo, no fue hasta 1957 que la facultad de matemáticas se independizó de las ingenierías (Sánchez, 1999).

En 1888 se creó el instituto de Matemáticas que se dividía en dos secciones, una dirigida exclusivamente para ingenieros y otra para la enseñanza de la carrera de matemáticos. Sin embargo, la carrera de matemáticas incluía la incursión de otras áreas como la astronomía, la física, hasta la química. En este mismo año se creó en la ciudad Medellín la Escuela de Minas, de acuerdo a Sánchez (1999), esta escuela tenía unos lineamientos distintos debido a que:

los cursos de matemáticas eran solamente una herramienta importante de aplicación en las diferentes áreas de ingeniería. Allí, por ejemplo, se enseñó por primera vez la estadística a comienzos del siglo XX, el desinterés por el estudio de las matemáticas puras se aprecia en la ausencia de publicaciones de sus egresados hasta 1930 (p.697).

La primera sociedad de ingenieros fue fundada en 1887, simultáneamente se creó la revista “anales de ingeniería” que era un medio de difusión de no solamente de ingenierías en general sino también de matemáticas. Se publicaron 30 volúmenes en el periodo de 1888 hasta 1920.

Hay que resaltar personajes de época como Lino de Pombo O’denell (1797-1862), Indalecio Liévano (1848-1913) Manuel Antonio Rueda Jara (1858-1907) y Julio Garavito Armero (1865-1920) que, a pesar de su formación inicial como ingenieros, se especializaron en las matemáticas, y realizaron investigaciones en aritmética, cálculo, astronomía y análisis matemático crítico. Estos tres personajes llegaron a ser profesores de varias escuelas de ingeniería y en la Universidad Nacional, además de fundar la mayoría de ellos, colegios y observatorios. Aunque ellos fueron los más representativos de la época, hubo muchos seguidores y empezó una ola de publicaciones científicas con temática exclusivamente matemática.

En 1930, con la llegada de los liberales al gobierno, se reformuló la Universidad Nacional:

Se creó la Academia de Ciencias y con ellas comenzó un lento movimiento de la superación de nuestro retraso científico. (...) hasta 1950, cuando comienza la profesionalización de las matemáticas en Colombia, encontramos muy pocos ingenieros que podamos reconocer como matemáticos (p.703).

En el transcurso de los años 1936-1951, se formaron los primeros maestros de matemáticas para los grados de secundaria en los colegios. La introducción de las matemáticas en la educación primaria y secundaria se dio mediante la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en Tunja. Donde se preparaban los licenciados en matemáticas para educación básica y media.

En 1955 se forma la Sociedad Colombiana de Matemáticas, por medio de 19 fundadores, cuyo objetivo era el estudio de las matemáticas en Colombia como disciplina autónoma. Esta agremiación realizó múltiples publicaciones y eventos, como también la creación de la revista “Matemáticas Elementales”. Por medio de la sociedad, en el año 1967, se celebró el primer congreso nacional de matemáticas con participación internacional.

Los posgrados en matemáticas se dieron a partir de los años 1967, y la especialización en matemáticas avanzadas se aprobó en 1982 por la Universidad Nacional. El doctorado en matemáticas llegó por medio del Decreto Ley 80 del año 1980, sin embargo, fue hasta apenas en 1993 que la Universidad Nacional adoptó el posgrado.

Para los autores Sánchez y Albis (2012), en su investigación histórica titulada “*historia de la enseñanza de las matemáticas en Colombia. De Mutis al siglo XXI*”, expresan que:

La formación de matemáticos desde el pregrado hasta el doctorado está totalmente consolidada en estos primeros años del siglo XXI. Las universidades más importantes del país cuentan con una carrera de matemáticas o una licenciatura en matemáticas. La comunidad matemática colombiana está conformada por miles de miembros, y son múltiples los eventos matemáticos nacionales e internacionales con niveles y objetivos muy diversos que se realizan regularmente en Colombia. Los colombianos participan cada vez más en eventos nacionales e internacionales y publican en revistas de reconocido prestigio mundial en las distintas áreas de la matemática. (p.148).

En otros apartes de su investigación, mencionados autores expresan que:

Hay, sin embargo, una preocupación creciente por la calidad de la educación en los niveles Básico y medio de formación de nuestros niños y jóvenes en lectoescritura, en ciencias y en matemáticas de manera preocupante. Los resultados de las pruebas internacionales nos dejan muy mal parados. La preocupación por la calidad de la educación en Colombia y la reflexión sobre qué y cómo enseñar es una preocupación constante desde la fundación de las primeras carreras y licenciaturas de matemáticas en Colombia. (p.148).

Desde entonces, el enfoque de la educación matemática se ha proyectado a la preocupación por la calidad de la educación en nivel Básico y medio. En los últimos años se ha creado programas de matemáticas enfocados a la educación se destaca: el doctorado en ciencias de la educación, de la Universidad del Valle que en el 2003 crea el instituto de educación y pedagogía en matemáticas, y la Asociación Colombiana de Matemática Educativa. Desde 1999 se ha realizado esfuerzos para eventualmente integrar a una comunidad de educadores netamente matemáticos con investigación en didáctica de las matemáticas.

Aunque se debe reconocer que aun la educación de las matemáticas es meramente operativa y sin campo de acción a la vida cotidiana, al respecto Sánchez y Albis (2012), son conscientes de la actual enseñanza en la educación básica y media:

Se enseñan y aprenden fórmulas sin mayores justificaciones contextuales. La matemática aparece caída del cielo en la mayoría de las ocasiones. Se ha descuidado gravemente la enseñanza de la geometría para dar paso a la llamada matemática moderna, con graves consecuencias para la formación matemática y el razonamiento que la geometría ofrece. (p. 152).

Se reconoce que aún quedan retos para la educación de las matemáticas y el desarrollo del pensamiento matemático. Por último, que hay que reconocer que aún faltan muchas investigaciones sobre la historia de la evolución del pensamiento matemático en Colombia.

2.4.1.3. Reseña histórica de la Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo

La Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo es de carácter oficial y pertenece a la zona urbana del Municipio de Pasto, del departamento de Nariño, fue creada mediante Decreto Municipal N° 0359 de 25 de junio de 2004. Pero las instalaciones de la sede principal pertenecían al Centro Auxiliar de Servicios Docentes –Casd- José María Córdoba,

creado en 1980, el cual abordaba Educación Media Diversificada al igual que Media Técnica; servicios que prestó hasta el año 2003.

Con los procesos de municipalización de las instituciones educativas, a partir del CASD, surge el Colegio Integrado CASD, que posteriormente adopta el nombre de Colegio Departamental Aurelio Arturo Martínez, extensión CASD, posteriormente por disposición legal. Además, en el año 2002 se le da el nombre de Colegio Municipal Valle de Atriz.

Sabiendo que las instituciones educativas actuales nacieron de las reformas promulgadas por el Decreto N ° 715 de 2001, que estipula la fusión de las escuelas y las escuelas urbanas en todo el país para conformar nuevas Instituciones Educativas, por tanto, surgió de la integración de varios establecimientos educativos: el Centro Auxiliar de Servicios Docentes José María Córdoba, Concentración Escolar Emilio Botero, Colegio Valle de Atriz, Escuela Integrada Doce de Octubre y la Escuela Mixta Rural Rosario de Males.

En junio de 2004, se abrió una convocatoria pública para nominar a la institución, invitando a toda la comunidad educativa a competir por la elección del nombre, y la decisión fue tomada por el consejo de un jurado calificador. El nombre seleccionado fue el sugerido por la señorita Sandra Paola Insandará de noveno grado el que fue I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo que elogia la vida y el extenso trabajo a nivel mundial del gran científico de nariñense. El Consejo Directivo aprobó la decisión para el año escolar 2003-2005.

Posteriormente, de conformidad con el Decreto N ° 0359 del 25 de junio de 2004, se ratifica la nueva razón social de la Institución Educativa Municipal José María Córdoba, por la de: Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo.

En el año lectivo 2.003-2.004, se propone ofertar bachilleratos técnicos y se reestructuró las especialidades técnicas de educación ofreciendo educación media técnica en las áreas de Diseño Gráfico, Salud y Atención Domiciliaria y Electrónica, y mediante la Resolución 746 del 11 de agosto de 2004 la SEM otorga licencia de funcionamiento para ofrecer media académica y técnica en: Diseño gráfico, Salud y Atención Domiciliaria y Electrónica. En agosto de 2004, la Secretaría de Educación Municipal otorgó licencias de funcionamiento para proporcionar el nivel de educación media académica y técnica en las siguientes áreas: Diseño gráfico, Electrónica y Salud y atención domiciliaria. El bachillerato técnico en el área de Computación por resolución No. 0328 del 16 de mayo del año 2007, obtiene su licencia de funcionamiento.

En el año 2006 se integra la Escuela La Minga y al finalizar el 2010, se integró a la Institución la escuela Niña María.

En la actualidad la Institución Luis Eduardo Mora Osejo está conformada por cinco sedes: la sede Central se ofrece los niveles de básica secundaria y media que hace la solicitud de transición de toda la sede a Jornada Única en cumplimiento del Convenio 1038; tres sedes urbanas, sede La Minga, Sede Doce de Octubre y sede Niña María que prestan el servicio en los niveles educativos de preescolar y básica primaria en Jornada Única; en el año lectivo 2016 se inicia Jornada Única en la sede Rosario de Males ubicada en el sector rural, donde se atiende a los niños y niñas de las veredas Santa Helena, Jamondino Centro y Rosario de Males del corregimiento de Jamondino. (I.E.M Luis Eduardo Mora Osejo, 2023, p 11).

2.5. Bases legales

Para el desarrollo del proceso de investigación se acudió a implementar una serie de normas colombianas, las cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5

Normatividad y sustento

Normatividad	Sustento
Constitución Política De Colombia. Congreso de la república 1991. Artículo 67	Sobre el derecho de la educación, se refiere a que la educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social. La educación formará al colombiano con el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia.
Ley General de la educación. Ley 155 de febrero 8 de 1994. Artículo 1	Por el cual establece que la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social; en las libertades de enseñanza, aprendizaje e investigación.
Ley General de la educación. Ley 155 de febrero 8 de 1994. Artículo 5	Por el cual se establece los fines de la educación como: la adquisición y generación de conocimientos científicos y técnicos. El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura. Acceso y estimulación a la creación artística en todas sus manifestaciones. El desarrollo de la capacidad crítica y reflexiva. La formación en la práctica del trabajo. La promoción de la persona como creador, investigador y adoptador de tecnología dentro de la sociedad.

Ley 1341 Sobre las Tecnologías de la información y las comunicaciones TICS. 2009 artículo 2	Por el cual se señala el derecho de poseer la comunicación. El numeral 7 manifiesta el derecho a la comunicación, la información y la educación entre otros servicios Básicos de las TICS
Ley 1341 Sobre las Tecnologías de la información y las comunicaciones TICS. 2009 artículo 6	Por el cual manifiesta la definición de las TICS: “las tecnologías de la información y las comunicaciones, son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medio, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como voz, datos, textos, video e imágenes” Prieto Ávila (2019) citando a la ley 1341.
Ley 1341 Sobre las Tecnologías de la información y las comunicaciones TICS. 2009 artículo 39	Por el cual manifiesta la articulación del plan de TICS, donde fomenta el emprendimiento de las tecnologías, enmarca las estrategias para el sistema nacional de alfabetización digital, capacitar en TICS a todos los docentes en los diferentes niveles, incluir programas de TICS en los sistemas educativos. Ejercer mayor control y seguridad de las tecnologías
Plan decenal de educación 2016-2026. El camino hacia la calidad y la equidad. Ministerio de educación 2017.	Propone estrategias y objetivos para el desarrollo de competencias tecnologías, incluido la robótica educativa. Donde se impulse una educación transformadora, con sentido crítico y fomente la investigación de los conocimientos. Que integre el uso pertinente, pedagógico y generalizado de las nuevas y diversas tecnologías con sentido equitativo, inclusivo y colaborativo
Guía 30. Ser competente en Tecnología. Ministerio de educación. 2008.	Por el cual establece los parámetros acerca del objetivo de formar en tecnología. A saber, la resolución de problemas individuales y sociales mediante el desarrollo de competencias tecnológicas, se establecen cuatro componentes: naturaleza y evolución de la tecnología, Apropiación y uso de la tecnología, solución de problemas con tecnología. Tecnología y sociedad.
Ley 1581 de 2012/ Decreto 1377 de 2013	Sobre la protección de datos personales. Habeas Data, donde se establece el derecho que tienen todas las personas a conocer, eliminar, actualizar y rectificar todo tipo de datos personales almacenados en bases de datos en instituciones públicas o privadas.

CAPÍTULO III

ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.Paradigma y Método de Investigación

En primera instancia el desarrollo de un estudio mixto es justificado Bajo una pregunta de investigación, ¿cuál es el aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados noveno, décimo y once de la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo?, que por su complejidad debe ser abordada desde distintos enfoques epistemológicos.

Desde esta perspectiva, se aborda el pragmatismo para llegar al objetivo de investigación por medio de los métodos. En este sentido, para Reguera (2001), el pragmatismo confluye entonces en el objetivo de investigación como una forma de plasmar la realidad o la verdad utilizando el concepto y su relación, y lo comprensivo, ambos representan un significado de lo real.

Es decir, el pragmatismo permite encontrar la verdad en una situación particular. En la presente investigación, el aporte de la robótica educativa al pensamiento matemático en un entorno o contexto determinado, por tanto “el método usado no implica la forma de obtener dicha verdad, sino la verdad en sí misma en una situación concreta, de ahí su nombre de pragmatismo” (Casteñada , 2016, p. 251). La ciencia, sus conceptos y teorías, son un instrumento (no son una transcripción de la realidad) y están destinadas a alcanzar un propósito específico: facilitar una acción o encontrar el objetivo de la investigación.

El paradigma pragmático permite utilizar diseños de investigación mixtos pues permiten conocer el significado o verdad de una determinada experiencia frente a la exposición de una acción y también permite la comprensión de la posición dialéctica, es decir, hay una mayor compresión del fenómeno estudiado (Martínez, 2018). Por tanto, el pragmatismo propone que el conocimiento sea solo válido si tiene utilidad pragmática, como tipo de investigación.

Al permitir la triangulación de los diseños mixtos, genera una alternativa valiosa para acercarse al conocimiento, abordando al fenómeno de estudio por varios frentes sobre todo en una ciencia tan compleja como la educación (Pérez, 2016). En este sentido, ofrecerá al presente trabajo una visión amplia sobre las experiencias de la población objetivo frente a las actividades con robótica educativa.

3.1.1. *Hipótesis*

Hipótesis Nula (H0): La aplicación de estrategias didácticas basadas en robótica educativa, no aporta de manera positiva al desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes de los grados noveno, décimo y once de la institución I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo.

Hipótesis Alternativa (H1): La aplicación de estrategias didácticas basadas en la robótica educativa, aporta de manera positiva al desarrollo del pensamiento matemático de los educandos de los grados noveno, décimo y once de la institución I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo.

3.2. *Tipo de Investigación*

3.2.1. *El enfoque de investigación mixto*

En la actualidad los enfoques mixtos cobran mayor importancia por su amplio abordaje en la investigación debido a que representan un Alto nivel de integración entre enfoques cualitativos y cuantitativos, al entremezclarlos generan una representación más compleja del objeto de estudio visto desde distintas ópticas metodológicas. Los enfoques mixtos al ser secuenciales o simultáneos permiten integrar distintos enfoques como el analítico, el correlacional, el exploratorio y analítico con el fin de mejorar la compresión (Pérez, 2016).

La presente tesis, se basó en un enfoque mixto, debido a que utiliza herramientas e interpretaciones de tipo cuantitativo como cualitativo. Respecto al enfoque cuantitativo Hernández et al. (2018), refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación, se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis, se genera confianza en la teoría que las sustenta.

Respecto al enfoque cualitativo es definido como:

Un procedimiento metodológico que utiliza palabras, textos, discursos, dibujos, gráficos e imágenes para construir un conocimiento de la realidad social, en un proceso de conquista-construcción-comprobación teórica desde una perspectiva holística, pues se trata de comprender el conjunto de cualidades interrelacionadas que caracterizan a un determinado fenómeno. La perspectiva cualitativa de la investigación intenta acercarse a la realidad social a partir de la utilización de datos no cuantitativos (Jurgenson y López, 2017).

En esta misma línea, Hernández et al. (2018) expresa que el enfoque cualitativo se selecciona cuando “el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista e interpretaciones y significados” (p. 358). Este tipo de enfoque es recomendado cuando el tema es poco explorado, de ahí que en este trabajo se utiliza este enfoque. De acuerdo con Strauss y Corbin (2002), el papel del investigador cualitativo debe tener una mirada retrospectiva y analizar las situaciones críticamente, tener la capacidad de reconocer la tendencia a los sesgos, la capacidad de pensar de manera abstracta, la capacidad de ser flexibles y abiertos a la crítica constructiva , la sensibilidad a las palabras y acciones de los que responden a las preguntas y sentido de absorción y devoción al proceso de trabajo.

Por otra parte, el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, se utiliza para recolectar información para luego corroborar hipótesis mediante la medición numérica y el análisis estadístico, para así probar teorías del fenómeno estudiado (Casilimas, 2002).

Al respecto, Álvarez (2011) expresa que el propósito de la investigación cuantitativa tiene como propósito explicar los fenómenos estudiados estableciendo límites de los mismos, encontrando leyes generales que expliquen su comportamiento, esta información debe comprobarse con la observación directa y la experiencia, el conocimiento debe analizarse desde la visión más objetiva posible.

3.2.2. *Investigación acción educativa*

La investigación acción educativa se fundamenta en la teoría de la investigación-acción, la cual de acuerdo con Saldarriaga et al. (2018) se define como:

El proceso de reflexión por el cual en un área- problema determinada, donde se desea mejorar la práctica o la comprensión personal, el profesional en el ejercicio lleve a cabo un estudio en primer lugar, para definir con claridad el problema; en segundo lugar, para especificar un plan de acción (...) luego se emprende una evaluación para comprobar y establecer la efectividad de la acción tomada (p.79).

Se asumirá, por su pertinencia con los fenómenos educativos, la investigación acción educativa planteada por Elliott. Desde esta perspectiva, la investigación acción educativa se basa en el desarrollo de procesos de reflexión, observación, planificación y acción desde una visión holística (Latorre, 2005). El modelo de Elliott se sustenta en tres momentos: elaborar un plan,

ponerlo en acción y evaluarlo, rectificar el plan y ponerlo en acción y evaluarlo, y así sucesivamente. De acuerdo con el modelo para que el proceso sea completo debe pasar por las siguientes fases:

- Identificar la idea general: descripción de la problemática investigada.
- Exploración o hipótesis de acción: identificar las acciones para cambiar la práctica.
- Construcción del plan de acción: es la acción que integra “la revisión del problema inicial y las acciones concretas requeridas; la visión de los medios para empezar la acción siguiente y la planificación de los instrumentos para tener acceso a la información” (Latorre, p. 38, 2005). Se presta atención la acción inicial y su comportamiento, para luego ser evaluado y finalmente, realizar un plan general.

3.3. Diseño de la investigación

La investigación se abordó desde un proceso de tipo mixto concurrente, ya que se recopilaron y analizaron datos cualitativos y cuantitativos simultáneamente, buscando establecer la triangulación de los resultados obtenidos en las diferentes fases de la investigación. Además, permitió proporcionar una perspectiva objetiva del problema planteado por medio de la profundización en diversas variables de estudio, y a su vez caracterizar y describir propiedades propias de las categorías del fenómeno a estudiar en el contexto educativo de la institución educativa municipal Luis Eduardo Mora Osejo.

Hay que advertir que, el método mixto que sustentó el estudio se fundamentó desde una perspectiva del diseño cuasiexperimental, debido a que la población de estudio no fue controlada y se trabajó con los grupos que se tengan a disposición al momento de realizar el trabajo de campo.

La perspectiva cuantitativa está relacionada con el cuasiexperimento. De esta manera, el cuasiexperimento contó con un grupo de estudiantes experimental y un grupo de control. Las ventajas que tiene este método es que facilita la recolección de datos y es posible extraer la información de las relaciones entre las variables independiente y dependiente. La perspectiva cualitativa se asumió desde la investigación acción educativa, donde diseño es integral con los demás métodos dando un resultado holístico de investigación en su planeación, en su aplicación y evaluación.

3.4.Sistema de variables o categorización

3.4.1. Definición Conceptual y Operacional de las Variables

Para el presente proyecto, se asume una variable independiente y otra dependiente. Para tal fin, la variable independiente, como se trató en las bases teóricas es la robótica educativa, identificada como una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología. Se ha desarrollado con una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento (Ruiz-Velasco, 1989, citado por Castro 2016).

Tabla 6

Variable independiente y sus indicadores

Variable	Dimensiones	Indicador	Índice
Robótica Educativa	Diseño	Propone el diseño	Tiempo de elaboración satisfactorio o insatisfactorio
	Elabora e integra recursos		Porcentaje de recursos disponibles Alto, medio y Bajo.
	Busca contenidos		
Construcción	Cinemática		Tiempo de ciclo y Número de ciclos completados o incompletos
	Dinámica y rodamiento		Desplazamiento satisfactorio, insatisfactorio.
	Utilidad y Eficiencia		Constate de tiempo mecánico y tiempo de espera satisfactorio o insatisfactorio.
	Equilibrio, armonía y relación con el número de elementos utilizados.		Número de fallos: Bajo, medio y Alto
Evaluación	Aspectos geométricos		Promedio de distancia en linealización eje X y eje Y
			Nivel de satisfacción del resultado Alto, medio y Bajo.
	Aspectos estructurales		Trayectoria y predicción de posicionamiento satisfactorio o insatisfactorio.

Como variable dependiente se tiene el pensamiento matemático, esta variable entendida como:

Un proceso dinámico que, al permitirnos aumentar la complejidad de las ideas podemos manejar, extiende nuestra capacidad de comprensión, así como que, para pensar de una manera efectiva, hay que tener suficiente confianza para poner a prueba las ideas propias y enfrentarse a los estados emocionales conscientemente, poniendo sobre la mesa el enorme trascendente aspecto motivacional y emocional de los procesos de pensamiento, especialmente en matemáticas. (Bosch, 2012 p.17).

Tabla 7
Variable dependiente y sus dimensiones

Variable	Dimensiones	Indicador	Índice
	Geométrico - métrico	Eficacia en la resolución de problemas asociados a las relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma magnitud y determinar su pertinencia.	Número de respuestas correctas e incorrectas en los Test y Re-Test. Bajo (0 a 1) Básico (2) Alto (3) Superior (4)
Pensamiento Matemático	Numérico-variacional	Eficacia en la resolución de problemas asociados al lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos.	Número de respuestas correctas e incorrectas en los Test y Re-Test. Bajo (0 a 2) Básico (3) Alto (4 a 5) Superior (6)
	Espacial- Métrico	Eficacia en la resolución de problemas asociados al sistema de referencia para localizar o describir posición de objetos y figuras.	Número de respuestas correctas e incorrectas en los Test y Re-Test. Bajo (0 a 1) Básico (2) Alto (3) Superior (4)
Aleatorio		Eficacia en la resolución de problemas asociados a la interpretación de medidas de tendencia central y probabilidad	Número de respuestas correctas e incorrectas en los Test y Re-Test. Bajo (0 a 2) Básico (3) Alto (4 a 5) Superior (6)

3.4.2. Categorización.

A partir de lo expuesto en las bases teóricas sobre las categorías del presente trabajo, se presenta a continuación la descripción de estas:

Tabla 8
Categorías y descripción

Categoría	Descripción.
Pensamiento matemático	De acuerdo con Bosch (2012) el pensamiento matemático se refiere por un lado al pensamiento sobre tópicos matemáticos, y por otro, procesos avanzados del pensamiento como abstracción, justificación, visualización, estimación o razonamiento Bajo hipótesis
Robótica educativa	De acuerdo con Barrera (2015), la robótica educativa es un método multidisciplinario para favorecer el desarrollo cognitivo.

Cabe de advertir que las subcategorías del presente trabajo van a emerger a partir de los de la aplicación y recolección de los datos cualitativos, que se analizaron por medio de la codificación abierta y axial que propone Strauss y Corbin (2016), en el enfoque de la teoría fundamentada:

Durante la codificación abierta, los códigos se denominan empíricos porque agrupan contenidos textuales de discurso Bajo etiquetas diversas; las categorías descriptivas son categorías empíricas estables que sobreviven diversos reagrupamientos de los datos mediante ejercicios de depuración, jerarquización y contraste. En la codificación axial, del conjunto de las categorías descriptivas, algunas de ellas transitan a categorías analíticas únicamente cuando tienen potencial heurístico y serán objeto de nuevas búsquedas de información, sea en el mundo empírico, en la reflexión o en saberes disciplinares y se representan en redes, esquemas y otros gráficos para discernir la categoría eje o principal del estudio (Valdés , 2016).

Por medio de las subcategorías de cada categoría analítica se permite realizar las respuestas a las preguntas relacionadas al estudio.

3.5.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Debido a que es una investigación de enfoque mixto, el proyecto tuvo varias técnicas: se utilizó la observación, que de acuerdo a Morales (2018) “consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas” (p.33).

Desde el nivel de la obtención de datos, en primera instancia se apoyó en herramientas tanto cualitativas como cuantitativas que pertenecen al carácter documental como libros, artículos, ensayos, tesis y diversidad de documentos. Luego, en específico, las herramientas cuantitativas son el Test y el Re-Test y encuestas, mientras que las herramientas cualitativas son, prueba de conocimiento hacia la robótica, diarios de campo y entrevistas.

3.6.Unidades de estudio y sujetos de la investigación.

El proyecto se asumió desde un enfoque mixto y por tanto las unidades de estudio usaron las herramientas del enfoque cualitativo, mientras que la muestra y las unidades de análisis usaron las herramientas de enfoque cuantitativo.

En este caso las unidades de estudio fueron los estudiantes de grado noveno, décimo y once de la Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo. El muestreo se realizó de manera no probabilístico-intencional o por conveniencia. Donde la elección de los elementos no corresponde a la probabilidad sino de las razones relacionadas con las características de la investigación, al respecto Morales (2018), explica que:

El procedimiento no es mecánico, ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. (p. 32).

Se utiliza este tipo debido a que se escogen a las unidades donde se aplicó el instrumento siguiendo los criterios de conveniencia del investigador creando muestras de acuerdo a la facilidad de acceso y de los criterios del diseño de investigación para así cumplir los objetivos del presente trabajo.

3.6.1. Población y descripción del escenario de investigación

Para el presente trabajo de investigación se seleccionó como población los estudiantes pertenecientes a los grados novenos, décimos y once del colegio Institución educativa

Municipal Luis Eduardo Mora Osejo. El número correspondiente a esta población es 495 para el año 2021, están distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 9
Población

Grado	Genero		Total
	Hombres	Mujeres	
9—1	13	14	27
9—2	13	13	26
9—3	11	18	29
9—4	14	15	29
9—5	9	15	24
9—6	16	11	27
		Total Novenos	162
10-A	16	9	25
10-C	10	22	32
10-DG	6	28	34
10-E	8	13	21
10-S1	20	9	29
10-S2	26	7	33
		Total Décimos	174
11-A	19	10	29
11-C	6	19	25
11-DG	8	16	24
11-E	9	17	26
11-S1	23	2	25
11-S2	21	9	30
		Total Once	159
		Total	495

3.6.2. *Muestra unidades de análisis.*

Es importante destacar que el proceso que se llevó a cabo durante la pandemia de COVID-19. A pesar de las dificultades que esto supuso, en primera medida de pudo avanzar en la validación de instrumentos. Para el año 2021, además, se inició la implementación de un modelo de enseñanza en alternancia, adaptado al aforo permitido y a las capacidades físicas de los salones de clase.

El muestreo de la presente investigación, por las particularidades de la situación presentada, pertenece al muestreo no probabilístico por cuotas, donde la elección de los sujetos

participantes, se hizo por conveniencia, ya que teniendo la población de los grados novenos, décimos y once de la institución, fue necesario tener establecer la segmentación de la población en grados, y posteriormente, identificando la necesidad de trabajar con diferentes cuotas dentro de los grados, se determinó trabajar con 9 de los 18 cursos presentes. En este sentido, en cada uno de los tres grados, se trabajó con un curso para la aplicación de la prueba piloto, otro curso para realizar el control y otro para desarrollar el experimento, donde se desarrollaron las secuencias didácticas realizadas. En este caso, el instrumento que pertenece a este tipo de muestreo son los Test y los Re-test que fueron aplicados a los grupos control y experimento.

Una vez establecidos los grupos a trabajar, que fueron, para la aplicación de las pruebas piloto, los cursos 9-2, 10 A, 11 C, para los grupos control, los cursos 9-5, 10-S1, 11D, y para el desarrollo del experimento, 9-4, 10-E y 11-E.

Por otra parte, para realizar el seguimiento al proceso en cada una de sus etapas y particularidades de implementación, fue necesario trabajar con los estudiantes que en ese momento retornaron a las aulas de manera voluntaria en alternancia ya que debían manipular material didáctico de manera dirigida en un espacio adecuado a cada aspecto trabajado; ya que otros se mantuvieron trabajando de forma virtual hasta finalizar el año lectivo.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que, en el grado noveno, ya que se seleccionó el que mayor número de estudiantes retornaron al aula, se incrementó el número inicial de estudiantes porque trasladaron estudiantes de otros grados novenos; para el retorno a clases, la flexibilidad y adaptación fue un aspecto muy importante a tener en cuenta.

En la siguiente tabla, se presentan los grados en los cuales se aplicaron las pruebas y la cantidad de estudiantes que hicieron el ejercicio solicitado.

Tabla 10
Muestra. Unidades de Estudio

Grado	Genero		Total Estudiantes X grado	Total Aplicaciones
	Hombres	Mujeres		
9—2	13	13	26	15
9—4	14	15	29	23
9—5	9	15	24	15
Total Novenos			79	53
10-A	16	9	25	15
10-E	8	13	21	10
10-S1	20	9	29	22

	Total Décimos	75	47
11-C	6	19	25
11-DG	8	16	24
11-E	9	17	26
	Total Once	75	59
	Total	229	159

Como se dijo anteriormente, la aplicación de los instrumentos se hizo por dos vías, una cuantitativa y otra cualitativa, ya que se usó el muestreo por conveniencia, se tomó una muestra representante de cada grado, que fueron los estudiantes que retornaron voluntariamente a las aulas teniendo en cuenta el aforo permitido, donde se les realizaron entrevistas que compilaron las experiencias y relatos de las actividades realizadas en las fases metodológicas.

3.7. Procedimiento para recolección de datos.

Para cada una de las etapas de investigación, se propusieron instrumentos acordes a la situación, cada instrumento se desarrolló según la valoración de expertos en el tema, como está indicado en la descripción de los resultados de investigación, o fue adaptado de otras investigaciones que usaron estos instrumentos para obtener la información. A continuación, se describen con detalle:

3.7.1. Prueba de conocimiento de la robótica

Se utiliza como técnica la entrevista y como instrumento una prueba de conocimiento denominada Prueba de conocimiento de la robótica (ver Anexo B). La prueba de conocimiento, es una forma de cuestionario, utilizada frecuentemente en el sistema educativo, cuyo objetivo es determinar aprendizajes, destrezas, habilidades e información en personas o grupos específicos. Esta prueba se usa como primer acercamiento al conocimiento de los estudiantes frente a la robótica. El instrumento está compuesto por 15 preguntas abiertas.

3.7.2. Test y Re-Test.

Los test de diagnóstico tienen como objetivo medir nivel del pensamiento matemático de los estudiantes de los grados novenos, décimos y once. Este test está compuesto por 20 preguntas y se lo aplicó en dos momentos, antes y después del proceso de intervención, el test tanto al inicio como al final miden los componentes del pensamiento matemático, se tuvo en

cuenta una diferencia en Test y el Re-Test y es que se presentan diferentes ejercicios pero que sean del mismo componente y con similar dificultad.

Estos componentes son geométrico, numérico variacional, espacial y aleatorio, y está dividido en la siguiente forma:

Tabla 11

Componentes Test

Componente del pensamiento matemático	Número de preguntas.
Geométrico - métrico	4
Numérico variacional	6
Espacial – métrico	4
Aleatorio	6

Para la construcción de las preguntas se utilizó los cuadernillos de pruebas Saber de matemáticas para grados novenos, décimos y once, del Instituto Colombiano para la Evaluación de educación (ICFES), sin embargo, debido a sus modificaciones, el instrumento paso por un panel de expertos y una prueba piloto para corroborar su validez teórica. La validación teórica de instrumentos está inspirada en los trabajos de Morales (2018) de la Universidad de Huancavelica. La estructura de los Test, sus respectivas respuestas y la hoja de respuestas para los estudiantes está en el anexo C.

3.7.3. *Entrevista semiestructurada.*

La entrevista semiestructurada sirvió como acercamiento con los estudiantes para conocer las experiencias adquiridas en la aplicación de los talleres con robots. Esta se consolidó como una herramienta fundamental para la realimentación a partir de las vivencias de los educandos. Las entrevistas se diseñaron con preguntas abiertas buscando dar respuesta a los tópicos de esta investigación, e intentar construir un relato de reflexión acerca de sus posturas, experiencias, emociones, reconocimiento del otro, frente a la robótica educativa. (Anexo D)

Debido a que el análisis de datos se presenta de forma no estructurada o no lineal debido a su naturaleza cualitativa, se utilizó la teoría fundamentada, el cual consiste en un diseño metodológico que pretende generar teorías que expliquen un fenómeno social en su contexto natural mediante el análisis cualitativo, se utilizó el método sugerido por Luna et al. (2018), en su trabajo “metodología de la investigación”, más concretamente en su capítulo “Recolección y análisis de datos cualitativos”, el cual propone dos etapas para analizar la entrevista

semiestructurada, la primera etapa es la inmersión abierta de los relatos y la segunda etapa es la inmersión axial o profunda de los relatos, como se expone a continuación:

Inmersión abierta: en esta etapa consiste en generar una primera visión de los relatos obtenidos de la entrevista, se divide en 5 pasos (Luna et al., 2018):

1. Revisar todos los datos, donde se obtiene un panorama general de los materiales.
2. Organizar los datos e información.
3. Preparar los datos para el análisis, donde se transcribe los datos verbales en texto.
4. Descubrir las unidades de análisis, donde se elige la unidad de análisis, en este caso, como influye la robótica educativa en el pensamiento matemático.
5. Codificación abierta de los relatos, donde se localiza las unidades y respuestas en común que tienen las respuestas frente a cada pregunta, el resultado son categorías emergentes. Cabe aclarar que, una categoría se define como conceptualizaciones analíticas desarrolladas para organizar los resultados o descubrimientos relacionados a un fenómeno, es decir, son un grupo de respuestas o relatos que tienen un patrón en común,

Inmersión profunda o axial: una vez que se obtiene las categorías emergentes como resultado de la codificación abierta de los relatos se procede a realizar la codificación axial de los relatos la cual consiste en agrupar categorías en temas y patrones de cada pregunta, relacionar las categorías, exemplificar temas y relaciones con los relatos de análisis. El proceso finaliza describiendo las relaciones o conexiones entre categorías y generando explicaciones o teorías resultantes.

3.7.4. Observación participante y Diarios de campo

Con respecto a la observación participante y los diarios de campo, se refiere a las notas que no solamente son ayudas para el almacenaje y recuperación organizada de una información creciente, que son imposibles de memorizar, sino que también ayudan analizar el comportamiento de los estudiantes. De acuerdo con Ruano (2007), distinguen tres tipos de notas de campo: las metodológicas, las teóricas y las descriptivas.

Las notas metodológicas consisten en la descripción del desarrollo de las actividades de la investigación y en el informe sobre el desarrollo de la interacción social del investigador en el entorno estudiado. Las notas teóricas están dirigidas a la construcción de una interpretación teórica de la situación a estudio. Finalmente, las notas descriptivas,

se centran en lo esencial del objeto a estudio y se informa exhaustivamente la situación observada. (p. 3).

Las notas llevadas en el diario de campo o en una observación participante, no se hicieron en hojas de papel, sino que se empleó mediante medios digitales debido a su practicidad y velocidad de almacenaje, posteriormente se procedió a describir lo sucedido en el formato establecido.

A continuación, se presenta el resumen de instrumentos utilizados, sus objetivos y su validación teórica:

Tabla 12
Instrumentos de recolección de información

Instrumento	Objetivo	Validación teórica	Anexo
Prueba de conocimiento de Robótica	Determinar aprendizajes preliminares, destrezas, habilidades e información en personas o grupos específicos sobre la robótica	Panel de Expertos	Anexo B
Test y Re test	1. Medir el pensamiento matemático, antes y después de la aplicación de robots. 2. Determinar que estudiantes tienen la capacidad de interactuar con diversas variables del pensamiento matemático	Panel de Expertos. Prueba Piloto y coeficientes de estabilidad interna. Guillermo Morales (2018).	Anexo C

Entrevista semiestructurada	1. Conocer si la robótica educativa es un tema de interés para el desarrollo del pensamiento matemático. 2. Determinar si existe participación y expectativa en los estudiantes hacia la posibilidad de una experiencia con robots.	Panel de expertos	Abad (2015). Castiblanco et al. (2015).	Anexo D
Observación participante y diarios de campo.	1. Observar y registrar los factores ambientales, comportamentales y el desarrollo de las secuencias por parte de los estudiantes.	Barrera (2015).		Anexo E

3.8.Consideraciones éticas

3.8.1. *Criterios de confidencialidad*

Los criterios de confidencialidad que se establecieron en la presente tesis, se describen en el consentimiento informado que fue socializado a estudiantes y padres de familia. A continuación, se indica el texto presentado:

Teniendo en cuenta que los participantes son menores de edad, la identidad de los participantes estará protegida, durante todo el estudio solo se utilizará un código numérico que lo diferenciará de los otros participantes en la investigación. La información obtenida será guardada hasta el tiempo del análisis e interpretación de la información. No se publicarán los datos de manera personalizada ni referida a la Unidad Educativa. Los datos individuales sólo serán conocidos por el investigador mientras dura el estudio, quien, en todo caso, se compromete a no divulgarlos. Los resultados que se publicarán corresponden a la información general de todos los participantes.

Durante la investigación se recolectará material filmográfico en las sesiones de clase, que serán utilizados como insumo de análisis pro que no serán incluidas en los informes de la investigación y tampoco serán divulgados por ningún medio.

3.8.2. Descripción de la obtención del consentimiento informado

Para lograr obtener el consentimiento informado, se llevó a cabo sesiones de socialización en cada uno de los grados a trabajar, también se presentó este proceso personalizado con los padres de familia, se explicó detalladamente todo el documento establecido, que contiene el nombre del proyecto de la tesis, los datos del estudiante y sus adultos responsables, el propósito del consentimiento, la importancia de la investigación, los criterios de confiabilidad, los responsables de la investigación, y los riesgos y beneficios que implica el proceso a llevar a cabo. Se puede observar la estructura del formato presentado, en el anexo F de este documento.

3.8.3. Riesgos y beneficios conocidos y potenciales

En el comentado consentimiento informado, también se hizo referencia a los riesgos y beneficios potenciales de la investigación. Por lo tanto, debido a que esta se llevó a cabo siguiendo los principios éticos requeridos para la investigación, que incluyen la beneficencia, la justicia, la comprensión y la confidencialidad de la información, así como la participación voluntaria, entre otros. Por lo tanto, este proyecto de investigación se consideró de bajo riesgo para los participantes. También se garantizó que los resultados de la investigación no se utilizaron en detrimento de los individuos que participaron en el estudio ni de los intereses de la institución educativa.

En cuanto a los beneficios que están relacionados con este estudio, se hizo saber a los padres de familia la importancia del pensamiento matemático en el desarrollo académico y personal de los estudiantes y, por tanto, se considera fundamental explorar nuevas vías de formación que permitan desarrollar el pensamiento matemático, una de ellas es aprovechando el interés y la motivación de los estudiantes por la tecnología. Una solución prometedora es la introducción de la robótica en el proceso educativo. La robótica combina el pensamiento matemático con diversas disciplinas para abordar problemas tecnológicos, pero su aplicabilidad

se extiende a campos tan diversos como la agricultura, la medicina, la geología y muchos otros que seguramente en un futuro serán parte de la cotidianidad.

3.9. Proceso de presentación de los datos

Para recolectar la información se procedió a imprimir los instrumentos de recolección de información creados en cada una de las etapas planteadas así;

Los resultados de los saberes previos se aplicaron a los grados experimento para establecer los aspectos más relevantes a tratar en las secuencias didácticas desarrolladas, que se desarrollaron por expertos y se logró extraer relatos representativos del proceso.

En la validación de los test asociados a la valoración del pensamiento matemático en cada una de sus dimensiones, se usó el coeficiente Kuder Richardson “KR20”, que permitió establecer la fiabilidad del instrumento en las pruebas dicotómicas que se realizaron, posteriormente en los Test y Re- test, se utilizó el programa Excel para organizar la información y obtener las gráficas de cada una de las aplicaciones realizadas, en cuanto al análisis estadístico se utilizó el software JASP en su versión 0.18.1.0, que ha sido desarrollado con la contribución de varias universidades, siendo un programa gratuito, fácil de usar y flexible, donde se realizaron los análisis descriptivos para establecer las medias de los grupos control y experimento, identificando su normalidad para establecer que son similares y posteriormente se utilizó los test tipo T de muestras independientes entre grupo control y experimento para lograr establecer las relaciones del grupo en general, por grados y por dimensiones del pensamiento matemático.

En cuanto a los diarios de campo de la aplicación de las secuencias didácticas se generó un escrito que permitió establecer los aspectos que resaltan la atención en el proceso desarrollado, además de identificar las habilidades adquiridas por los estudiantes.

Finalmente, se obtuvo resultados de una entrevista estructurada de relatos cruzados donde se obtuvieron apreciaciones del proceso y resultados de los aprendizajes asociados a la robótica educativa, los relatos y su análisis permitieron establecer categorías para relacionar los resultados obtenidos.

3.10. Procedimiento de investigación

3.10.1. Metodología de desarrollo del recurso didáctico basado en robótica educativa

El diseño de la investigación utilizó como guía el trabajo de Castiblanco et al. (2015) de la Universidad Pontificia Javeriana (Bogotá, Colombia), quienes investigaron sobre la robótica educativa y el desarrollo de habilidades, quienes proponen 6 fases para el trabajo de campo.

Las primeras fases son de tipo exploratorio y de acción; posteriormente en las fases finales serán de tipo descriptivo y analítico. Mediante el modelo de investigación acción de Elliot las fases de carácter exploratorio que permitieron descubrir la problemática del fenómeno, en este caso, la problemática de la robótica educativa (sensibilización y diagnóstico inicial), luego se identificaron las acciones para cambiar la práctica (diagnóstico inicial y socialización contextual). En las fases de carácter descriptivo y analítico se realizó una construcción del plan de acción (diseño y aplicación con robots educativos y socialización de robots), donde se descubre la relación entre estudiante-robot-entorno por medio de propuestas durante todas las fases metodológicas, por último, se evaluó el plan de acción (diagnóstico final y entrevista).

Para cumplir los objetivos propuestos en esta investigación se ha establecido la anterior ruta metodológica, donde se indaga y se implementa los instrumentos para la recolección de datos, como también las actividades las cuales ofrecen los resultados y conclusiones de este estudio, en el apartado de procedimiento de la información se describen las fases con mayor profundidad.

Se planificó que, la temporalidad de estas etapas debe de hacerse en el transcurso de 8 meses, los primeros 4 meses se realizaron las primeras tres etapas y en el resto de tiempo las siguientes tres etapas.

Tabla 13
Etapas de investigación

	Etapa	Objetivo	Descripción	Resultados Esperados
I.	Sensibilización	Aproximar a los estudiantes a un entorno teórico, práctico y analítico sobre la robótica	En cada uno de los grados se desarrollaron las actividades que permitan conocer el imaginario de robots de los estudiantes, además de aplicar una prueba de	Ampliación del campo de análisis, interpretación y discusión del proceso de implementación.

			conocimiento hacia la robótica.
II.	Diagnóstico Inicial	Identificar los conocimientos previos de los estudiantes acerca del pensamiento matemático.	Se diseñó y aplicó un test diferenciado entre grados que permite conocer los conocimientos previos sobre pensamiento matemático, donde emergieron nuevas subcategorías de análisis
III.	Socialización contextual	Caracterizar problemáticas y dificultades que tienen los estudiantes sobre el aprendizaje de las matemáticas y el desarrollo del pensamiento matemático	A partir de los resultados del test en la etapa II, se analizaron los resultados y se socializa con los estudiantes. Como también mediante el diálogo activo con los estudiantes.
IV.	Diseño y aplicación de secuencias didácticas	Diseñar secuencias didácticas que relaciona la robótica, la resolución de problemas, las matemáticas y el pensamiento matemático.	Identificar las problemáticas de aprendizaje respecto al aprendizaje de las matemáticas Elaborar e implementar una propuesta formativa a partir de una serie de secuencias didácticas basadas en robótica educativa que permitan a los estudiantes plantear soluciones a problemas del contexto.
V.	Socialización temática: Robots	Generar un espacio para compartir los proyectos robóticos.	Se realizó una socialización entre cada uno de los grados alrededor de la pregunta ¿Qué es

		un robot y para qué nos sirve? Se realizó un acercamiento al lenguaje de programación y a uso responsable de las tecnologías.	discursivo de las categorías de investigación
		Se aplicó un test diferenciado de la etapa II entre grados, con algunos cambios	
VI.	Diagnóstico final.	<p>Identificar los conocimientos adquiridos de los estudiantes acerca de la robótica y el pensamiento matemático. Como también identificar la experiencia del estudiante durante el taller.</p> <p>para conocer los conocimientos adquiridos sobre pensamiento matemático desde las subcategorías de análisis encontradas. Además, conocer mediante una entrevista no estructurada las necesidades, experiencias y expectativas del estudiante acerca de la implementación del taller y sobre la implementación de la robótica educativa en clases</p>	Identificar modelos y estrategias educativas en los procesos educativos más destacados y evaluar los resultados obtenidos con la propuesta formativa en el desarrollo del pensamiento matemático.

Nota. Adaptado del trabajo Castiblanco et al. (2015)

Ahora bien, en la presente investigación, se utilizaron tres metodologías estructurales, que permitieron plantear las lecciones, así como facilitó el logro de los objetivos y el éxito de enseñanza aprendizaje de los estudiantes, la metodología ASSURE sugerida por Chuquimarca (2015), los lineamientos para el desarrollo del pensamiento matemático del Ministerio de Educación de Colombia (MEN, 2006) y la metodología del Ministerio de Educación de Argentina (ME, 2018), expuesto en su guía didáctica: “el aprendizaje de la robótica en educación secundaria”. Estos planes metodológicos cuentan con una serie de actividades, las cuales se las detalla a continuación:

Análisis de la audiencia: se desarrolló en la Etapa I, II y III. Donde se abordaron las características generales, capacidades específicas y los estilos de aprendizaje de los estudiantes de los grados novenos, décimos y once de la institución educativa.

Objetivos: se plantea los objetivos que se quieren alcanzar en los talleres con la implicación de robots.

Seleccionar métodos, tecnologías y materiales: se seleccionaron las herramientas necesarias para realizar las actividades, el método con el cual fueron socializadas las actividades y también los materiales tecnológicos que se utilizaron en la capacitación. La institución educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo facilitó los siguientes materiales:

- Un robot Makeblock Mbot
- 10 placas Arduino uno
- Un Kit armado de Brazo robótico de Arduino
- Dos Kit de carros de Bluetooth
- Leds, resistencias, potenciómetros, cables.
- Maletas de electricidad y electrónica básica del aula de tecnología que son insumos para armar proyectos robóticos.

Elegir el grupo de control: Antes de las fases I y II, se separaron en dos grupos, uno que fue el grupo de control en el cual no se le aplicará ningún taller sobre robótica educativa y otro grupo que fue el experimental, para así corroborar la efectividad de las actividades sobre robótica educativa en el pensamiento matemático. Sin embargo, este grupo de control se le aplicó el Test y el Re-Test al igual que el resto de la muestra.

Participación de los estudiantes: en esta fase se requirió de la participación de todos los estudiantes del grupo experimental, compuesto por los grados novenos, décimos y once, para realizar todas las actividades propuestas con la temática de robótica educativa, para aportar al desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes.

Evaluación y revisión: se implementa en las fases V y VI, se realizó la aplicación de las secuencias didácticas basadas en robótica educativa; y, así mismo se evaluó el nivel de conocimiento que han logrado los alumnos al momento de utilizar el recurso didáctico.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS O HALLAZGOS

4.1. Técnicas de Análisis de Datos o Hallazgos

La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque de investigación mixta concurrente, donde se recopilaron y analizaron datos cualitativos y cuantitativos al mismo tiempo. El objetivo era lograr la convergencia de resultados obtenidos en las diversas etapas del estudio, fortaleciendo así la validez de la investigación.

4.1.1. Análisis Cuantitativo de Datos:

Análisis descriptivo de los resultados: Se organizaron los resultados obtenidos en una hoja de cálculo, para obtener gráficas y tablas de los resultados obtenidos en la aplicación de los Test y Re Test a cada uno de los grados, novenos, décimos, y once, posteriormente se hizo la comparación de los grupos control y experimento en las diferentes dimensiones del pensamiento matemático evaluadas.

Diferencia en Diferencias: Se utilizó esta técnica para comparar los resultados obtenidos en el Test de los grupos control y experimento, antes de la implementación de las secuencias didácticas basadas en Robótica Educativa y después con el Re Test, para medir la variación obtenida en el pensamiento matemático de los estudiantes.

Valor de d de Cohen: Este valor estadístico, se empleó para cuantificar el cambio observado en las puntuaciones, lo que indica un efecto que varía entre nulo, moderado y de gran magnitud.

4.1.2. Análisis Cualitativo de Datos:

Entrevistas y Observaciones: Se llevaron a cabo entrevistas y observaciones para recopilar datos cualitativos. Estos métodos cualitativos proporcionaron una perspectiva en profundidad sobre la experiencia de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de la Robótica Educativa y su influencia en el pensamiento matemático. Para su análisis, se utilizaron las técnicas cualitativas de análisis de discurso en las observaciones y análisis de contenido con teoría fundamentada en las entrevistas.

Comparación de Resultados Cualitativos y Cuantitativos: Se destacó la consistencia entre los hallazgos cualitativos y cuantitativos, lo que respaldó las conclusiones y la validez de la investigación.

4.2. Procesamiento de los Datos y Proceso de Triangulación de los Hallazgos

En el diseño de investigación se establecieron las etapas de investigación a seguir, en algunas de ellas, se desarrollaron procesos y materiales conducentes a obtener adecuadamente el acceso a los sujetos de investigación y los instrumentos a aplicar en el proceso, es así que, en la etapas de sensibilización, se crea y diligencia el consentimiento informado que permite poder trabajar con los estudiantes, más no entrega información a la investigación, del mismo modo se realiza el proceso de sensibilización a docentes que permitirían en uso de los espacios y tiempos, explicando en qué consistía la investigación, más no entrega información al proceso de investigación.

Posteriormente se realiza la validación de los instrumentos por medio de paneles de expertos, donde se logra obtener los formatos a aplicar en los saberes previos, entrevistas, observaciones, Test y Re Test.

También se realizó una prueba de confiabilidad y coherencia interna a los cuestionarios de pensamiento matemático por medio de una prueba piloto por grado y con el uso del coeficiente KR 20, que permitió obtener las versiones finales de los Test y Re Test a aplicar a cada uno de los grados.

Hasta el momento, no se evidencia aún el procesamiento de los datos, esta etapa inicia con la prueba de saberes previos, donde se realiza una serie de preguntas al grupo experimento, que permitieron obtener información valiosa que se utilizó para desarrollar la secuencialidad de la estrategia didáctica, y las secuencias específicas en cada uno de los grados de aplicación, este instrumento se abordó con análisis de discurso.

Los cuestionarios aplicados, arrojaron información cuantitativa valiosa para el estudio, que permitieron establecer el nivel de conocimiento matemático de los estudiantes en sus diferentes dimensiones, los datos obtenidos se procesaron en una hoja de cálculo Excel que permitió generar gráficos, obtener porcentajes y tablas de las respuestas correctas para cada grado y cada dimensión del pensamiento matemático y poder relacionar los resultados con la escala valorativa de la institución educativa.

En el proceso se continua con una socialización contextual a padres de familia y estudiantes de los resultados obtenidos, con el fin de motivar la participación en el proceso investigativo, y se desarrollaron las secuencias didácticas basadas en robótica educativa con los datos obtenidos hasta el momento. Estos elementos forman parte importante del proceso investigativo, pero no arrojan datos en sí para ser procesados.

En la aplicación de las secuencias en cada uno de los grados, se utilizó un diario de campo de observación participante, que permitió recopilar aspectos muy interesantes del proceso realizado en cada uno de los grados con las diferentes secuencias didácticas, este instrumento también fue trabajado con la técnica de análisis del discurso, logrando describir los aspectos más importantes observados en las aplicaciones didácticas realizadas en las aulas obteniendo un listado de competencias y habilidades fomentadas por la robótica educativa en los estudiantes.

Otro proceso que se llevó a cabo fue el de la socialización temática, donde algunos de los estudiantes que hicieron parte del estudio, tuvieron la oportunidad de presentar a la comunidad educativa, el resultado de los proyectos generados con las secuencias didácticas realizadas, la técnica utilizada para recopilar la situación fue la observación, y también se utilizó análisis del discurso para lograr establecer las diferentes situaciones que se presentaron en esta actividad.

Ya finalizada la aplicación de las secuencias en cada grado, se utilizó el programa estadístico de libre acceso JASP 0.18.1.0 para procesar la información y obtener resultados sobre los estadísticos descriptivos en cada uno de los grados y dimensiones, este proceso se lo desarrolló teniendo en cuenta las respuestas correctas obtenidas por los estudiantes, se trabajó desde una perspectiva general de los grupos control y experimento, también se realizó el proceso por grados, por las dimensiones del pensamiento matemático y finalmente por grado y dimensión, este programa permitió obtener el promedio de las respuestas correctas, por medio de la técnica de Diferencias en Diferencias se logró identificar el avance tanto de los grupos control como experimento para obtener finalmente, una relación final de avance en cada una de las combinaciones de información indicadas. Además, para lograr establecer la medida del tamaño del efecto logrado con la aplicación de la estrategia, se utilizó la herramienta d de Cohen.

El último instrumento utilizado, es la entrevista estructurada de relatos cruzados, que fue analizada por medio análisis de contenido con teoría fundamentada.

En otro sentido, en el estudio, se realizó una triangulación de resultados para evaluar el impacto de la estrategia de robótica educativa en el pensamiento matemático de los estudiantes. Se utilizaron múltiples fuentes de datos y métodos para fortalecer la validez de las conclusiones.

Los datos cuantitativos, que incluían puntuaciones de pruebas y análisis estadísticos, fueron analizados para identificar tendencias y patrones en las puntuaciones de los estudiantes. Se observaron mejoras significativas en las puntuaciones relacionadas con la estrategia de robótica educativa.

Además, se llevaron a cabo entrevistas cualitativas con los estudiantes para obtener sus percepciones y experiencias con la estrategia. Estos datos cualitativos revelaron que los estudiantes se sentían más seguros en matemáticas y mencionaron la influencia positiva de la robótica educativa en su pensamiento matemático.

La comparación de resultados entre datos cuantitativos y cualitativos mostró consistencia en las conclusiones. Los datos cuantitativos respaldaron las respuestas cualitativas de los estudiantes, lo que fortaleció la confiabilidad de los resultados.

Además de esta comparación, se desglosaron los resultados por dimensiones del pensamiento matemático y por grados académicos, lo que permitió una visión más detallada de cómo la estrategia afectó a diferentes áreas y niveles educativos.

En última instancia, la triangulación de resultados, combinando datos cuantitativos y cualitativos, así como la evaluación de múltiples aspectos, proporcionó una comprensión más sólida del impacto de la estrategia de robótica educativa en el pensamiento matemático de los estudiantes. Esta combinación de enfoques refuerza la validez de las conclusiones del estudio.

4.3. Resultados

En el presente apartado se describen los resultados del estudio siguiendo las etapas de investigación: sensibilización, diagnóstico inicial, socialización contextual, diseño y aplicación de secuencias didácticas, socialización temática: robots y, diagnóstico final.

4.3.1. Sensibilización

Esta etapa tuvo como objetivo aproximar a los estudiantes a un entorno teórico, práctico y analítico sobre la robótica, se planeó que cada uno de los grados experimentales desarrollarán actividades que permitan conocer el imaginario de robots en los estudiantes, además de aplicar

una prueba de conocimiento hacia la robótica. Antes de la prueba se debió cumplir con algunas actividades descritas a continuación:

4.3.1.1. Consentimientos informados:

En primera instancia, antes de iniciar todo el proceso, se solicitó a la rectoría la autorización y colaboración para iniciar el trabajo de campo del proceso de investigación, obteniéndose una respuesta positiva, el formato se presenta en el anexo G.

Posteriormente, se entregaron los consentimientos informados a todos padres de familia de los estudiantes que participaron en este trabajo, donde se manifiesta el propósito del estudio, la importancia de la investigación, la confidencialidad, el responsable de la investigación y, por último, los riesgos y beneficios; Firmaron sus padres o representantes legales. Por mantener la confidencialidad y el anonimato de los participantes sus datos personales fueron reservados, se aplicaron 159 Consentimientos Informados, la estructura de este documento se presenta en el Anexo F.

Es importante mencionar, que fue necesario solicitar permiso para ingresar en horas externas a las asignadas, pidiendo a los docentes de los grados estudiados, la posibilidad de colaborar con los intereses del estudio y facilitar el acceso a la muestra de estudiantes. Además, se ofreció una breve sensibilización sobre el objetivo del trabajo, como resultado los docentes acompañaron en todo el proceso del proyecto con empatía.

4.3.1.2. Sensibilización para docentes.

Para el desarrollo del estudio se procedió a estructurar un espacio de sensibilización docente, en la que participaron profesores que tenían a cargo grupos experimentales y grupos de control, el objetivo de estudio, la importancia de la investigación, descripción del problema, resultados esperados, el plan metodológico y la responsabilidad de los docentes. Además, en la sesión con los docentes fue abordada la posibilidad de involucrar los resultados del proceso de investigación como un insumo para la generación de secuencias didácticas propias. Hubo un consenso entre los docentes representantes para entregar los consentimientos informados a los estudiantes y se realizó un cronograma de actividades. Los docentes se mostraron empáticos con la propuesta y se sintieron motivados para participar en ella.

4.3.1.3. Validación de instrumentos por panel de expertos.

La validación del instrumento de investigación por criterio de panel de expertos, se realizó mediante el método de agregados individuales, donde la validación la efectúa cada experto de forma individual y sin contacto con el resto de expertos que van a validar el instrumento. Se utilizó un panel de expertos que representen cada grado (9°, 10°, 11°) quienes evaluaron los instrumentos del presente trabajo, específicamente a los Test y Re Test.

Es importante mencionar que, el cuestionario de evaluación entregado a los expertos se guio mediante el “Formato de Validación por Expertos: Guía para validar instrumentos de investigación.” realizado por la Universidad de Chile (2018), la cual consiste en un formato dividido en tres partes: I. Aspectos de la validación, donde el experto evalúa cada una de las preguntas del Test por medio de dos criterios:

- Adecuación: La pregunta esta adecuadamente formulada para los destinatarios que se van a encuestar.
- Pertinencia: La pregunta contribuye a recoger información relevante para la investigación.

Estos criterios son medidos por una escala Likert entre 1 a 6, donde 1 es “muy de desacuerdo” y 6 “muy de acuerdo”. La segunda parte consiste en “Valoración general del cuestionario” donde el experto expreso si el instrumento contiene instrucciones claras y precisas, si el número de preguntas del cuestionario es excesivo o si las preguntas pueden ocasionar riesgo, pudiendo vulnerar algún derecho para el encuestado. La tercera parte consiste en la “evaluación” de las variables, en este caso el Pensamiento Matemático y las dimensiones de este. (anexo A).

Los resultados de la validación se presentan en el anexo H, estos resultados fueron antes de la aplicación, debido a que hubo una realimentación, los *test* para noveno tuvieron una puntuación promedio de más de 4, lo cual garantizó que las preguntas fueran evaluadas como correctas. Para los *test* de décimo se tuvo que hacer cambios en 4 preguntas pues su puntuación promedio fue inferior a 4, para los test de grados once se realizaron cambios en 3 preguntas. Luego de las correcciones los expertos dieron una evaluación positiva para permitir su aplicación.

4.3.1.4. Prueba piloto de los Test.

Para realizar la validación del instrumento, también se hizo una prueba piloto con una muestra de los estudiantes quienes no pertenecían a los cursos experimento y de control, consistió con la participación de los cursos 9-2, 10 A, 11 C, con 15, 15, y 19 estudiantes respectivamente. Se les entregó el *test* junto una hoja de respuestas donde además contenía una valoración general del cuestionario cuya intención fue medir la percepción del estudiante frente a si las instrucciones fueron claras, si el lenguaje es apropiado y si el cuestionario se presentaba de forma ordenada.

En esta misma hoja de respuestas se presentó una segunda sección donde los estudiantes manifestaron observaciones y recomendaciones en el cuestionario, causas de posibles inconvenientes y una propuesta de mejora como modificación, sustitución o supresión. Por último, hubo una sección de procedimientos donde el estudiante debía hacer sus cálculos y sus resoluciones de problemas preguntados en los Test (El diseño de la Hoja de respuestas del Test Piloto se encuentra en el Anexo I). Sin embargo, con respecto a esta última parte se evidenció que la mayoría de los estudiantes no registraban procedimientos matemáticos demostrando su interés por la actividad, este resultado se discute en los siguientes apartados.

Una vez aplicado y procesado los resultados de esta prueba piloto se aplicó un estadístico de consistencia interna el cual fue el coeficiente Kuder Richardson “KR20” que permite obtener la confiabilidad a partir de los datos obtenidos en una sola aplicación del test. Este método, utilizado en especial para ítems dicotómicos cuando existen respuestas correctas e incorrectas, es usado para medir la igualdad de dificultad de los ítems y la heterogeneidad de los mismos (Merino y Charter, 2010). Su fórmula se presenta a continuación:

$$KR20 = \left(\frac{K}{K - 1} \right) * \left(1 - \frac{\sum p \cdot q}{Vt} \right)$$

Donde:

K: Número total ítems en el instrumento.

Vt: Varianza total.

$\sum p \cdot q$: Sumatoria de la varianza de los ítems

p: TRC/N total de respuestas correctas (TRC) entre el número de sujetos participantes (N).

q: 1-p

Su valor se expresa en un porcentaje entre 0 a 100% donde a mayor porcentaje mayor es la confianza interna del instrumento. En este caso, la primera aplicación tuvo el siguiente coeficiente: para los grados novenos tuvo un KR20 de 39% a pesar de que el 93% de los estudiantes manifestaron que las instrucciones eran claras, el 100% manifestaron que hay uso correcto al igual expresaron que el cuestionario se presenta de forma ordenada. Para los grados décimos el KR20 fue de 51,69%, todos los participantes expresaron que las instrucciones fueron claras, el lenguaje era apropiado y el cuestionario era ordenado. Para los grados once el coeficiente KR20 fue de 57%, todos los participantes expresaron que hubo instrucciones claras y lenguaje apropiado, el 94% que el cuestionario era ordenado. Con respecto a las recomendaciones varios estudiantes en todos los grados recomendaron cambios de algunas preguntas, se logró establecer que hubo algunas dificultades con algunas preguntas y se encontró propuestas para mejorar la estabilidad del instrumento.

Para realizar correcciones se tuvo en cuenta las observaciones y correcciones y se los correlacionó con su calificación en los test, además se tuvo en cuenta las sugerencias por el panel de expertos, como resultado se obtuvo un nuevo Test y Re test.

Se aplicó nuevamente los Test a una nueva muestra de igual número de estudiantes pero que, al igual que el anterior piloto, no pertenecían a los cursos de experimento o de control, además se cambió el orden de las preguntas y se adjuntó la hoja de respuestas con la sección de observaciones y correcciones en caso de que se encontrase nuevas correcciones. Pero esta vez el coeficiente KR20 arrojó los siguientes resultados: 81% para los grados novenos, 80,3% para los grados décimos y 80% para los grados once, además en las percepciones de los encuestados, en cuanto al cuestionario en general se puede observar que para la mayoría contiene instrucciones claras y precisas, está formulado con lenguaje apropiado y comprensible, y presentación del cuestionario es ordenada. Por lo tanto, se puede inferir que los ítems están redactados con la claridad respectiva, relacionada al nivel de conocimientos que tiene la población objetivo, los resultados del cálculo, análisis y cambios se encuentra en el anexo J.

La validación por panel de expertos y las correcciones por la prueba piloto, junto con el seguimiento activo del asesor del presente estudio dieron como resultado un Test y Re test con alta confiabilidad de aplicación, de consistencia metodológica y teórica, permitiendo la aplicación para toda la población estudiada.

4.3.1.5. Prueba de Saberes Previos.

Se seleccionó una muestra para aplicar la prueba de saberes previos (Anexo B), los cursos y grados participantes fueron 9-4, 10-E, 11-E, el número de estudiantes fue 23 de grados novenos, 10 de grados décimos y 21 estudiantes de grados once, que son los estudiantes de los grados experimento. Los resultados contribuyeron para el diagnóstico de necesidades y el conocimiento previo que tenían los estudiantes para el diseño de las secuencias didácticas que se usaron en clases. La validación de este instrumento se realizó por medio del concepto de expertos: la docente Milvia Luceny Pantoja Mena, de la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo perteneciente al área de tecnología e informática, es ingeniera de sistemas y magister en educación, el docente Diego Gerardo Rojas Rojas, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, es licenciado en tecnología, magíster en ambientes educativos mediados por TIC y pertenece a la línea de investigación: educación en tecnología, TIC y robótica educativa en la universidad donde labora. Además del concepto del Doctor Jimmy Ardila, asesor de la presente tesis.

Cabe de mencionar que, tras la aplicación del instrumento los resultados indicaron que la población entrevistada tiene una concepción general y muy superficial sobre la temática preguntada y que en todos los grados tienen una respuesta relativamente homogénea, no se encontró respuestas significativamente diferenciables entre cursos de estudiantes siendo del mismo grado o de diferente grado. Como se mencionó en la muestra y por las particularidades de la situación de la pandemia COVID-19, los listados presentaban más estudiantes de los que asistieron a la presencialidad; con los que se aplicó los instrumentos. Por lo tanto, se identificó a los estudiantes con el número que aparece en la lista, que en algunas ocasiones es mayor a la cantidad de aplicaciones realizadas. En la siguiente tabla se expresa las respuestas más frecuentes de todos los grados:

Tabla 14

Relatos representativos. Prueba Saberes Previos

Pregunta	Relatos representativos
1. ¿Te gusta la tecnología y por qué te gusta?	“sí, porque es un avance que ha tenido el mundo y es bastante importante para la humanidad para de poder encontrar varias formas de entretenerte” (9-4,3F).

“sí, porque me parece muy interesante e interesante aprender a ser inventos y tecnologías” (10-E,8M).

“Sí, la tecnología me gusta por varias razones, en especial porque se utiliza mucho últimamente y porque la tecnología tiene una teoría amplia para aprender” (11-E, 19F).

2. ¿Para qué son las Tics y cuales ejemplos conoces?

“no logro percibir ni entender la pregunta” (9-4,22H).

“Recursos, herramientas, equipos, programación informáticas y redes, la cual sirven para hacer buen uso de la tecnología” (10-E, 1F).

“No tengo conocimiento del concepto” (11-E,26M).

3. ¿Para ti que es un Robot y cuál es su función?

“para mí el robot es una máquina que funciona gracias a la tecnología con ayuda de energía y su función es ayudar al ser humano” (9-4, 11F).

“Para mí un robot es un aparato electrónico y este según la función que le den, nos puede servir para ayudarnos con las labores de la casa o para arreglar otro aparto electrónico” (10-E, 2F).

“Un robot es una máquina que se programa para realizar trabajos específicos, que ayuden a realizar el trabajo en menor tiempo, que, a los humanos, su función es reemplazar a los humanos en los trabajos” (11-E, 24M).

4. ¿Qué tipos de robots conoces?

“sé de uno muy común el cual es agendado para hacer todos los oficios del hogar” (9-4,3F).

“Los robots industriales, robots domésticos” (10-E,3M).

“Conozco el robot humanoide que parece un ser humano en su aspecto fisco, visto por televisión y la internet” (11-E, 24M)

5. ¿Escribe con tus palabras que puede significar el concepto “robótica”?

“la robótica para mí se conoce como una base de la tecnología ya que el robot a reemplazado a los seres humanos” (9-4, 10F).

“Aparatos que realizan operaciones o trabajos, generalmente en instalaciones industriales” (10-E,4F).

-
- “Forma aparatos, que pueden diseñar las cosas que el humano le ordena a través de un control”
(11-E, 26M).
6. ¿Cuáles crees que son las disciplinas de conocimiento que integran la robótica?
- “no sé todavía no las he estudiado” (9-4, 13M).
“La electrónica, la electricidad, la programación, la innovación” (10-E, 4F).
“Programación, ingeniería, diseño, electrónica”
(11-E, 3M).
-
7. ¿Cuáles crees que son los beneficios y límites de la robótica implementada en el aula de clases?
- “son muchos los beneficios ya que uno conoce sobre el tema y puede servir para un futuro” (9-4, 9F).
“[los beneficios son] el desarrollo de disciplinas para la robótica y responsabilidad de lo que queremos desarrollar” (10-E, 7M).
“Los beneficios son aprender muchas cosas, y después salir de estudiar ampliar mis conocimientos y crear cosas” (11-E, 5M).
-
8. ¿Qué elementos considera que forman parte de un robot?
- “los computadores, cables, pantallas metáles” (9-4, 9F).
“Los elementos son el soldador, una resistencia, un voltaje, etc.” (10-E, 8M).
“Circuitos, programas, cables, bluetooth, fuente de energía, motor” (11-E, 6M).
-
9. ¿Qué tipos de proyectos de robótica le gustaría hacer en clases?
- “me gustaría crear algo nuevo y utilizable” (9-4A, 11F).
“Un robot programado para hacer unos ejercicios Básicos, para mostrar mi capacidad” (10-E, 8M).
“Para mí sería cualquiera con tal de que tenga que ver con robótica” (11-E, 7F).
-
10. ¿Qué asignaturas que cursa en la institución educativa, considera, pueden estar vinculados a proyectos de robótica?
- “matemáticas, C. Naturales, Filosofía, Tecnología” (9-4A, 17F).
“matemáticas, porque ahí nos pide mucho cálculo y muchas cosas que implementar en la robótica”
(10-E, 8M).
“Tecnología, física y química” (11-E, 8F).
-
11. ¿Considera necesario involucrar a la familia en los proyectos de robótica y Por qué?
- “sí, porque tanto nosotros los jóvenes como los miembros de la familia deberían irse acostumbrando a la actualidad y que aprendan cosas nuevas” (9-4, 3F).
-

“Sería necesario porque nosotros mismo podemos realizar y con ello aprender y podríamos orientándonos con videos o imágenes y el profesor” (10-E, 1F).

“Si porque cuando yo esté haciendo un proyecto puede aquellos tengan conocimiento y me brinden ayuda” (11-E,1M).

12. ¿Qué le gusta hacer en los tiempos libres?

“me gusta jugar un rato videojuego, ver televisión y leer un libro a mi gusto” (9-4,28F).

“Leer y jugar Free Fire” (10-E,1F).

“Jugar en el celular, con amigos y estar con familia” (11-E,2M).

13. Desde lo que se conoce de la tecnología ¿Qué diferencia hay entre el hardware y software?

“Hardware es el conjunto de competentes físicos de las que está hecho el equipo y software es un conjunto de sistemas o aplicaciones, instrucciones y reglas” (9-4,14F).

“El hardware es todo lo tangible del aparato electrónico, y el software es lo que vemos en la pantalla, los sistemas de apartado” (10-E,2F).

“No tengo conocimiento, pero me gustaría aprender” (11-E,2M).

“No se” (9-4,15M).

14. ¿Para qué cree que sirve el hardware en la robótica?

“es una parte imperdible para que el ordenador funcione ya que este extiende sus funciones y habilidades” (10-E, 3M).

“el hardware sirve para darle forma al equipo y que este funcione” (11-E, 3M).

15. ¿Para qué cree que sirve el software en la robótica?

“para monitorear información del robot según su funcionalidad” (9-4, 29M).

“Para instalar conocimiento o aplicaciones lo cual ayuden al robot a desarrollar ciertos aspectos” (10-E.7M).

“Para desarrollar funciones o desarrollar” (11-E,5M).

Nota. codificación: #-#. #. #: Grado-Curso, Número estudiante codificado. F: Femenino M: Masculino.

Tras el análisis de los resultados se resalta, en general, que los estudiantes no tienen una concepción homogénea sobre la temática de la robótica. De forma específica, respecto a la primera pregunta, todos los participantes expresan en sus relatos que les gusta la tecnología y

consideran como un área de conocimiento que les puede aportar en sus procesos de aprendizaje, adicionalmente aseguran que la tecnología ayuda a mejorar su calidad de vida. Respecto a la segunda pregunta, tan solo 10 de los 54 estudiantes supieron responderla, la mayoría de todos los grados no conocen que son las TICS o sus ejemplos. Con respecto a la tercera pregunta todos estudiantes tienen una concepción práctica del robot, es decir, solo tienen su concepción de acuerdo a funciones del hogar o la imagen construida por medios visuales como el cine y la televisión, pero logran identificar la autonomía y la ayuda de los robots en procesos industriales.

Respecto a la cuarta pregunta los tipos de robots más frecuentes fueron los industriales y los domésticos. Respecto a la pregunta quinta, el significado de “robótica”, las respuestas fueron relativamente dispersas entre la muestra estudiada, puesto que sus definiciones iban encaminadas a la robótica como extensión de la tecnología, concepciones por su funcionalidad y una visión de utilidad exclusiva de la gran industria. Respecto a la pregunta sexta, no hubo suficientes respuestas para ser analizadas, especialmente en grados novenos donde no se identificó respuestas, en los demás grados se presentó una situación similar pero algunos participantes involucraron en sus relatos disciplinas como la electrónica, la programación y el diseño.

Respecto a la séptima pregunta, los relatos manifestaron que los beneficios de la robótica tienen una función pedagógica y como medio de apoyo para construir otros objetos tecnológicos, es interesante reconocer que entre los relatos se encontró la responsabilidad social frente a los robots y cuáles son los roles del humano frente al manejo ético de ellos. Respecto a la pregunta octava, los estudiantes identificaron a grandes rasgos los componentes de un robot como el sistema de control, los sensores y actuadores. Con respecto a la pregunta novena, los estudiantes manifestaron que les gustaría hacer proyectos de robótica donde puedan demostrar sus capacidades. Con respecto a la pregunta décima, Con respecto a la décima pregunta, se pudo identificar que los participantes encuentran que la robótica es un área de conocimiento que puede ser involucrada en diversas asignaturas como física, inglés, química, informática, entre otros, lo que evidencia que los educandos le dan una mirada compleja a la aplicación de la robótica en el ámbito educativo.

Respecto a la pregunta once, la mayoría de los relatos consideraron que involucrar proyectos de robótica con sus familiares era necesario debido a que desarrollan la relación entre ellos y mejoran la comunicación afectiva, los estudiantes estaban interesados que los familiares observen sus avances académicos y su capacidad para gestionar el conocimiento. Respecto a la

pregunta doce, se destaca que la mayoría de los relatos pasa su tiempo libre en contacto con el celular y video juegos, demuestra la participación y familiaridad que tienen con dispositivos tecnológicos, el resto de los relatos expreso pasatiempos como ver televisión, prácticas deportivas y recreativas. Respecto a la pregunta trece al igual que la catorce y quince hubo una gran participación donde no saben el uso del software y el hardware en la robótica, tampoco conocen sus diferencias, solo algunas participaciones de grado décimo y once revelaron los conceptos y las diferencias, pero se presenta cierta dificultad en diferenciarlo, puesto que hay confusión de identificación.

Los resultados que se enunciaron previamente resultaron de utilidad para proceder al diseño de las secuencias didácticas, estos insumos guiaron los ejes temáticos diferenciados por grados de acuerdo a lo encontrado con sus presaberes. En especial, en grados novenos, donde se evidenció que no conocían sobre la temática preguntada, en grados décimos y onces tenían cierta noción temática, aunque no es clara y se presenta una heterogeneidad en la presentación de sus respuestas, es decir, no hay una tendencia clara en buena parte de las respuestas.

Es importante destacar, que fue muy común que entre los participantes a una o más preguntas en la prueba, sus respuestas estaban relacionadas con relatos como “No sé”, “no conozco”, “no tengo conocimiento”. También importante mencionar que, debido a la prueba de conocimientos (como todas las pruebas de este proyecto) no incidía en los procesos evaluativos de los educandos, se pudo apreciar el desinterés del estudiantado por participar de manera activa en la prueba de presaberes. No obstante, hubo relatos que mencionaron una actitud positiva y ganas de conocer temáticas o desarrollar proyectos de robótica.

Un aspecto que llamó la atención al realizar la re alimentación de la prueba, es que se logró contestar cada uno de los interrogantes de manera participativa, se despejaron dudas en los diferentes ítems que en su mayoría no fueron contestados por los estudiantes, resaltando las respuestas positivas y acertadas de parte de algunos de ellos. Una particularidad que se evidenció en el proceso, fue al abordar los límites de la robótica y cómo se visualiza un futuro en que las máquinas tipo robot, abarcarán muchos de los trabajos que hoy en día son realizados por los humanos, respecto a este tema, se pudo fomentar aún más el interés en el proceso a desarrollar, reflexionando en que los trabajos no van a desaparecer, se van a transformar y se necesitarán personas preparadas en los ámbitos de la robótica y la programación en el futuro. Por otra parte,

los robots pueden liberar a los humanos de trabajos rutinarios y dejar más espacio para el desarrollo de otras potencialidades.

4.3.2. Diagnóstico Inicial.

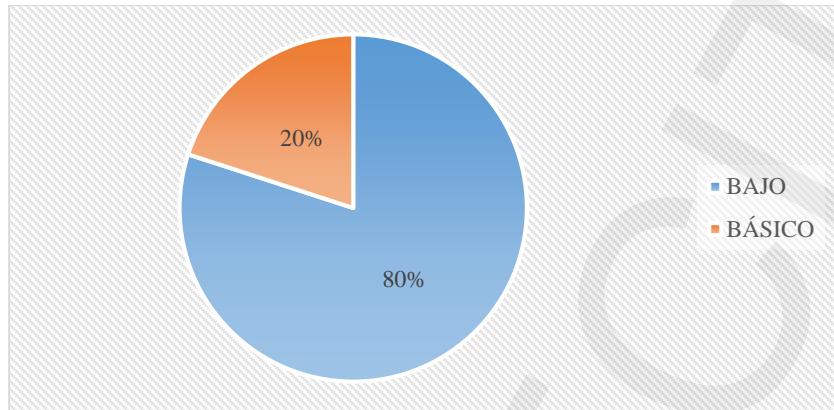
Una vez recibido los consentimientos informados, la validación por panel de expertos de los instrumentos y la aplicación de cuestionarios previos sobre robótica, se inicia con esta segunda fase, la cual consiste en identificar los conocimientos previos de los estudiantes acerca del pensamiento matemático, para lo cual se aplicó el *test* diferenciado entre grados permitiendo conocer los conocimientos previos sobre pensamiento matemático.

4.3.2.1. Resultados Test Grupo Control.

El grupo control contó con cuatro cursos, 9-5 con 15 estudiantes, 10-S1 con 22 estudiantes y 11-DG con 19 estudiantes. Los resultados del curso 9-5 fueron los siguientes:

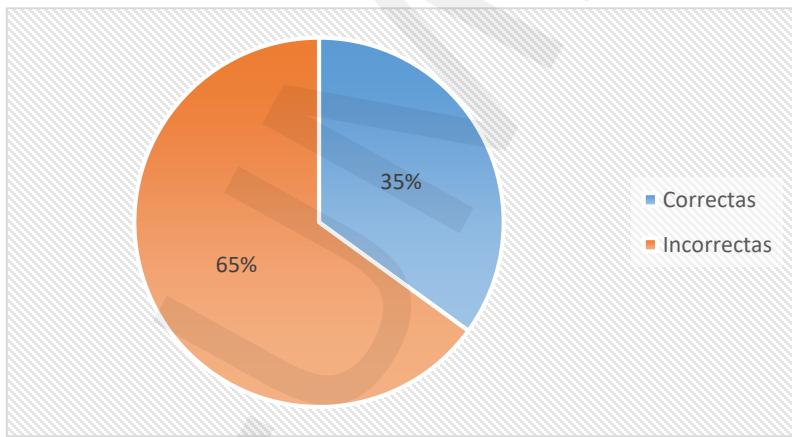
A nivel general, 12 estudiantes tuvieron el resultado “Bajo” puesto que sus respuestas correctas fueron inferiores a 10, lo que significa que los estudiantes no superaron los desempeños necesarios previstos en los test, teniendo un resultado muy limitado con los procesos de las dimensiones del pensamiento matemático, por lo que su desempeño no alcanzó los objetivos y las metas de calidad. Tan solo 3 estudiantes alcanzaron el resultado de la categoría “Básico” que corresponde entre 10 a 14 respuestas correctas, lo que significa que los estudiantes logran un mínimo en los procesos de formación matemática. La siguiente figura permite evidenciar que el 80% de los estudiantes de grado 9-5 obtuvieron una categorización de Bajo, y el resto de estudiantes una categorización del Básico:

Figura 2.
Categorización institucional, grado 9-5



Con respecto al número de respuestas correctas del grupo se obtuvo el siguiente resultado:

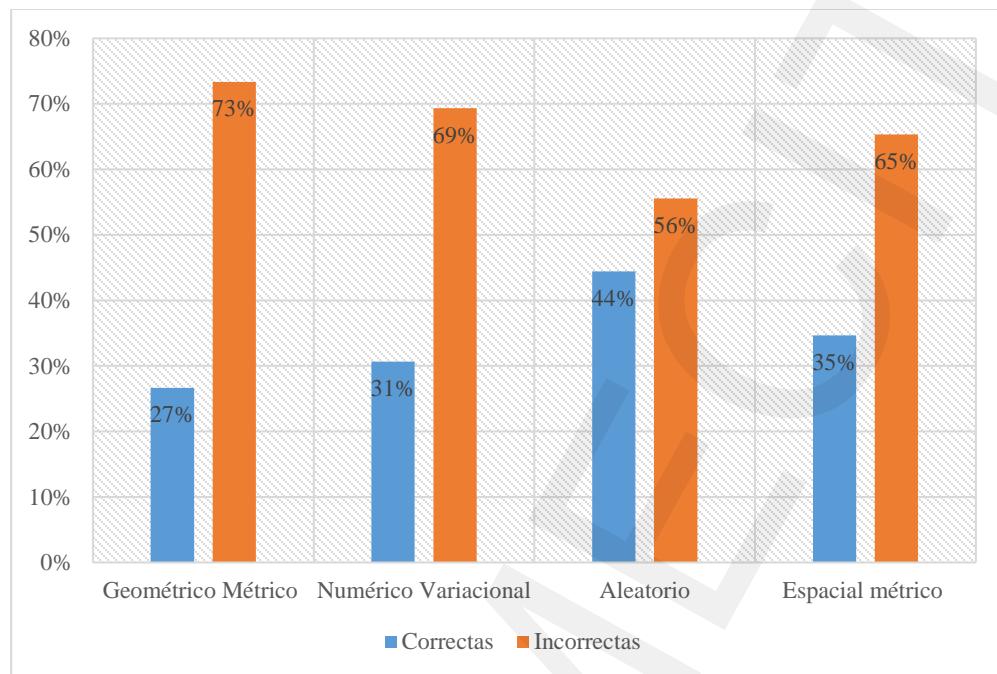
Figura 3.
Porcentaje de respuestas, grado 9-5



Como se puede observar en la gráfica, en el grado evaluado, se presentan en mayoría respuestas incorrectas lo que está relacionado con el Bajo nivel del grado en pensamiento matemático.

Si se lo realiza por dimensiones de pensamiento matemático: geométrico métrico, numérico variacional, aleatorio y espacial métrico, el resultado es el siguiente:

Figura 4.
Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 9-5

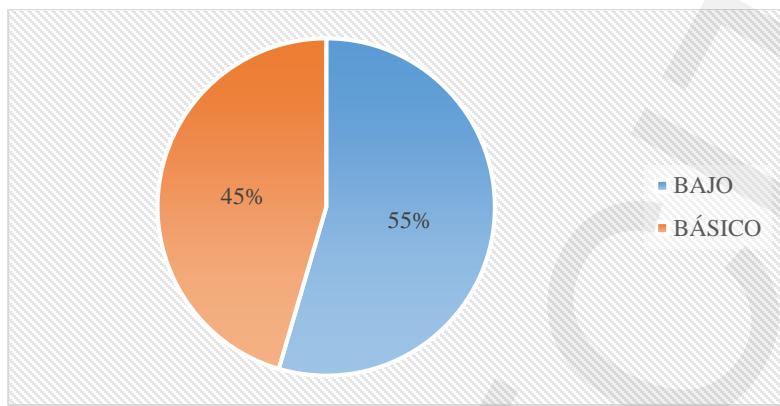


Se destaca que la dimensión con mayor número de respuestas incorrectas es el geométrico métrico seguido de un métrico variacional, mientras que la dimensión con mayores respuestas correctas es el aleatorio y el espacial-métrico, esto significa que los estudiantes tienen mayor dificultad en comprender las magnitudes y las cantidades, el uso de los sistemas métricos como la identificación de la magnitud y el patrón de medida más adecuado de acuerdo a la problemática estudiada. Esto fue útil para diseñar las secuencias didácticas para los grados novenos, teniendo en cuenta las dimensiones con mayor dificultad y las dimensiones con mayores fortalezas.

Los resultados del grupo control 10-S1 fueron los siguientes: A nivel general, 12 estudiantes tuvieron el resultado “Bajo” puesto que sus respuestas correctas fueron inferiores a 10 y 10 estudiantes alcanzaron el resultado de la categoría “Básico” que corresponde entre 10 a 14 respuestas correctas, lo que significa que desde la categorización institucional, la mayoría de los estudiantes no superan los desempeños necesarios de las áreas matemáticas evaluadas en los test, por lo que su desempeño no alcanza los objetivos y las metas de calidad; el comportamiento de este criterio fue el siguiente:

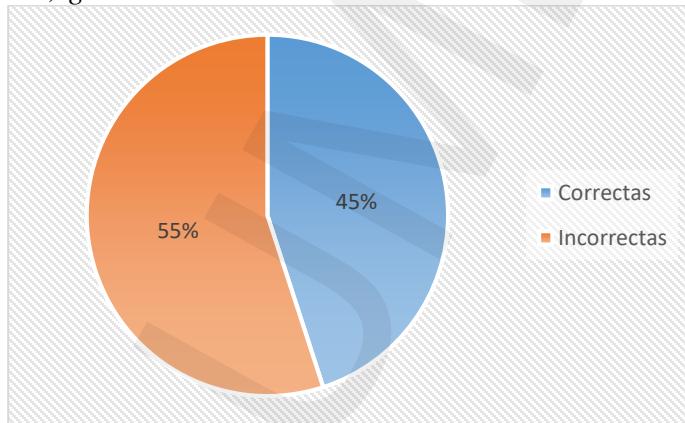
Figura 5.

Categorización institucional, grado 10-S1



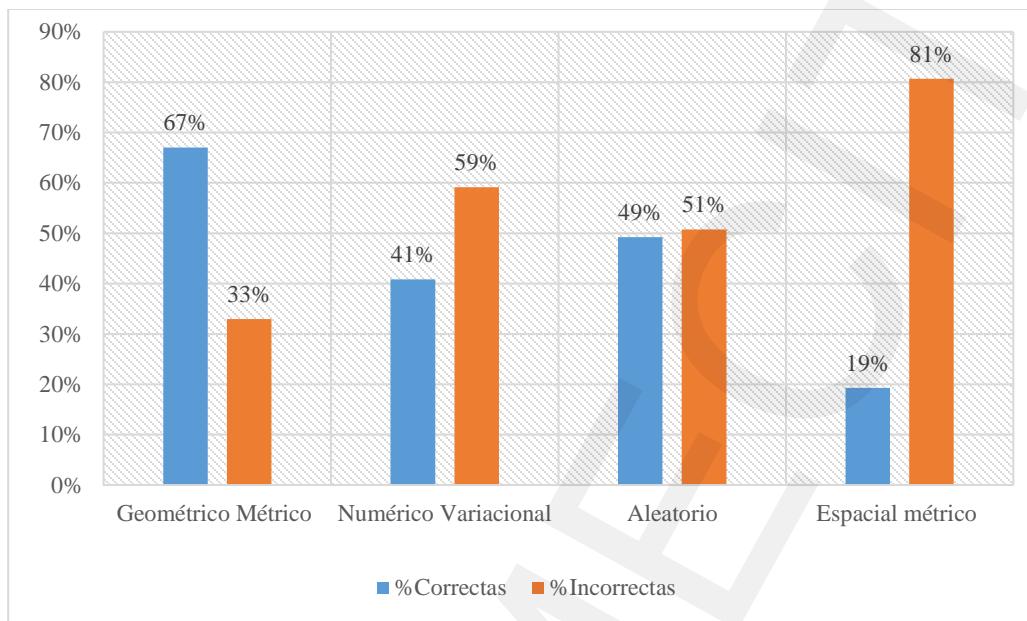
Con respecto al número de respuestas correctas del grupo se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 6.
Porcentaje de respuestas, grado 10-S1



El 55% de las respuestas registradas fueron incorrectas, mientras que el 45% fueron correctas, en este sentido, la mayoría de los estudiantes no contestaron adecuadamente las problemáticas de los test. Específicamente, si se lo realiza por dimensiones de pensamiento matemático, el resultado es el siguiente:

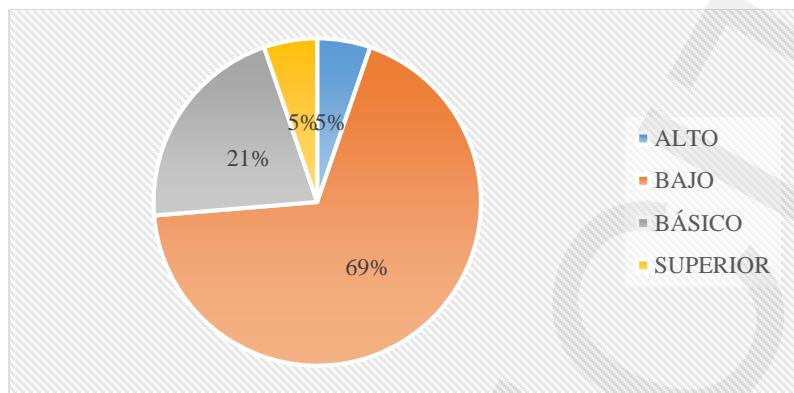
Figura 7.
Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 10-S1



Se destaca que los estudiantes tienen mayor dificultad con sistema de referencia para localizar o describir posición de objetos y figuras, en segunda instancia, se evidencian problemas asociados al lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos, y también se observa una mejor comprensión de las relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma magnitud y determinar su pertinencia.

Los resultados del grupo control 11-DG fueron los siguientes: A nivel general, 13 estudiantes tuvieron el resultado “Bajo”, 13 estudiantes alcanzaron el resultado de la categoría “Básico”, y 1 estudiante logró “Alto” que corresponde a respuestas correctas entre 14 y 17 y un estudiante logró la categoría de “Superior” que corresponde a más de 17 respuestas correctas. Lo que significa que, desde la categorización institucional, la mayoría de los estudiantes no superan los desempeños necesarios de las áreas matemáticas evaluadas en los test, por lo que su desempeño no alcanza los objetivos y las metas de calidad. El comportamiento de la categorización en este grupo fue:

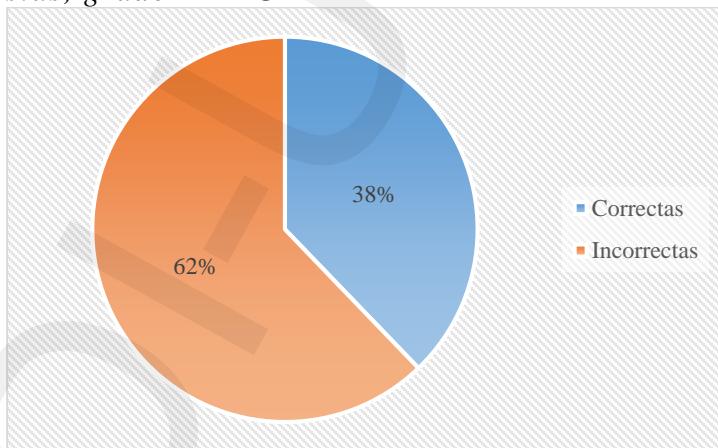
Figura 8.
Categorización institucional, grado 11-DG



El 69% de los estudiantes de grado 11D obtuvieron una categorización de Bajo, el 21% corresponde a Básico, y el 10% restante corresponde a Alto y Superior. A diferencia de otros grados, se evidencian algunos estudiantes que alcanzaron casi o la totalidad de los logros de cada una de las dimensiones evaluadas, demostrando un buen desempeño a nivel de desarrollo y no presenta problemas decidir sobre la unidad y el patrón de medida más adecuado, estimar la medida, la precisión, y exactitud en la medida, construir y usar instrumentos de medida. Con respecto al número de respuestas correctas del grupo se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 9.

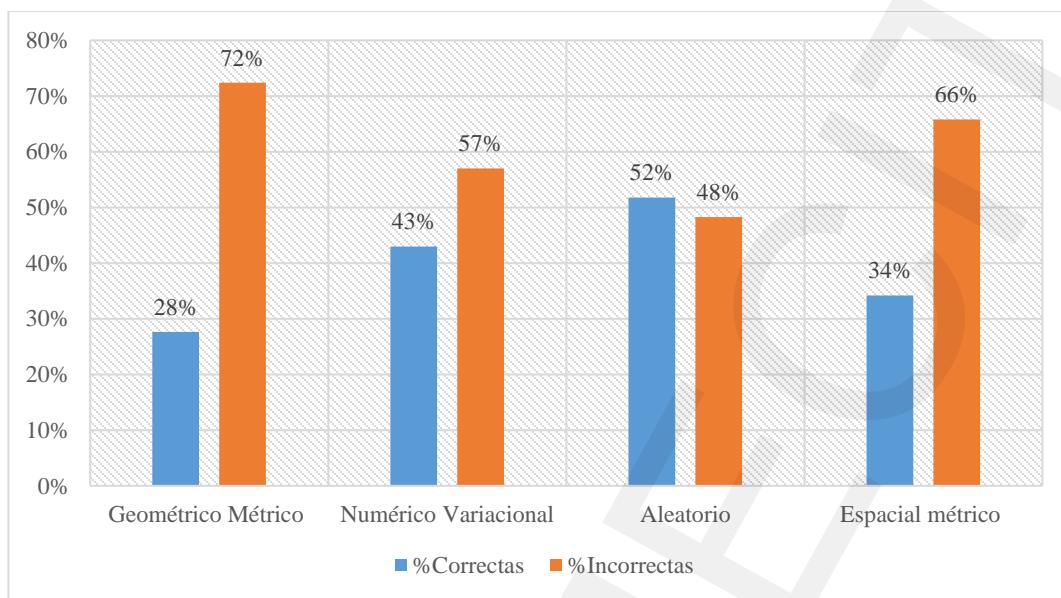
Porcentaje de respuestas, grado 11-DG



Si se lo realiza por dimensiones de pensamiento matemático, el resultado es el siguiente:

Figura 10.

Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 11-DG



Se destaca que la dimensión con mayor número de respuestas incorrectas es el geométrico métrico seguido del espacial métrico, mientras que la dimensión con mayores respuestas correctas es el aleatorio, lo que significa que los estudiantes tienen dificultades en realizar el reconocimiento, el análisis, el ordenamiento, la deducción y el rigor en la integración de herramientas espaciales métricas al igual que los procesos mentales matemáticos.

De acuerdo a los resultados de los test de los grupos control se destaca que el 9-5 y el 11-DG tuvieron una dificultad en la dimensión Geométrico métrico, mientras que el grupo 10-S1 tiene en común con el grupo 11-DG que tienen dificultades en dimensión Espacial métrico puesto que son las dimensiones con mayores registros de respuestas incorrectas. Entre tanto, la dimensión con mejores respuestas correctas en los tres grupos fue el aleatorio. Lo que significa que los estudiantes de 9-5 y el 11-DG tienen dificultades en la comprensión general sobre las magnitudes, cantidades, medición y uso flexible de los sistemas métricos. Mientras que el grupo 10-S1 y el grupo 11-DG tienen dificultades en los procesos cognitivos y representaciones mentales de los objetos en el espacio, sus transformaciones o representaciones. A forma de reflexión las dimensiones con más dificultades fueron insumos para la elaboración de las secuencias didácticas y realizar focalización de temas con menores respuestas correctas.

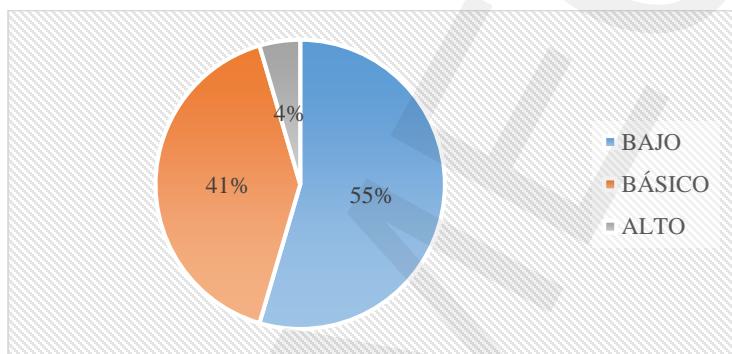
4.3.2.2. Resultado Test Grupo Experimento

Para el desarrollo de la prueba diagnóstica con el grupo experimental, se acudió a trabajar con tres cursos. Uno de ellos, 9-4 que contaba con 15 estudiantes, otro de los cursos fue 10-E con

10 estudiantes y 11-E con 21 estudiantes. En este orden de ideas, iniciaremos la revisión de los resultados con el curso 9-4, teniendo en cuenta la categorización académica que emplea la institución educativa: en nivel Bajo quedaron clasificados 9 educandos, en el nivel Básico 5 y en nivel Alto 1. La representación gráfica de estos resultados se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 11.

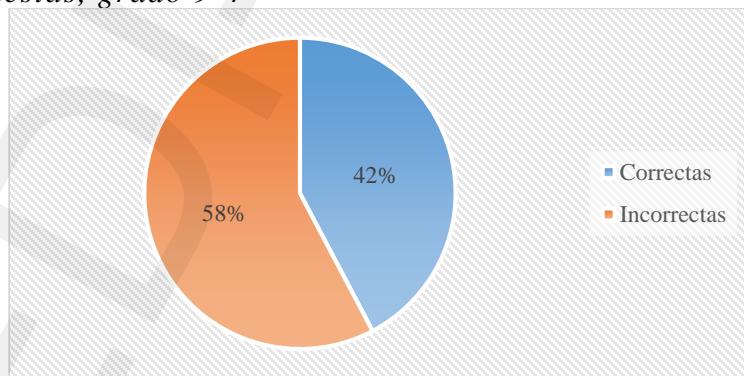
Categorización académica institucional de los educandos del curso 9-4



Estas cifras permiten enunciar que más de la mitad de los educandos no logran alcanzar un nivel Básico de competencias asociadas con el pensamiento matemático, lo que afecta la calidad del proceso formativo. Asimismo, la siguiente imagen expresa que la mayoría de las preguntas del curso 9-4 fueron respondidas de manera incorrecta (58%), situación que demanda asumir acciones para mejorar el nivel de comprensión de las temáticas por parte de los educandos.

Figura 12.

Porcentaje de respuestas, grado 9-4

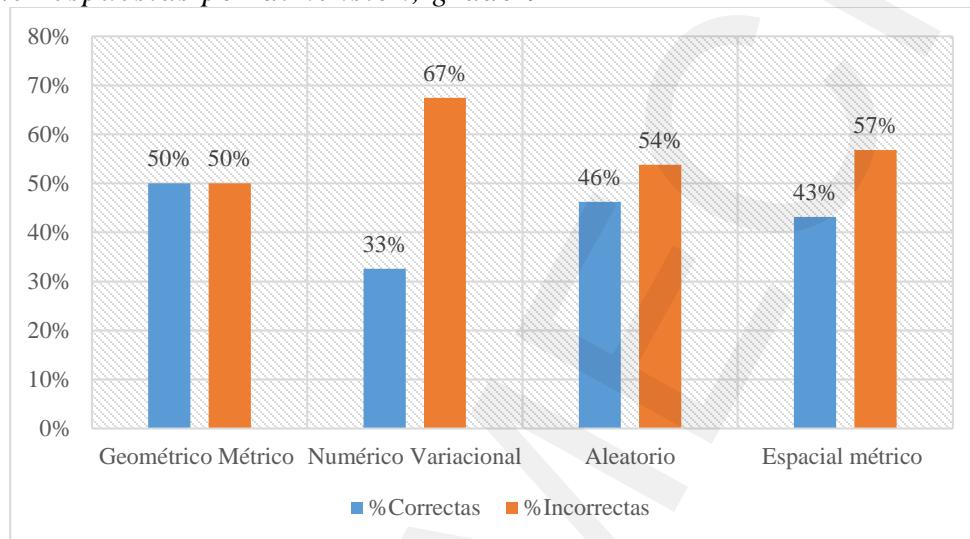


Ahora bien, al revisar los resultados obtenidos por dimensión, se logra apreciar que el curso 9-4, en todas las dimensiones, el porcentaje de respuestas correctas no logra superar el porcentaje de respuestas incorrectas. Asimismo, se aprecia que la dimensión numérica variacional requiere especial atención, puesto que la diferencia es de 34 puntos porcentuales. Los resultados del curso

9-4 evidencia falencias en todas las dimensiones del pensamiento matemático, lo que afecta la capacidad de los educandos para resolver problemas y tomar decisiones.

Figura 13.

Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 9-4

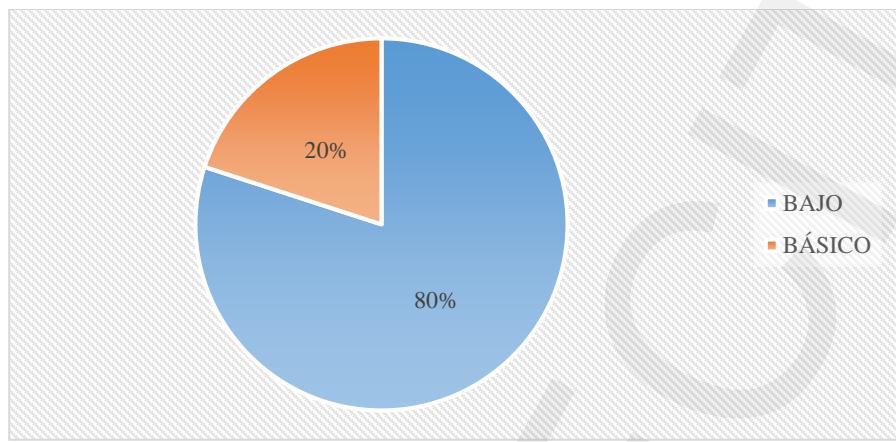


Se destaca que la dimensión con mayor número de respuestas incorrectas es el numérico variacional seguido del Espacial Métrico, para el caso del geométrico métrico se evidencia el mismo valor de repuestas correctas como incorrectas, lo cual se registra, dificultades en la comprensión del uso y significado de los números, operaciones, relaciones y técnicas de cálculo.

Los resultados del grupo experimental 10-E son los siguientes: A nivel general, 8 estudiantes tuvieron el resultado “Bajo”, 2 estudiantes alcanzaron el resultado de la categoría “Básico”. Lo que significa que, desde la categorización institucional, la mayoría de los estudiantes no superan los desempeños necesarios de las áreas matemáticas evaluadas en los test, por lo que su desempeño no alcanza los objetivos y las metas de calidad. El comportamiento de la categorización en este grupo fue:

Figura 14.

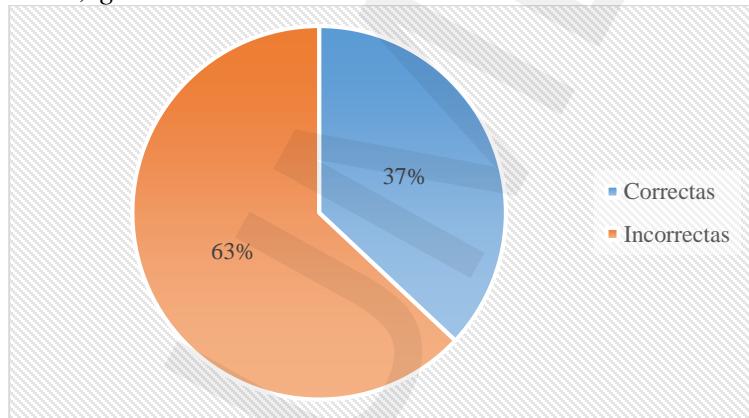
Categorización institucional, grado 10-E



De acuerdo, al número de respuestas correctas del grupo se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 15.

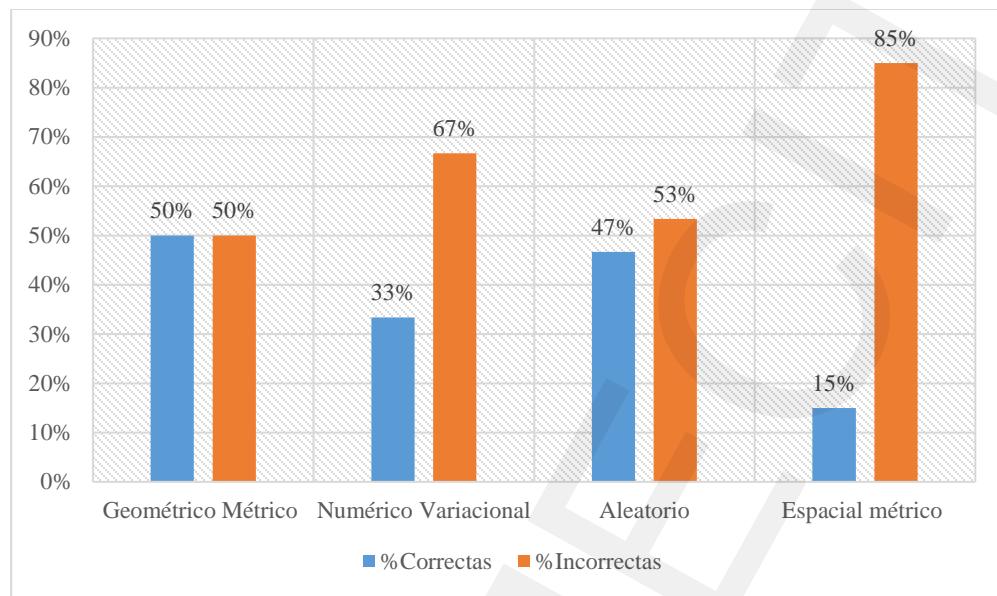
Porcentaje de respuestas, grado 10-E



Si se lo realiza por dimensiones de pensamiento matemático, se destaca que la dimensión con mayor número de respuestas incorrectas es el Espacial métrico seguido del Numérico variacional, para el caso del geométrico métrico se evidencia el mismo valor de repuestas correctas como incorrectas, lo que significa que los estudiantes tienen mayores dificultades en realizar categorías conceptuales, sistemas de medidas e identificación de situaciones problematizadores relacionadas al contexto propuesto en los test, como se muestra continuación:

Figura 16.

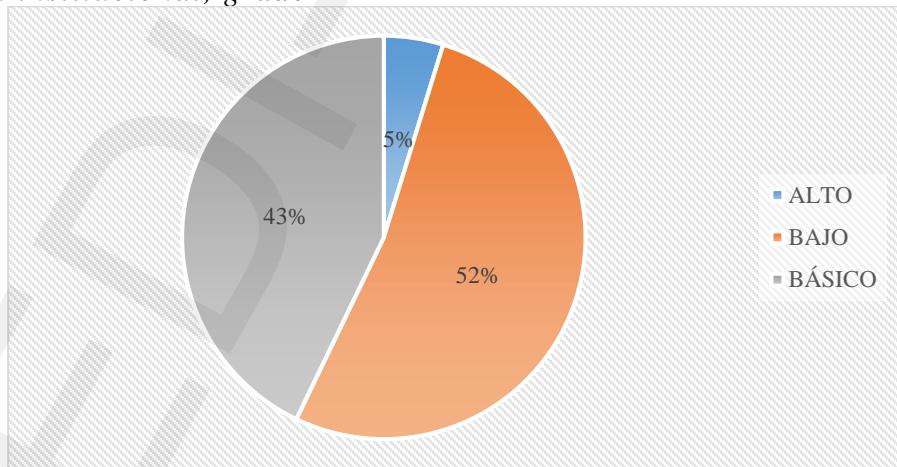
Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 10-E



Los resultados de los *test* para el grado 11-E fueron: A nivel general, 11 estudiantes tuvieron el resultado “Bajo”, 9 estudiantes alcanzaron el resultado de la categoría “Básico”, y tan solo 1 estudiante logró “Alto” que corresponde a respuestas correctas entre 14 y 17. lo que significa que desde la categorización institucional, la mayoría de los estudiantes no superan los desempeños necesarios de las áreas matemáticas evaluadas en los test, por lo que su desempeño no alcanza los objetivos y las metas de calidad. El comportamiento de la categorización en este grupo fue:

Figura 17.

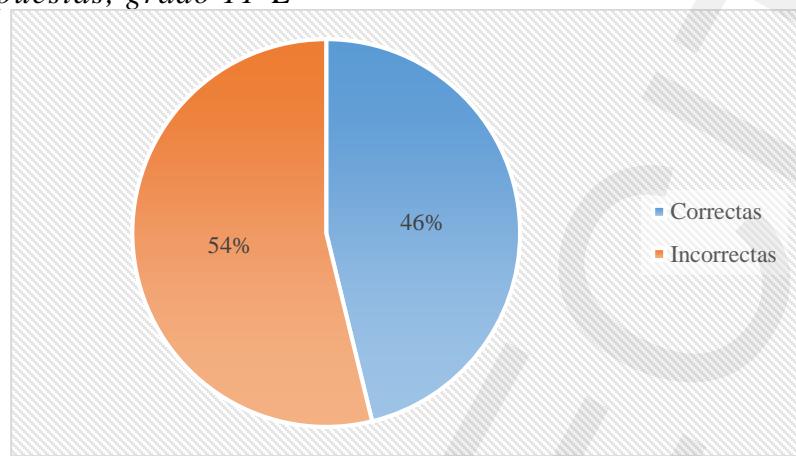
Categorización institucional, grado 11-E



De acuerdo, el número de respuestas correctas del grupo se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 18.

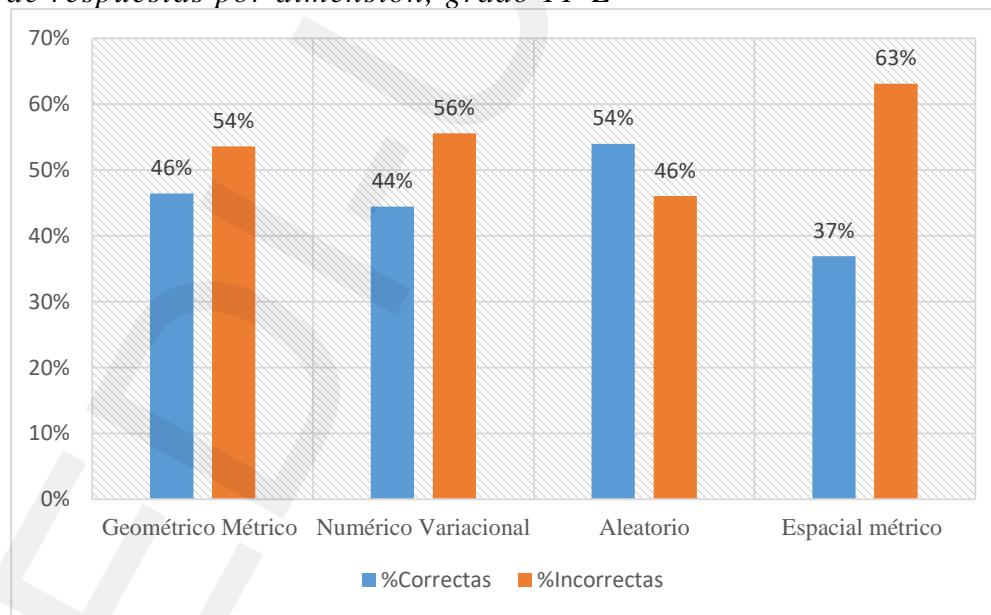
Porcentaje de respuestas, grado 11-E



Si se lo realiza por dimensiones de pensamiento matemático, se destaca que la dimensión con mayor número de respuestas incorrectas es el Espacial métrico seguido del número variacional, y la dimensión con mayores respuestas correctas fue el aleatorio, lo que significa que los estudiantes tienen mayores dificultades en realizar categorías conceptuales, sistemas de medidas e identificación de situaciones problematizadores relacionadas al contexto propuesto en los test, como se expone en la siguiente figura.

Figura 19.

Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 11-E



Los puntos comunes de los tres grupos es que tuvieron la cantidad considerable de respuestas de incorrectas en la dimensión Espacial métrico, el grupo 9-4 (A y B) y el 10-E tuvieron el mismo comportamiento para la dimensión Geométrico métrico, donde se registró la

misma cantidad de respuestas correctas como incorrectas. La dimensión mejor calificada en términos relativos, fue el Aleatorio, lo que significa, a nivel general, que los estudiantes tienen fortalezas en la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre matemática por la falta de información o en operaciones que se necesita la gestión de datos.

4.3.2.3. Comparación grupos control y grupos experimental Test

Al observar los resultados de los grupos control y experimento, si bien no se puede generalizar porque los comparativos de cada grupo son independientes, se puede establecer que los grupos no tienen demasiados o casi ningún estudiante en las categorías “Alto” o “Superior” lo que demuestra que tanto experimento como control no tienen las suficientes habilidades matemáticas, en todas sus dimensiones, para realizar los ejercicios evaluados, por lo que una intervención es adecuada para fortalecer los aspectos donde se presentan dificultades.

Específicamente se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 14

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a la categorización institucional en grado noveno

Curso	Bajo	Básico	Alto	Superior
Grupo de control 9-5	80%	20%	0%	0%
Grupo experimental 9-4 A-B	55%	41%	4%	0%

Nota. Se cataloga como Bajo, Básico, Alto y Superior, de acuerdo a la asignación institucional.

Al realizar el paralelo de los resultados del grupo de control y el grupo experimental en grado noveno, se puede apreciar que, al categorizarlos en niveles Bajo, Básico, Alto y Superior, el grupo experimental presenta mejores resultados que el grupo de control, a pesar de ser estudiantes de la misma institución educativa. Independiente de estos resultados, se logra identificar que los dos grupos demandan un proceso de intervención que permita mejorar los niveles de categorización de los educandos, que en su mayoría se encuentran en nivel Bajo, lo que significa que los estudiantes no están en capacidad de realizar los ejercicios de los test, demostrando deficiencias en la expresión de las competencias matemáticas. Además, se puede inferir que los estudiantes no tienen el suficiente conocimiento sobre las temáticas abordadas en los test, a pesar que el temario fue diseñado para su grado.

Tabla 15

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a la categorización institucional en grado DÉCIMO

Curso	Bajo	Básico	Alto	Superior
Grupo de control 10S	55%	45%	0%	0%
Grupo experimental 10-E	80%	20%	0%	0%

Nota. Se cataloga como Bajo, Básico, Alto y Superior, de acuerdo a la asignación institucional.

El paralelo de los resultados del grupo control y el grupo experimental en grados décimos, sucede lo contrario que en los novenos, el grupo control obtiene mejores resultados que el experimental, a pesar de que ambos grupos no tienen calificaciones en Alto o Superior, y en ningún caso la categoría básica supera el 50%. Por lo tanto, se puede inferir que los estudiantes de los grados décimos valorados, no tienen las competencias suficientes para desarrollar con éxito los test; los dos grupos demandan un proceso de intervención.

Tabla 16

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a la categorización institucional en grado once

Curso	Bajo	Básico	Alto	Superior
Grupo de control 11-DG	69%	21%	5%	5%
Grupo experimental 11-E	52%	43%	5%	0%

Nota. Se cataloga como Bajo, Básico, Alto y Superior, de acuerdo a la asignación institucional.

Para el caso de los grados onces, se puede apreciar que el grupo control registra mayor categorización en Bajo que el grupo experimental, pero se encuentra en el grupo control categorización de Alto y Superior. En cuanto al grupo experimental, su número de estudiantes “Bajo” es menor que el grupo control, y tiene mayores “Básico”. Hay que resaltar que, en el grupo control se registró por primera vez una categorización de Superior, puede ser que un estudiante, tiene mayor desarrollo de las competencias matemáticas en este grado, pero el general el nivel es bajo.

Por otro lado, desde el análisis de dimensiones del pensamiento matemático evaluadas en el test, a continuación, se presenta por cada grupo de grados y se compara el grupo control con su respectivo grupo de experimento de acuerdo al número de respuestas correctas e incorrectas de acuerdo a la dimensión del pensamiento matemático. Para el caso de los novenos, se obtiene:

Tabla 17

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a las dimensiones de pensamiento matemático, grados novenos.

Dimensión	Grupo Control 9-5		Grupo Experimento 9-4	
	Correctas	Incorrectas	Correctas	Incorrectas
Geométrico Métrico	26,7%	73,3%	50,0%	50,0%
Numérico Variacional	30,7%	69,3%	32,6%	67,4%
Aleatorio	44,4%	55,6%	46,2%	53,8%
Espacial métrico	34,7%	65,3%	43,2%	56,8%

En términos generales, se observa que el grupo de experimento presentó un desempeño superior en comparación con el grupo de control en todas las categorías evaluadas, a saber, Geométrico Métrico, Numérico Variacional, Aleatorio y Espacial Métrico.

En la categoría Geométrico Métrico, el grupo de experimento, presentó una tasa de 50.0% en respuestas correctas, en contraste con el 26.7% del grupo de control. Esto sugiere que los estudiantes del grupo experimento, tienen mejor comprensión geométrica métrica.

En el caso de la categoría Numérico Variacional, si bien el grupo de experimento obtuvo una tasa de respuestas correctas ligeramente menor (32.6%) en comparación con el grupo de control (30.7%), cabe resaltar que la diferencia no es sustancial.

Por otra parte, en la categoría Aleatorio, ambos grupos presentaron tasas de respuestas correctas muy similares, con un ligero aumento del 1.8% en favor del grupo de experimento.

En lo que respecta a la categoría Espacial Métrico, el grupo de experimento exhibió un desempeño superior al grupo de control, con un 43.2% de respuestas correctas frente al 34.7%.

Se puede establecer que el grupo experimento, en todas las dimensiones se obtuvieron mejores resultados que el grupo control, pero en algunos casos la diferencia no es significativa.

Para el caso del grupo de décimos se obtuvo que:

Tabla 18

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a las dimensiones de pensamiento matemático, grados décimos

Dimensión	Grupo Control 10 S		Grupo Experimento 10 E	
	Correctas	Incorrectas	Correctas	Incorrectas
Geométrico Métrico	67,0%	33,0%	50,0%	50,0%
Numérico Variacional	40,9%	59,1%	33,3%	66,7%
Aleatorio	49,2%	50,8%	46,7%	53,3%
Espacial métrico	19,3%	80,7%	15,0%	85,0%

En la categoría Geométrico Métrico, se observa que el grupo de control obtuvo un 67.0% de respuestas correctas, mientras que el grupo de experimento logró un 50.0%. Estos resultados sugieren que se tienen un buen punto de partida para evidenciar las implicaciones de la estrategia a aplicar en el grupo experimento.

En la dimensión Numérico Variacional, el grupo de control registró un 40.9% de respuestas correctas, en comparación con el 33.3% del grupo de experimento. Ambos grupos muestran un desempeño similar en esta categoría.

En lo que respecta a la categoría Aleatorio, se observa que ambos grupos presentan resultados cercanos, con el grupo de control obteniendo un 49.2% de respuestas correctas y el grupo de experimento un 46.7%.

Finalmente, en la dimensión Espacial Métrico, se evidencia que tanto el grupo de control como el grupo de experimento presentaron dificultades, con tasas de respuestas correctas de 19.3% y 15.0% respectivamente.

Por lo anterior se puede establecer que, a diferencia del grado noveno, en los décimos el grupo control obtuvo mejores resultados en todas las dimensiones del pensamiento matemático, es un aspecto interesante que es necesario observar en los resultados de la aplicación de la estrategia que se va a desarrollar.

Para el caso del grupo de once se obtuvo que:

Tabla 19

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a las dimensiones de pensamiento matemático, grados once

Dimensión	Grupo Control 11 D		Grupo Experimento 11 E	
	Correctas	Incorrectas	Correctas	Incorrectas
Geométrico Métrico	27,6%	72,4%	46,4%	53,6%
Numérico Variacional	43,0%	57,0%	44,4%	55,6%

Aleatorio	51,8%	48,2%	54,0%	46,0%
Espacial métrico	34,2%	65,8%	36,9%	63,1%

En la categoría Geométrico Métrico, el grupo de control obtuvo un 27.6% de respuestas correctas, mientras que el grupo de experimento logró un 46.4%. Estos resultados indican una mejor comprensión geométrica métrica en el grupo de experimento en comparación con el grupo de control.

En la dimensión Numérico Variacional, ambos grupos presentaron tasas de respuestas correctas cercanas, con el grupo de control y el grupo de experimento registrando un 43.0% y 44.4% respectivamente. Estos resultados sugieren que el desarrollo de las competencias en pensamiento numérico variacional en estudiantes de undécimo grado es similar entre los grupos.

En lo que respecta a la categoría Aleatorio, se observa un desempeño ligeramente superior en el grupo de experimento, con un 54.0% de respuestas correctas, en comparación con el 51.8% del grupo de control. Esto sugiere que el desarrollo de la dimensión aleatorio en estudiantes de undécimo grado es similar.

En la dimensión Espacial Métrico, se evidencia que tanto el grupo de control como el grupo de experimento presentaron dificultades, con tasas de respuestas correctas de 34.2% y 36.9% respectivamente. Se puede observar que ambos grupos presentan problemas en esta dimensión, y que los resultados son similares en las dos aplicaciones. Por lo tanto, se puede establecer que en los estudiantes de grado undécimo tienen un similar desarrollo de la dimensión espacial métrico.

Ahora bien, a lo largo de los tres niveles analizados, se aprecian variaciones en los resultados entre los grupos de control y experimento en las diferentes dimensiones evaluadas. En grado noveno y grado undécimo, se observa que el grupo experimento obtuvo mejores resultados que el grupo control, a diferencia del grado décimo donde los resultados en todas las dimensiones del grupo control son mejores que las del grupo experimento.

Si bien se detecta un patrón de resultados positivos en ciertas dimensiones, no se puede obviar la existencia de resultados menos positivos o incluso similares en otras dimensiones. Esto pone de manifiesto la necesidad de considerar cuidadosamente el diseño y la implementación de la Robótica Educativa en el currículo para asegurar su efectividad en la promoción y desarrollo del pensamiento matemático.

4.3.3. Socialización contextual

Después de la aplicación de los instrumentos de diagnóstico inicial junto con la entrevista de saberes previos, se analizó los resultados para dar insumos para establecer el punto de partida y diseñar las estrategias pedagógicas de acuerdo a las dificultades y fortalezas de los estudiantes, es importante mencionar, que de forma general los grupos tanto control como experimento tienen mayoritariamente estudiantes categorizados como “Bajos”.

Con los resultados analizados, esta fase consistió en caracterizar problemáticas y dificultades que tienen los estudiantes sobre el aprendizaje de las matemáticas y el desarrollo del pensamiento matemático, para luego socializar con los estudiantes y establecer cuál sería el plan metodológico a seguir, qué actividades se van a realizar, conocer la disponibilidad de tiempo y realizar un breve “abrebocas” sobre las temáticas a realizar.

Desde la observación del investigador, se programó una reunión con padres de familia y estudiantes en el mes de septiembre de 2021, para comentar los resultados encontrados y motivar la continuación de del proceso investigativo, por las restricciones de la pandemia COVID-19, fue necesario hacerlo en dos escenarios, el restaurante escolar y el auditorio de la institución en dos horarios diferentes, con las medidas de bioseguridad establecidas, para ese momento. El encuentro se realizó con normalidad, los estudiantes y padres asistentes demostraron empatía tanto desde el inicio como al cierre de la sesión, hubo una disponibilidad a la participación de las actividades y demostraron iniciativa para continuar con las actividades programadas. De hecho, al conocer que las temáticas a trabajar en las estrategias didácticas, como son la robótica y sus aplicaciones los estudiantes se interesaron por cómo se va a realizar, que instrumentos se van a trabajar y formaron expectativas positivas sobre el proyecto. Si bien hubo algunas preocupaciones manifestadas por algunos padres de familia que participaron de la reunión, por las deficiencias de los resultados de los instrumentos de recolección aplicados, se explicó cómo se desarrollará la metodología del trabajo en sus diferentes fases y cómo la investigación podía contribuir de forma positiva en la formación y solución de dificultades, los estudiantes demostraron una actitud positiva para mejorar sus resultados mediante las actividades programadas. A continuación, se expone la evidencia fotográfica:

Figura 20.
Evidencia fotográfica. Socialización contextual



4.3.4. Diseño y aplicación de secuencias didácticas

A partir de las problemáticas y dificultades señaladas en los resultados de los test y de la prueba de saberes previos se planeó la estrategia educativa y se implementó una propuesta formativa a partir de una serie de secuencias didácticas basadas en robótica educativa centradas en permitir a los estudiantes plantear soluciones a problemas del contexto. Esta fase se realizó en dos momentos, primero se diseñó las guías didácticas a partir de antecedentes bibliográficos y trabajos que han sido utilizados como estrategias didácticas en otros escenarios similares a este trabajo, por ello se basó en teóricos de referencia para la aplicación de las secuencias. Además, es importante mencionar que estos trabajos tienen respaldo teórico y metodológico, pero también se adicionó temáticas de autoría de acuerdo a las necesidades de cada grado y teniendo en cuenta los insumos de los anteriores resultados.

El diseño de las guías se enfocó en integrar las temáticas de la robótica educativa con el pensamiento matemático, se abordó la construcción desde dos aspectos, la primera es teórica y conceptual donde se establecen contenidos de robótica educativa, la segunda es práctica, donde se indican retos y problemas matemáticos referentes a la temática trabajada mediante instrumentos robóticos. Cabe de resaltar que, si bien se trabajó las dimensiones del pensamiento matemático en las guías, cada una de ellas se especializa en una dimensión en particular, haciendo especial énfasis en las dimensiones peores calificadas en cada uno de los grados de acuerdo a los resultados de los test y los saberes previos y a los criterios de diferenciación de grados.

En este sentido, de acuerdo con el cronograma y las temáticas a abordar se diseñaron 3 guías didácticas para grados novenos, 4 guías para grados novenos y 4 guías para grados onces, el diseño de las guías se encuentra en el anexo K. El nombre de las secuencias son las siguientes: para grado noveno son:

1. Secuencia didáctica 1: Introducción a la robótica
2. Secuencia didáctica 2: Circuitos serie, paralelo y mixtos
3. Secuencia didáctica 3: Aplicaciones prácticas

Para los grados décimos son:

1. Secuencia didáctica 1. Introducción a la robótica
2. Secuencia didáctica 2. Características de Arduino
3. Secuencia didáctica 3. Uso de Arduino

4. Secuencia Didáctica 4: Montaje de proyectos y pruebas

Para grados once son:

1. Secuencia didáctica 1. Introducción a la robótica
2. Secuencia Didáctica 2: Robótica y el contexto.
3. Secuencia Didáctica 3: Uso de sensores y receptores
4. Secuencia Didáctica 4: Uso de robots con ruedas

El segundo momento consistió en la aplicación de las secuencias didácticas de acuerdo a sus respectivas guías, utilizando para cada secuencia, un instrumento de observación participante con base en el estudio de Barrera (2015), de su trabajo titulado “Uso de la Robótica Educativa como Estrategia Didáctica en el Aula” donde presenta una estructura en cuatro partes, adaptándola a la presente investigación así:

- Primero: información sobre la fecha, hora de inicio y cierre, lugar y duración.
- Segundo: la descripción de la observación e información del número de asistentes.
- Tercero: actividad y dimensión del pensamiento matemático.
- Cuarto: la observación realizada en los momentos de la secuencia como inicio, desarrollo y cierre.

4.3.4.1. Análisis de las observaciones y diarios de campo participantes a las secuencias didácticas

Al analizar las diversas situaciones descritas en las observaciones participantes (Anexo L), por medio de recurrencia de información, se logró evidenciar algunos aspectos asociados al aporte de la robótica educativa al pensamiento matemático. En este sentido, la aplicación de las secuencias didácticas en los diferentes grados, se realizó en aulas adecuadas para desarrollar los procesos planteados, en muchas ocasiones, y particularmente en el grado noveno, fue necesario solicitar permiso a los compañeros docentes de otras áreas para llevar a cabo las aplicaciones, ya que la asignatura de tecnología que está más asociada al proceso, tenía solo una hora semanal, que no era suficiente para abarcar las temáticas propuestas. En grado décimo, a pesar de contar con más número de horas a la semana, fue necesario solicitar horas de otros docentes para lograr culminar los procesos, en grado once no hubo dificultades con la cantidad de horas para aplicar las secuencias didácticas propuestas. Además, entre los grupos de trabajo, internos a cada grado, también había diferencias, algunos grupos están más pendientes del proceso que otros.

Por otra parte, se pudo observar que el clima fue un aspecto que influyó en el desarrollo de las clases, cuando se desarrollaron en las primeras horas de la tarde, o últimas horas de la mañana, el calor generó indisposición de algunos estudiantes. También, el día incide en el trabajo, se pudo observar que el día viernes a la última hora de la tarde, no se tenía una buena disposición para el trabajo, estableciendo por parte del docente procesos de motivación que permitieron llevar a su fin las secuencias establecidas de manera adecuada.

En cuanto a los resultados obtenidos de las secuencias didácticas, estas se desarrollaron en grupos de trabajo y cada grupo contaba con sus elementos así: libreta de apuntes para dar solución a los retos propuestos cuando se solicitó una respuesta escrita y argumentada, computadores cuando se debían hacer simulaciones, y cuando se solicitaron montajes se obtuvieron los prototipos físicos como resultado del proceso realizado.

Por su parte, las secuencias didácticas fueron diseñadas con aspectos de robótica educativa y solución de problemas de una o dos dimensiones del pensamiento matemático por guía, adaptadas a situaciones donde los estudiantes pudieron evidenciar la potencialidad de los robots en el contexto. Sin embargo, la forma de aplicación fue independiente y creada para buscar los mejores aprendizajes en los estudiantes, en este sentido, todas las aplicaciones estuvieron compuestas de tres fases: inicio, desarrollo y finalización, explicadas a continuación:

En el inicio, se procedía a explicar la guía, e identificar los roles que cada estudiante iba a desempeñar dentro de la realización de la secuencia, se establecieron reglas de trabajo y se indicaron los tiempos necesarios para el desarrollo de la actividad, generalmente se mantuvieron los grupos de trabajo y esto creó en los estudiantes una rutina, ya que el modo de trabajar en las secuencias presentadas se mantuvo en todas las aplicaciones.

Otro aspecto a resaltar, fue la solicitud particular del cuidado de las mesas, que son de un material especial y deben ser mantenidas en buen estado, además del equipo portátil que se entregó para que realicen la simulación del montaje a desarrollar. También, se resalta la importancia del líder del grupo, qué, además de organizar el trabajo de la mesa, también fue el encargado de recibir y entregar los materiales asignados para la secuencia didáctica que iba a trabajar, sabiendo que no se estableció un número general de integrantes, porque en los diferentes grados, los grupos dependieron de la cantidad de estudiantes en cada grado experimento.

Llamó la atención, que en varias de las sesiones, en esta etapa inicial, se hizo referencia a la secuenciación planeada qué buscó tener una aproximación con los circuitos eléctricos en grado noveno, a conocer Arduino y realizar unas prácticas sencillas con la placa en grado décimo y finalmente en grado once, realizar procesos más complejos que involucraron el aspecto de potencia y movimiento controlado, algo que se puede identificar en las características de un robot, qué junto a los sensores les dan muchas potencialidades a los prototipos a desarrollar.

En el desarrollo de la secuencia, se buscó despertar de interés de los estudiantes, al entregar los elementos físicos con los que los estudiantes interactuarán, se observó un aumento de interés en la tarea a realizar, sin importar el grado, también, los kits entregados para solucionar los retos, fueron recibidos con entusiasmo. Cada elemento se registró detalladamente y se estableció una responsabilidad compartida por su estado.

Por otra parte, la temática de robótica y la clasificación de robots fueron particularmente atractivas para los estudiantes, se mostró mayor interacción y participación en esta área, aunque no se presentaron dificultades en el desarrollo de reto planteado. No obstante, la intersección del pensamiento matemático con la robótica educativa desencadenó preguntas entre los estudiantes, se iniciaron cuestionamientos acerca de cómo abordar los diferentes desafíos planteados y si sus soluciones son adecuadas. En estos momentos, se pudo evidenciar que algunos estudiantes demostraron más fluidez en los procesos aritméticos y en la comprensión de los componentes del pensamiento matemático. En contraste, otros no le otorgaron la atención necesaria a esta faceta del proceso.

Así también, el simulador de circuitos despertó gran curiosidad, al permitir a los estudiantes explorar la relación entre la teoría y la práctica, se resalta a los líderes de mesa, que jugaron un papel fundamental en mantener el orden y la colaboración dentro de los grupos, así mismo, se observó que la aplicación de los retos desafiantes desencadenó mejoras notables en la comprensión y solución de problemas, la emoción se incrementó al manipular la placa y ejecutar las órdenes.

El proceso encaró la resolución de problemas matemáticos y la comprensión de la robótica con enfoque en diferentes aspectos, desde lo más básico de electricidad, pasando por el uso de ruedas en robots, hasta el manejo de puentes H para el control de motores. Se resalta la necesidad de atención constante, preguntas oportunas y un desarrollo secuencial y fluido para alcanzar los objetivos completos de la secuencia, constantemente se revisan los montajes.

A medida que avanzan, los grupos evidenciaron una mayor fluidez y entendimiento en los procesos. Algunos estudiantes continuaron concentrados en los retos del pensamiento matemático, mientras que otros exploraron los montajes de circuitos. Sin embargo, se observó que lo hacen a diferentes velocidades, pero la comunicación entre los grupos avanzados y los que necesitaron más tiempo, facilitó el proceso para todos; en ocasiones, estudiantes más experimentados son llamados para brindar ayuda en otros grupos.

En algunas aplicaciones, cuando las secuencias requirieron más tiempo que una sola clase, se concluyó el espacio inicial ofreciendo una revisión detallada de los conceptos que presentaron mayores desafíos. Durante esta etapa, los estudiantes se mantuvieron alerta y dispuestos a compartir sus dudas; este proceso, incentivó a los grupos para la clase siguiente. También en el desarrollo de la actividad, se pausaron las secuencias por unos 10 minutos para abordar situaciones que necesitaron una explicación más extensa o aclaraciones sobre temas tratados previamente. Posterior a esta interrupción, la mayoría de los estudiantes mostraron una actitud más positiva.

En la finalización de aplicación de cada secuencia, se generó un espacio de silencio y escucha, haciendo énfasis en la importancia y propósito de la investigación, realimentando los aspectos que causaron mayor dificultad y dando la palabra en primera instancia a los líderes de los grupos, para que den sus apreciaciones de los aprendizajes logrados con la actividad desarrollada.

Se observó que, cuando se identificó algún grupo en particular que no estaba realizando el trabajo solicitado de manera adecuada, se hizo el llamado de atención y se logró que ellos mismos reconozcan la situación que estaba sucediendo, con el compromiso de mejorar en la próxima aplicación.

En el mismo sentido, se preguntó a los líderes de cada una de las mesas, las apreciaciones del proceso y se reconoció por parte de los estudiantes la importancia de realizar los problemas del componente matemático específico y que, desde cada uno de los problemas se identificaron posibilidades en la utilización de robots, dentro de los procesos académicos y de la cotidianidad ya que de una u otra forma llevan a identificar cómo la robótica está impactando en nuestras vidas y lo seguirá haciendo a futuro.

Al preguntar sobre la experiencia en general, dónde pueden participar todos los estudiantes además de los líderes. Se identificaron a continuación las expresiones encontradas:

- El interactuar con los elementos físicos y observar su funcionamiento genera en los estudiantes un mayor grado de atención y motivación para realizar los procesos.
- El transformar los problemas a un contexto de la robótica educativa, lleva a reconocer los conceptos y las capacidades qué se pueden lograr con el uso de robots.
- Poder dar instrucciones para una acción en particular, llama la atención y logra generar procesos creativos y de imaginación qué permiten a los estudiantes trasladarse a escenarios dónde amplían lo realizado en clases.
- Se expresó por un grupo, qué el requerimiento de realizar los aspectos del pensamiento matemático, que además los problemas están relacionados con el tema, llevarán a los estudiantes a buscar la manera de agilizar los procesos y la comprensión de los problemas, para la situación particular del uso de sensores y actuadores en procesos aplicados la realidad.
- Los estudiantes expresan que el tema trabajado les llama la atención ya que es el futuro de los trabajos y profesiones.
- La robótica va a formar parte de nuestras vidas y es importante conocer cómo se puede controlar un elemento, teniendo en cuenta fundamentos programación y electrónica.
- Cuando estamos realizando las secuencias nos transportamos a otros lugares, nuestra mente se transporta y siempre busca ir más allá dónde se visualizan muchas posibilidades.
- La solución de problemas del pensamiento matemático, es muy importante para nosotros nos hubiera gustado tener, esta preparación antes de las pruebas, pero sabemos que por pandemia no se podía realizar este tipo de trabajos que requieren presencialidad, sin embargo, puede servir para la solución de situaciones cotidianas o en futuras pruebas a realizar.
- Queda la incertidumbre de no tener los materiales, ya vamos a dejar la institución y nos damos cuenta qué no hemos comprado nuestras propias herramientas, particularmente creo que va a existir dos caminos el primero relacionado con los estudiantes qué les interesa estos aspectos y van a comprar sus materiales, por otra parte, que no les llama la atención y lo desarrollan por qué es un requisito para graduarse, creo que ellos no van a volver a usar este tipo de elementos.

A manera de síntesis, se pudo observar que en el proceso se realizó la aplicación de los aspectos teóricos trabajados en las primeras secuencias, asociados a la solución de situaciones reales de contexto, vinculándolos a situaciones del pensamiento matemático.

Por otra parte, una vez presentada la orientación inicial, los estudiantes se embarcan en el proceso. Las cuestiones se vuelven más centradas en las soluciones desde una perspectiva matemática. Se integraron pausas para retroalimentación y cada grupo retoma su proceso. Es recurrente que, algunos grupos muestran mayor dedicación que otros al desarrollo de las secuencias.

También, los aspectos relacionados a la robótica son llamativos y lograron captar la atención de los estudiantes, motivando la búsqueda y profundización de algunos elementos vinculados.

En general las apreciaciones por cada uno de los grupos fueron positivas y queda la recomendación por parte de los estudiantes, qué este tipo de procesos son interesantes y llaman la atención, son alternativas nuevas de aprendizaje, pero necesita mayor tiempo para su desarrollo. Es una apreciación muy valiosa ya que en el caso de qué estrategia se siga implementando se puede adaptar las secuencias en mayores espacios de tiempo, y la realización de otros montajes de circuitos más avanzados.

A continuación, se presentan habilidades y competencias relacionadas con la robótica educativa evidenciadas en las observaciones:

Resolución de problemas: La robótica educativa involucra la resolución de desafíos y retos específicos, lo que ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de resolución de problemas. En las observaciones se describe que los estudiantes se enfrentan a retos y preguntas relacionadas con la robótica y el pensamiento matemático, lo que requiere que encuentren soluciones y enfoques adecuados.

Colaboración y trabajo en equipo: Se observó el trabajo en grupos para realizar las secuencias didácticas. Los líderes de grupo tienen un papel importante en organizar el trabajo y coordinar la colaboración. Además, se menciona cómo los estudiantes se apoyan mutuamente, compartiendo conocimientos y brindando ayuda a otros grupos.

Pensamiento matemático: La robótica educativa está estrechamente relacionada con el pensamiento matemático, ya que los estudiantes deben comprender conceptos como circuitos eléctricos, geometría, aritmética y resolución de problemas matemáticos. En las observaciones se

hace hincapié en cómo los estudiantes se cuestionan sobre los aspectos matemáticos al abordar los desafíos propuestos.

Motivación y curiosidad: La introducción de elementos físicos y la oportunidad de interactuar con robots y circuitos despiertan el interés y la curiosidad de los estudiantes. Esto fomenta su motivación intrínseca para aprender y explorar conceptos de robótica.

Habilidades tecnológicas: El uso de simuladores de circuitos y la manipulación de placas y componentes electrónicos promovió el desarrollo de habilidades tecnológicas. Los estudiantes aprenden a utilizar herramientas tecnológicas para simular y crear sistemas robóticos.

Comunicación y presentación: La finalización de las secuencias didácticas implicó la comunicación de aprendizajes y dificultades. Los estudiantes compartieron sus experiencias y conclusiones con sus compañeros y líderes de grupo, lo que fomentó la capacidad de comunicar ideas de manera efectiva.

Adaptación y planificación: Se observó en el proceso que, a veces, fue necesario solicitar permiso a otros docentes y ajustar los horarios para llevar a cabo las aplicaciones. Esto reflejó la habilidad de adaptarse a diferentes situaciones y planificar el tiempo y los recursos de manera eficiente.

Comprensión de sistemas complejos: La robótica educativa implica la comprensión de sistemas electrónicos y mecánicos complejos. Los estudiantes deben entender cómo funcionan los componentes y cómo interactúan entre sí para lograr los objetivos deseados.

Reflexión y análisis: La fase de finalización del proceso implicó una reflexión sobre los aprendizajes logrados y las dificultades encontradas. Los estudiantes analizaron sus propias acciones y consideraron cómo podrían mejorar en el futuro.

Desarrollo de habilidades prácticas: Los estudiantes trabajaron con componentes físicos, realizaron montajes y manipularon materiales. Esto promovió el desarrollo de habilidades prácticas y la comprensión de conceptos teóricos en un entorno tangible.

En síntesis, se pudo evidenciar mediante la observación cómo la robótica educativa fomenta una amplia gama de competencias y habilidades en los estudiantes, incluida la resolución de problemas, la colaboración, el pensamiento matemático, las habilidades tecnológicas y la adaptabilidad, por enunciar algunas. Estas habilidades son esenciales para el aprendizaje y el éxito en el mundo moderno y están intrínsecamente relacionadas con la participación en actividades de robótica educativa.

4.3.5. Socialización temática: Robots

La socialización temática que tuvo lugar en junio de 2022, fue el resultado de una intervención didáctica basada en la robótica educativa, diseñada específicamente para influir en el pensamiento matemático de estudiantes que participaron en el proyecto y aún permanecen en los grados 10-E y 11-E de la institución. Durante este tipo de feria, los estudiantes presentaron los proyectos de robótica que habían construido a lo largo de las secuencias didácticas, demostrando así su conocimiento adquirido en áreas como matemáticas, programación y circuitos. Esta feria representó un espacio enriquecedor y estimulante, donde los estudiantes pudieron exhibir sus logros y compartir su aprendizaje con la comunidad educativa.

Es importante resaltar que, porque la aplicación de los procesos formativos se dio en el año 2021, fue imposible trabajar con todos los grupos con los que se realizó el proceso inicial, ya que los estudiantes de noveno que participaron de la experiencia, se distribuyeron en diferentes grupos de grado 10, y solamente se contó con un grupo de 5 personas, que fue ubicado en el grado 10-E para el año 2022, el grado 10 – E, si se trasladó al 11-E y se promovió que además de presentar sus prototipos, se apropiaran de los realizados por los estudiantes del grado 11-E que ya se graduaron de la institución, y no fue posible contactarlos para que realizaran el proceso, además que la institución solo permitió la participación de estudiantes activos en la socialización realizada. Sin embargo, en cada una de las aplicaciones de las secuencias didácticas, los estudiantes tuvieron la oportunidad de presentar su conocimiento y los avances alcanzados a los compañeros del mismo grado, como se indicó en el análisis de las observaciones realizadas.

1. **Presentación de proyectos:** en el aniversario de la institución y aprovechando la llegada de padres de familia y docentes de las sedes a la sede central, los estudiantes anteriormente mencionados, exhibieron los proyectos de robótica que habían desarrollado durante el programa de intervención didáctica. En total se presentaron 8 prototipos, sobre circuitos básicos, sensores de luz, movimiento, distancia, uso de motores de corriente continua, motorreductores, servomotores y presentación de robots makeblock, se realizó todo el día de 8:00 a.m. a 4:00 p.m., donde las personas que se interesaban en algún prototipo específico se dirigían y realizaban las preguntas a los estudiantes. Cada proyecto representaba un desafío que requería la aplicación de habilidades matemáticas, programación y conocimientos de circuitos. Los estudiantes

presentaron sus creaciones con entusiasmo y claridad, destacando las características y funcionalidades de sus robots. Utilizando un lenguaje académico y técnico, describieron los procesos de diseño, construcción y programación de sus proyectos, resaltando las soluciones matemáticas implementadas en el proceso.

2. **Comportamiento de los estudiantes:** los estudiantes demostraron un Alto nivel de compromiso y responsabilidad durante la socialización. Se mostraron activos y participativos, interactuando con el público y respondiendo a preguntas con confianza y solidez conceptual. Su actitud reflejaba el interés genuino en el aprendizaje y la pasión por la robótica y las matemáticas. Además, mostraron habilidades de trabajo en equipo, colaborando entre sí para resolver problemas y superar desafíos. Su comportamiento evidenciaba una comprensión profunda de los conceptos matemáticos y una aplicación efectiva de la lógica y la programación en la construcción de sus proyectos.
3. **Exposición de conocimientos:** los estudiantes demostraron un dominio notable de los conceptos matemáticos, al momento de calcular el tiempo y la distancia con el sensor de ultrasonido, midiendo el área de influencia del sensor de movimiento, estableciendo la velocidad de los vehículos, según la modulación del ancho de pulso, calculando los voltajes e intensidades de los circuitos, construyendo las maquetas y tomando medidas para armar los prototipos y de las habilidades de programación y circuitos necesarios para construir sus robots. En sus presentaciones. Asimismo, exhibieron habilidades de resolución de problemas, identificando desafíos y proponiendo soluciones basadas en principios matemáticos aplicados a la robótica. El conocimiento adquirido durante el proceso y su capacidad para comunicar ideas complejas de manera clara y concisa impresionaron a los asistentes, por la manera en que asentían con su cabeza, después de cada explicación y además por las preguntas que les realizaban sobre los proyectos, estableciendo el diálogo fluido.
4. **Retroalimentación y evaluación:** La socialización proporcionó una oportunidad para que los estudiantes recibieran retroalimentación sobre sus proyectos y desempeño. Los asistentes, incluyendo profesores, compañeros de clase y expertos en el campo, brindaron comentarios constructivos y elogios a los estudiantes. Estas retroalimentaciones permitieron a los estudiantes reflexionar sobre su trabajo,

identificar áreas de mejora y fortalezas, y fomentar su crecimiento académico y personal.

5. **Impacto en el aprendizaje:** La socialización permitió que la comunidad educativa visualizara el impacto positivo de la intervención didáctica en el pensamiento matemático de los estudiantes. A través de sus proyectos y presentaciones, los estudiantes pudieron explicar cómo se relacionaba cada uno en particular con las dimensiones trabajadas. En este sentido, geométrico - métrico cuando explicaban las relaciones entre distintas unidades, cómo por ejemplo el tiempo y la distancia, las áreas, los niveles de una variable estableciendo en qué nivel determinado se debía utilizar un actuador automáticamente, en la dimensión numérico-variacional se presentaban las operaciones realizadas para solucionar los problemas encontrados, indicando el contexto desde donde nació el prototipo realizado, en la espacial-métrico, se indicó el porqué de cada sensor y ubicación en el objeto, ya que la forma, y el lugar, permiten la eficacia en la resolución de los problemas, y la aleatoriedad cuando realizaban estimaciones de aciertos y errores, para tomar decisiones sobre las parametrizaciones realizadas, evidenciando un mayor dominio de conceptos matemáticos, una comprensión más profunda de la lógica y la resolución de problemas, y una mejora en sus habilidades de programación, simulación y construcción de circuitos que se debían desarrollar e indicar para que el circuito realizado se muestre en funcionamiento simulado y real. La feria destacó cómo la robótica educativa puede ser una herramienta efectiva para fomentar el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades matemáticas.
6. **Espacio de intercambio y colaboración:** Ofreció un entorno propicio para el intercambio de ideas y la colaboración entre los estudiantes. Los participantes tuvieron la oportunidad de interactuar entre sí, compartir experiencias, discutir desafíos comunes y aprender unos de otros. Esta dinámica promovió el espíritu de colaboración y el trabajo en equipo, fomentando el desarrollo de habilidades sociales y de comunicación.
7. **Divulgación y promoción de la robótica educativa:** La socialización no solo sirvió como una plataforma para que los estudiantes mostraran sus logros, sino que también contribuyó a la divulgación y promoción de la robótica educativa como una metodología efectiva para el desarrollo del pensamiento matemático. Al involucrar a la

comunidad educativa y a los expertos en el campo, se generó un mayor interés y conciencia sobre los beneficios de la robótica educativa en el aprendizaje de las matemáticas y otras disciplinas relacionadas.

A continuación, se expone el registro fotográfico de la socialización temática:

Figura 21.
Registro fotográfico I. Contextualización temática.



Figura 22.
Registro fotográfico II. Contextualización temática.

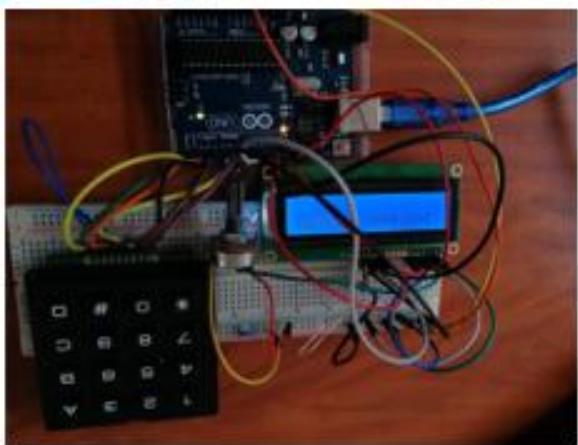
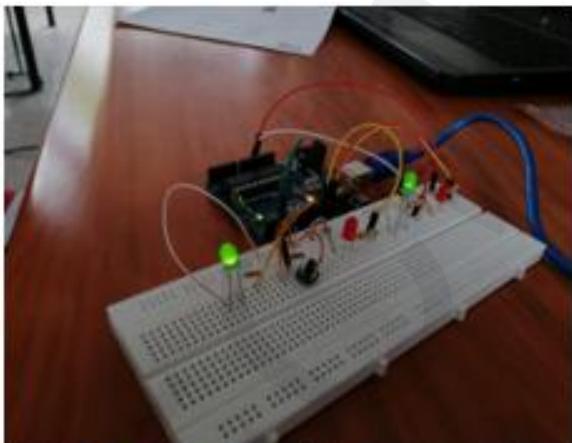


Figura 23.

Registro fotográfico III. Contextualización temática.



4.3.6. Diagnóstico final.

Realizadas las correspondientes secuencias didácticas a cada grado y la participación de los estudiantes en cada uno de los proyectos propuestos, se procede a realizar los test finales de evaluación o Re test. Se aplicó el instrumento tanto al grupo control inicial como al grupo experimento, el grupo control contó con los cuatro cursos, 9-5 con 15 estudiantes, 10-S1 con 22 estudiantes y 11-DG con 19 estudiantes, sus resultados se describen a continuación:

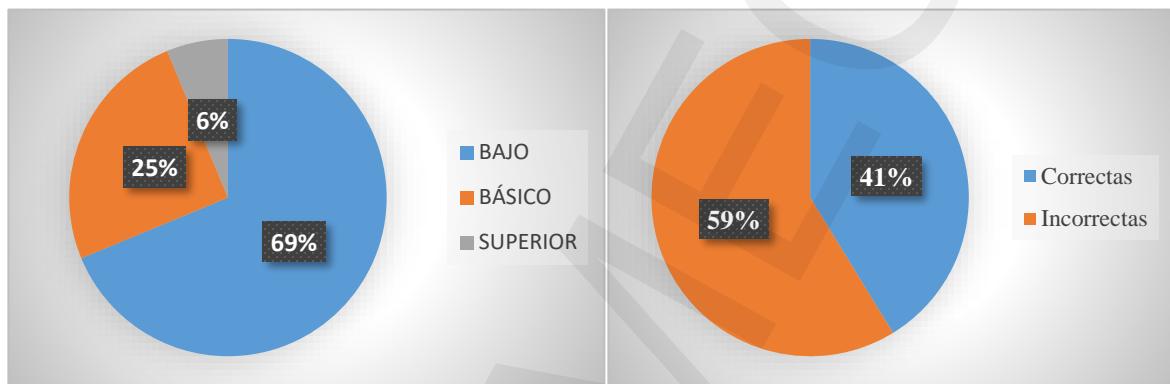
4.3.6.1. Resultados Re-Test Grupo Control.

En la aplicación del Re - test en el curso de control 9-5 obtuvo 69% en categoría “baja” de acuerdo a la calificación institucional, 25% en “Básico” y 6% en “Superior”, lo que significa que los estudiantes, a pesar de, que siguieron las didácticas tradicionales y temáticas planificadas por el currículo de la institución educativa, no lograron superar los desempeños necesarios previstos en las temáticas y por tanto, se registra dificultades en el desarrollo de las dimensiones

del pensamiento matemático. Esto también se ve reflejado en el porcentaje total de respuestas incorrectas que superan las respuestas correctas, 59% vs 41%, lo que significa que no hay una favorabilidad en los resultados del Re-test en los estudiantes del curso 9-5. A continuación se expresa este comportamiento:

Figura 24.

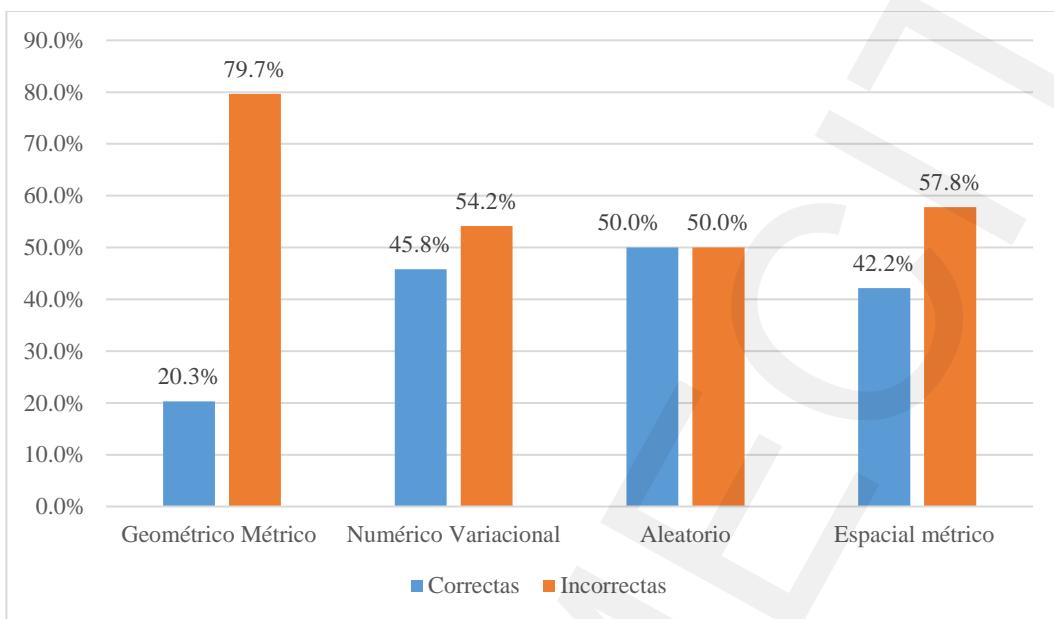
Categorización institucional y Porcentaje de respuestas, grado 9-5.



Desde las dimensiones evaluadas del pensamiento matemático se puede concluir que la dimensión con mayor número de respuestas incorrectas es el Geométrico – Métrico con un 79,7% seguido de la dimensión Espacial métrico y Número variacional, con un 57,8% y 54,2% específicamente, lo que significa de los estudiantes tienen dificultades en los procesos cognitivos en las representaciones matemáticas y mentales de los objetos en el espacio, las relaciones entre ellos y sus transformaciones, de igual forma se concluye que hay problemas en establecer y usar los sistemas geométricos y sistemas de medidas de acuerdo al problema planteado. Los porcentajes de las respuestas se representan en la siguiente figura:

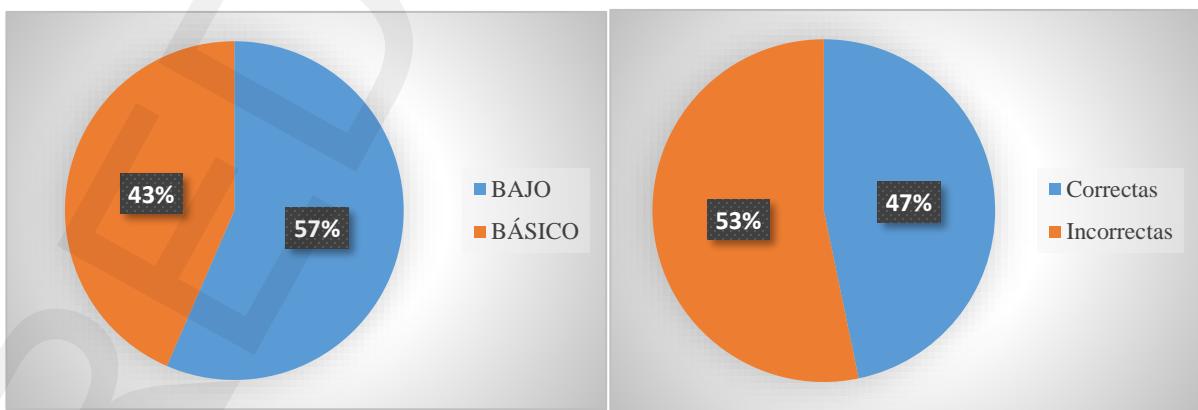
Figura 25.

Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 9-5.



Con respecto a la evaluación del Re - test en el grupo control 10-S1, se pudo extraer que el 57% de los estudiantes están categorizados como “Bajo” mientras que los demás estudiantes como “Básico” no se registró ni un caso como “Superior” o “Alto”, lo que significa que la mayoría de los estudiantes de este grupo logran lo mínimo en los procesos de formación de las temáticas evaluadas, también expresa que los estudiantes tienen relativamente un desarrollo en el pensamiento matemático pero con varias dificultades. Esto se ve reflejado en el porcentaje total de las respuestas, el cual el 53% son incorrectas, es decir, la media de los resultados expresa un panorama desfavorable. El comportamiento de las cifras se sustenta a continuación:

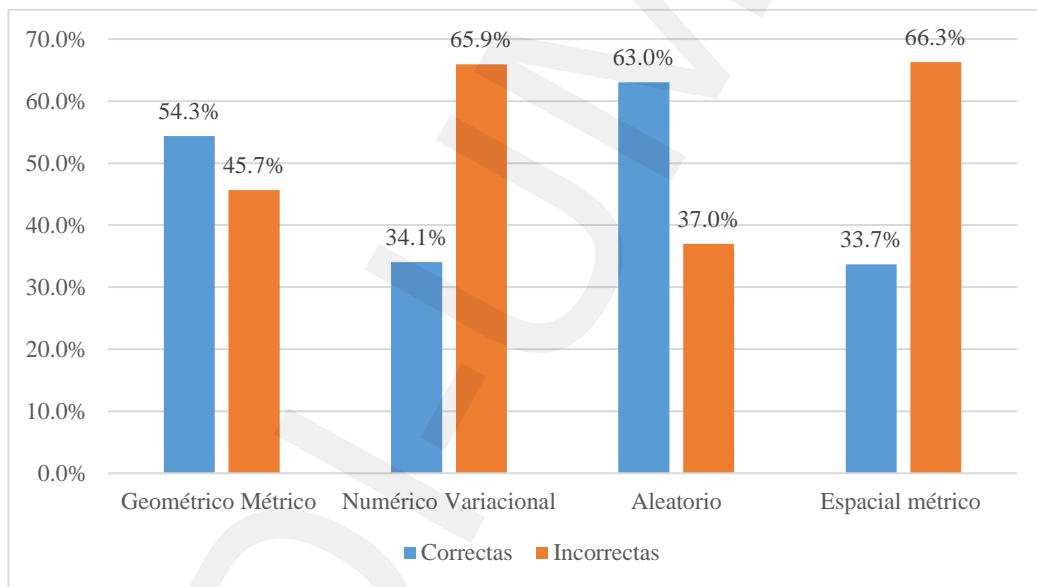
Figura 26.
Categorización institucional y Porcentaje de respuestas, grado 10-S1



De igual forma, las dimensiones evaluadas del pensamiento matemático con mayor número de respuestas incorrectas para este grado es el Espacial Métrico, seguido del Numérico Variacional, lo que significa de los estudiantes tienen dificultades en los procesos cognitivos en las representaciones matemáticas y mentales de los objetos en el espacio, las relaciones entre ellos y sus transformaciones, de igual forma se concluye que hay problemas en establecer y usar los sistemas geométricos y sistemas de medidas de acuerdo al problema planteado.

Adicionalmente, se presenta dificultades en la comprensión del uso y significado de los números, las relaciones y técnicas de estimación en el contexto de las temáticas abordadas. En la siguiente figura se expone los resultados de cada una de las dimensiones y el porcentaje de respuestas:

Figura 27.
Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 10-SI

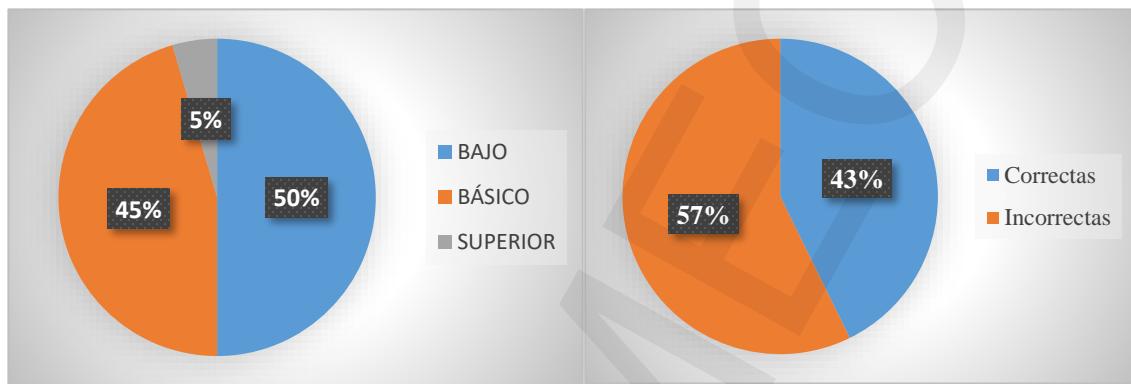


Para el caso de los resultados del Re - test del grupo control 11-D se encontró que el 50% de los estudiantes se categorizó como “Bajo”, el 45% como “Básico” y el 5% como “Superior” lo que significa que la mitad del grupo no supera los desempeños necesarios previstos sobre las temáticas, teniendo limitaciones en los procesos de formación curricular, la otra mitad del grupo alcanza los mínimos logros en el desempeño de las temáticas evaluadas, tan solo una parte del grupo alcanza desempeños óptimos en los procesos que permiten enriquecer su aprendizaje alcanzando los estándares, competencias y objetivos de calidad previstos en los proyectos

educativos matemáticos. Sin embargo, la tendencia del porcentaje de las respuestas es negativa, puesto que la mayoría de los estudiantes no logra o alcanza los desempeños de las temáticas evaluadas. Las figuras siguientes expresan las cifras de este comportamiento:

Figura 28.

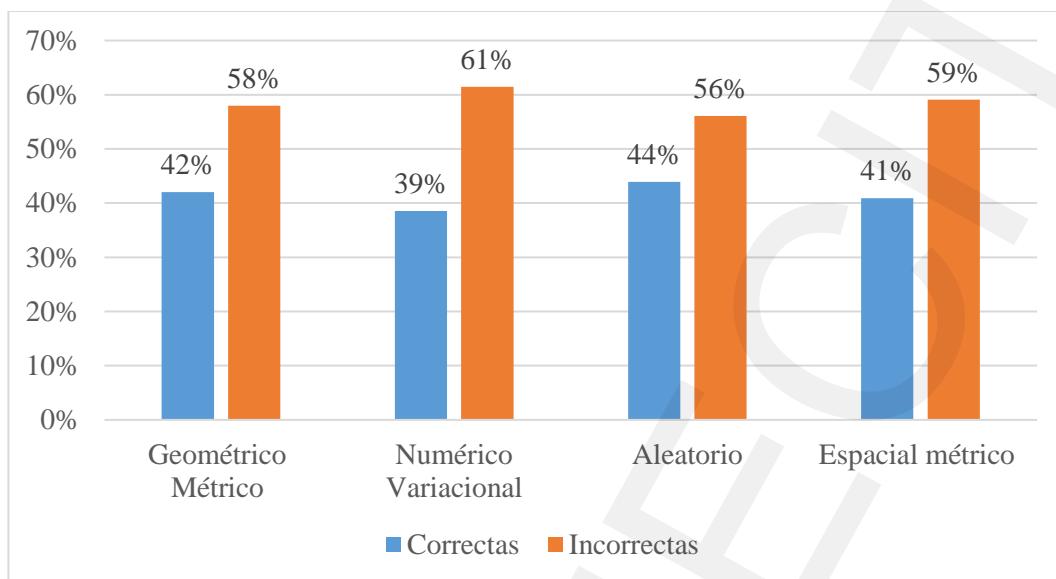
Categorización institucional y Porcentaje de respuestas, grado 11-DG



De igual forma si se analiza los resultados por dimensiones del pensamiento matemático se concluye que la dimensión peor evaluada es el Número Variacional, seguido del Espacial Métrico, tiene similar comportamiento que el grupo 10-S1, es decir, los estudiantes tienen dificultades en los procesos cognitivos en las representaciones matemáticas y mentales de los objetos en el espacio, como también, hay problemas en la comprensión del uso y significado de los números, las relaciones y técnicas de estimación en el contexto de las temáticas abordadas. El resultado de las dimensiones se presenta en la siguiente figura.

Figura 29.

Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 11-D.



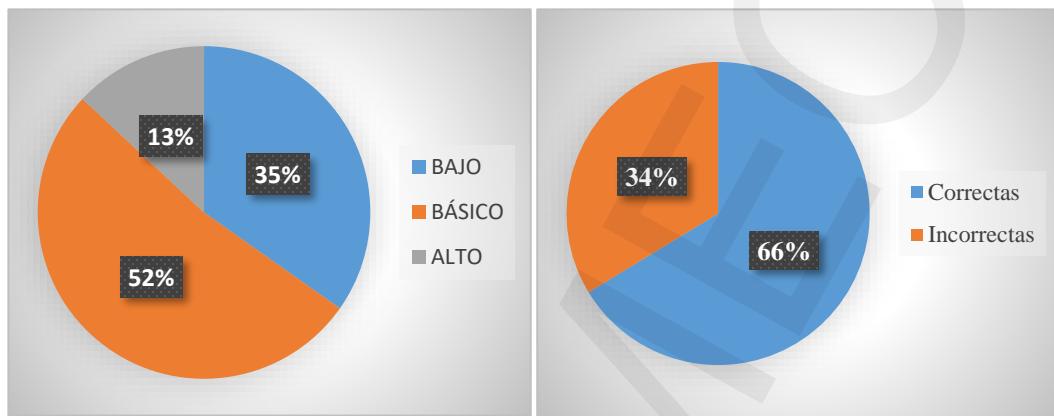
De acuerdo a los resultados de los Re-test de los grupos control se destaca que los resultados son muy similares que los obtenidos en los Test, es decir, que a pesar de las secuencias didácticas y las temáticas abordadas por el PEI de la institución educativa, los grupos 9-5 y el 11-D tuvieron la misma dificultad en la dimensión Geométrico métrico, mientras que el grupo 10-S1 tiene en común con el grupo 11-D que tienen dificultades en dimensión Espacial métrico puesto que son las dimensiones con mayores registros de respuestas incorrectas. Lo que significa que los estudiantes de 9-5 y el 11-D tienen dificultades en la comprensión general sobre las magnitudes, cantidades, medición y uso flexible de los sistemas métricos. Mientras que el grupo 10-S1 tienen dificultades en los procesos cognitivos y representaciones mentales de los objetos en el espacio, sus transformaciones o representaciones.

4.3.6.2. Resultado Re-Test Grupo Experimento

El grupo experimento contó con los siguientes cursos: 9-4 con 23 estudiantes, 10-E con 10 estudiantes y 11-E con 21 estudiantes. Con respecto al grupo experimento 9-4, los resultados de los Re-Test expresan que desde la categorización institucional la mayoría de los estudiantes se encuentra en “Básico” con un 52%, “Alto” con un 13% y “Bajo” con un 35%, lo que significa que la mayoría de estudiantes superan lo mínimo en los procesos de formación y pueden continuar con estrategias para fortalecer las temáticas evaluadas, si bien se requiere la necesidad de fortalecer el proceso para alcanzar mayores niveles de desempeño. Además, el porcentaje de

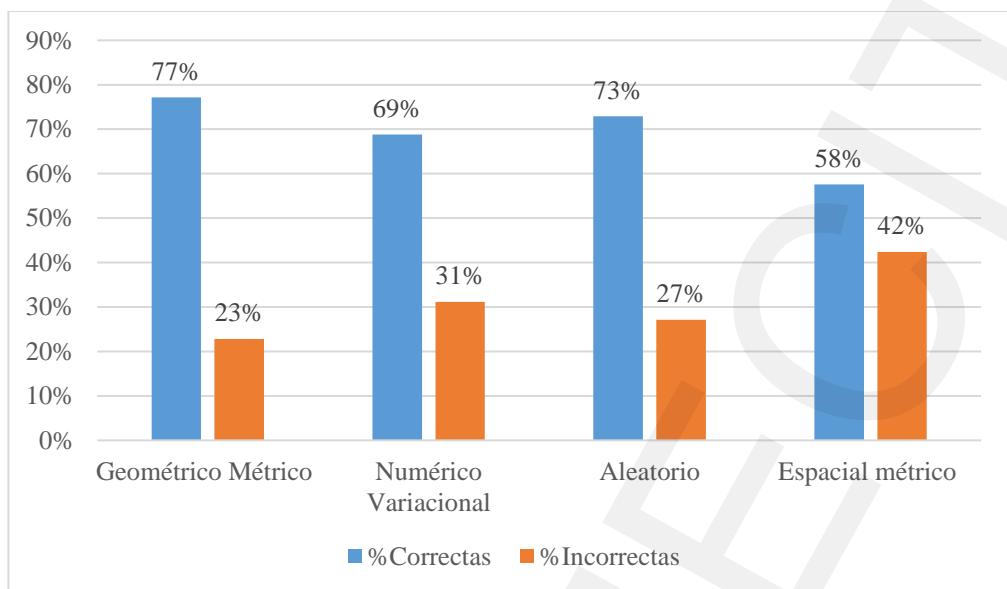
respuestas correctas supera el 50%, lo que significa que los estudiantes tienen mejor comprensión y solución de los problemas planteados, las cifras de la evaluación se presentan en las siguientes figuras:

Figura 30.
Categorización institucional y Porcentaje de respuestas, grado 9-4



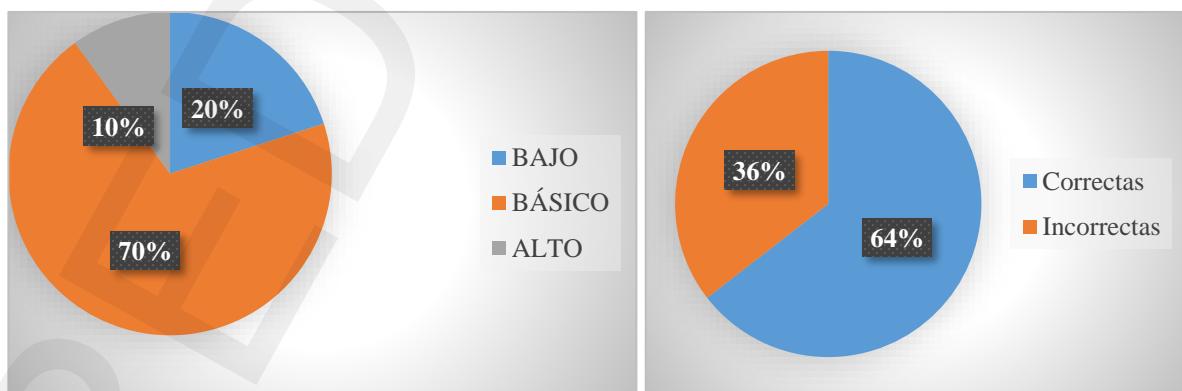
Si se analiza por dimensiones del pensamiento matemático, se logra apreciar que todas las dimensiones superan el 50% de respuestas correctas, logrando evidencian mayores fortalezas en la dimensión Geométrico métrico, seguido de Aleatorio y Numérico Variacional, lo que significa que los estudiantes tienen compresión general sobre las magnitudes, las cantidades, su medición y el uso flexible de sistemas métricos en situaciones o contextos específicos, también expresa que han desarrollado lógicas probabilistas fomentando la toma de decisiones en problemáticas matemáticas de incertidumbre o la inferencia por falta de información. El promedio de respuestas por dimensión se expone a continuación:

Figura 31.
Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 9-4



Para el caso del curso experimental 10-E, los resultados del Re-Test logran obtener una categorización institucional de “Básico” con un 70%, 10% en “Alto” y un 20% en categoría de “Bajo” lo que significa que la mayoría de los estudiantes logran alcanzar los mínimos requerimientos y exigencias de las temáticas abordadas, logran pensar y actuar flexiblemente de acuerdo con el contexto y problemáticas matemáticas evaluadas, aunque requiere un fortalecimiento para lograr mejores desempeños. El porcentaje de las respuestas correctas supera a las incorrectas, logrando demostrar una buena adquisición de conocimientos y desarrollo del pensamiento matemático aplicado en contextos prácticos. En las siguientes figuras se expresa el comportamiento:

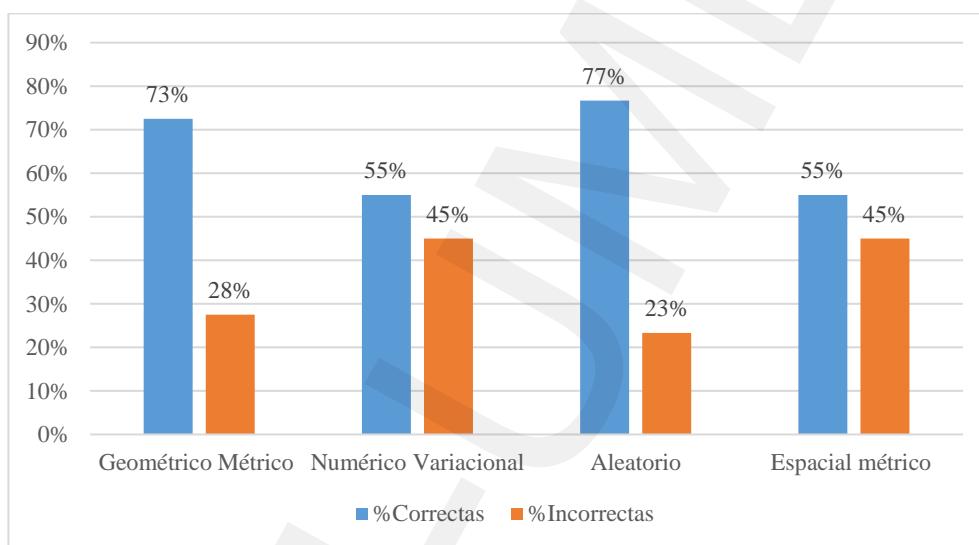
Figura 32.
Categorización institucional y Porcentaje de respuestas, grado 10-E



Desde el análisis por dimensiones del pensamiento matemático del grado 10-E, se destaca que tiene un similar comportamiento que el grado experimental 9-4, demostrado un escenario positivo para las dimensiones Geométrico métrico, Aleatorio y Numérico Variacional, esto explica que estudiantes tienen compresión general sobre las magnitudes, el uso de los números y su aplicación mediante sistemas métricos en situaciones o contextos específicos, también expresa que han desarrollado lógicas probabilistas fomentando la toma de decisiones en problemáticas matemáticas de incertidumbre o la inferencia por falta de información. La figura correspondiente se expresa a continuación:

Figura 33.

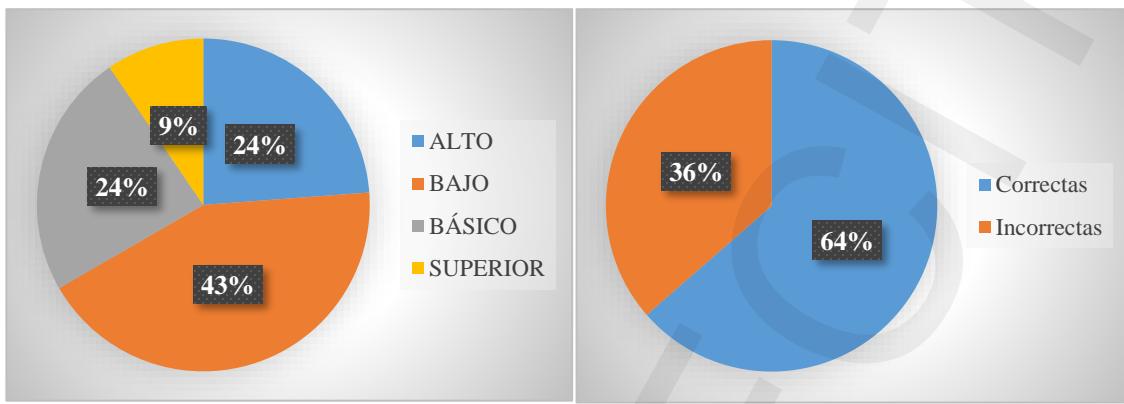
Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 10-E.



En el caso del curso experimental 11-E, se logró concluir que la mayoría de los estudiantes estuvieron en las categorías institucionales de “Básico”, “Alto” y “Superior” con 24% para Alto y Básico y un 9% para Superior, lo que significa que los estudiantes logran alcanzar resultados mínimos, pero también óptimos que permiten enriquecer el proceso mediante estándares y competencias de calidad de las temáticas evaluadas. Por otra parte, el número de porcentaje de respuestas correctas superan el 60%, expresando una media de estudiantes que comprenden y solucionan adecuadamente las problemáticas de los Re-Test. En las siguientes figuras se expresa las cifras de este caso:

Figura 34.

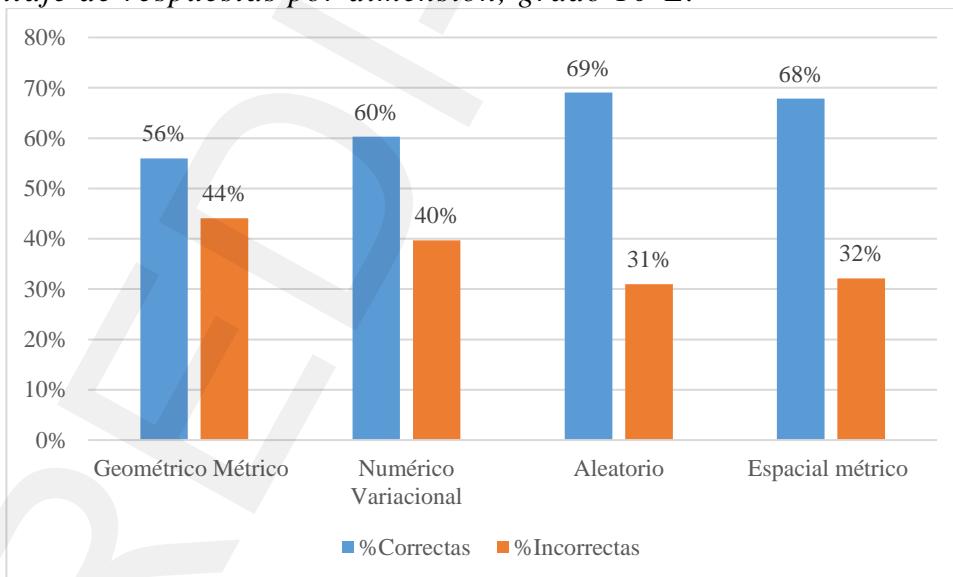
Categorización institucional y Porcentaje de respuestas, grado 11-E



Desde las dimensiones del pensamiento matemático se concluyó que todas las dimensiones superan el 50% de las respuestas correctas, sin embargo, las dimensiones con mejor porcentaje de respuestas correctas fueron el Aleatorio, seguido del Espacial Métrico y el Numérico Variacional con un 69%, 68% y 60% respectivamente, lo que significa que los estudiantes han desarrollado competencias probabilísticas para tomar decisiones en situaciones de riesgo por falta de información, además organizan adecuadamente los datos para predecir sucesos y utilizar diferentes métodos matemáticos para realizar proyecciones, también significa que los estudiantes desarrollan habilidades para representaciones abstractas y generar reflexión de problemáticas matemáticas en el espacio mediante el uso de sistemas numéricos. Las cifras de las respuestas se presentan en la siguiente figura:

Figura 35.

Porcentaje de respuestas por dimensión, grado 10-E.



4.3.6.3. Comparación grupos control y grupos experimental Re-Test

Mediante la aplicación de las secuencias de robótica educativa, la mayoría de los estudiantes tuvieron mejores competencias y desarrollo del pensamiento matemático comparado que los cursos control que no tuvieron una intervención de robótica. En este sentido, con respecto de los grupos control comparados con los grupos experimento, se puede decir que los primeros tienen menor desempeño, puesto que se registra en el grupo control que el 31% de los educandos superan el nivel bajo, mientras que en el grupo experimental esta cifra llega hasta el 65%, e incluso se registró categoría “Alto” por primera vez en este grupo, como se observa en la tabla 18.

Tabla 20.

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a la categorización institucional en grado noveno. Re Test

Curso	Bajo	Básico	Alto	Superior
Grupo de control 9-5	69%	25%	0%	6%
Grupo experimental 9-4	35%	52%	13%	0%

Nota. Se cataloga como Bajo, Básico, Alto y Superior, de acuerdo a la asignación institucional.

Al analizar los resultados obtenidos de los grupos de control y experimental en el nivel académico de noveno grado, se evidencia que, al clasificarlos en categorías de nivel Bajo, Básico, Alto y Superior, el grupo experimental muestra un desempeño Superior al grupo de control. Estos resultados sugieren que las secuencias didácticas basadas en la aplicación de la robótica educativa tienen un impacto positivo en comparación con aquellos grupos que no recibieron este tipo de intervenciones.

El examen minucioso de los datos en grado décimo, revela una clara diferencia en el rendimiento entre ambos grupos. El grupo experimental, que participó en las secuencias didácticas de robótica educativa, obtuvo valoraciones más altas en todas las categorías de desempeño. Esto indica que la integración de la robótica educativa como herramienta pedagógica tiene un efecto beneficioso en el desarrollo de habilidades y conocimientos de los estudiantes.

Tabla 21

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a la categorización institucional en grado DÉCIMO. Re test

Curso	Bajo	Básico	Alto	Superior
Grupo de control 10-S1	57%	43%	0%	0%
Grupo experimental 10-E	20%	70%	10%	0%

Nota: Se cataloga como Bajo, Básico, Alto y Superior, de acuerdo a la asignación institucional.

Al realizar una comparación de los resultados obtenidos entre el grupo de control y el grupo experimental en el contexto de los grados décimos, se observa una disparidad en la clasificación de los estudiantes en los niveles de desempeño "Bajo" y "Básico". Se destaca que el grupo de control exhibe un mayor número de registros en la categoría "Bajo", mientras que el grupo experimental muestra una predominancia en la categoría "Básico". Esto indica que la implementación de las secuencias didácticas basadas en robótica educativa ha generado un impacto sustancial en el rendimiento de los estudiantes.

Es importante tener en cuenta que, previo al experimento, el grupo de control 10-S1 presentaba ligeramente mejores calificaciones que el grupo 10-E. Sin embargo, tras la intervención con las secuencias didácticas de robótica educativa, se observó una mejora en el desempeño del grupo experimental. Este resultado resalta potencial eficacia de la aplicación de la robótica educativa como herramienta pedagógica para potenciar el aprendizaje y el logro académico.

Tabla 22

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental entorno a la categorización institucional en grado once. Re test

Curso	Bajo	Básico	Alto	Superior
Grupo de control 11-DG	50%	45%	0%	5%
Grupo experimental 11-E	43%	24%	24%	9%

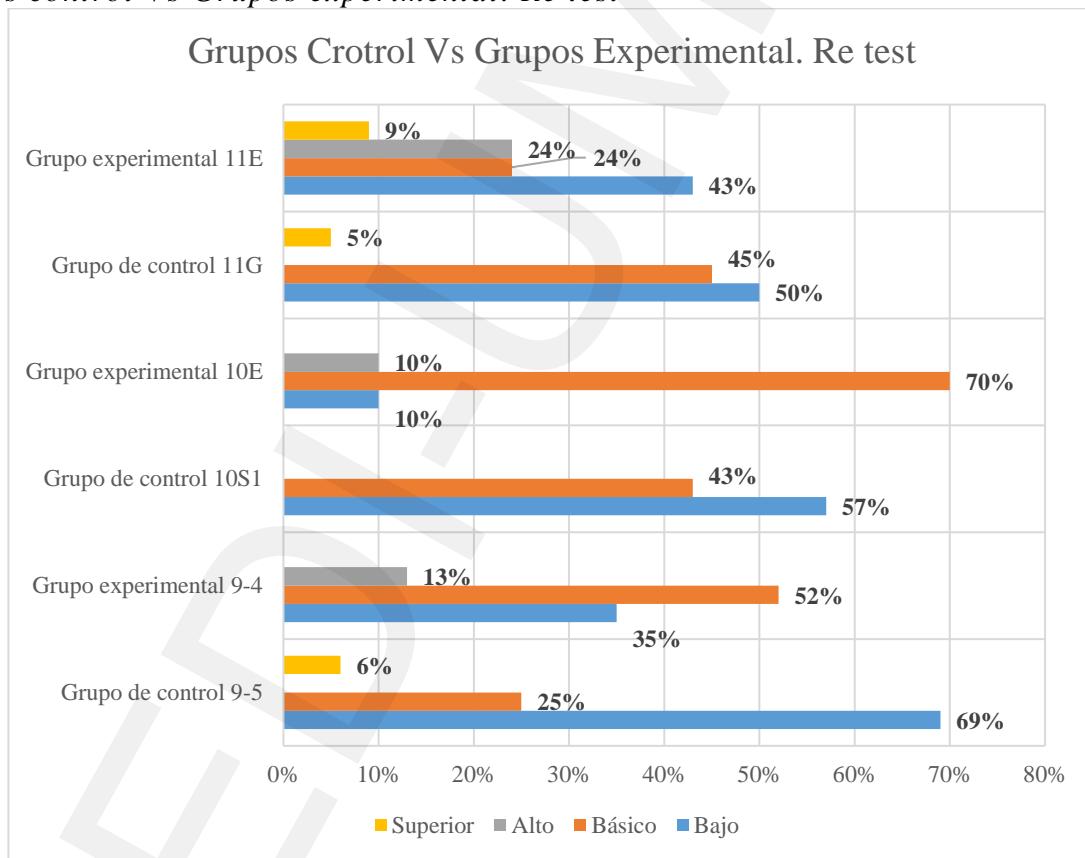
Nota. Se cataloga como Bajo, Básico, Alto y Superior, de acuerdo a la asignación institucional.

Para los grados onces, en el grupo de control, representado por el curso 11-DG, se observa que el 50% de los estudiantes se encuentra en el nivel "Bajo", el 45% en el nivel "Básico", no se registran estudiantes en el nivel "Alto" y el 5% en el nivel "Superior". Esto

indica que la mayoría de los estudiantes en este grupo presentan un rendimiento Bajo o Básico, mientras que una proporción muy pequeña alcanza niveles más Altos de desempeño.

Por otro lado, en el grupo experimental, representado por el curso 11-E, se observa un patrón diferente. El 43% de los estudiantes se encuentra en el nivel "Bajo", el 24% en el nivel "Básico", el 24% en el nivel "Alto" y el 9% en el nivel "Superior". Estos resultados muestran una distribución más equilibrada entre los diferentes niveles de desempeño, con una disminución en la proporción de estudiantes clasificados como "Bajo" en comparación con el grupo de control. Además, se observa un aumento en la proporción de estudiantes en los niveles "Alto" y "Superior", lo que indica una mejora en el rendimiento académico de este grupo tras la implementación de las intervenciones basadas en la robótica educativa en el grupo experimental.

Figura 36.
Grupos control Vs Grupos experimental. Re test



Estos datos respaldan la hipótesis de que las secuencias didácticas basadas en la robótica educativa, aplicadas en el grupo experimental, tienen un efecto positivo en los resultados de los estudiantes en comparación con el grupo de control. La distribución más favorable en los niveles

de desempeño sugiere que la intervención con la robótica educativa ha contribuido a elevar el nivel de logro de los estudiantes y a promover un aprendizaje más sólido y avanzado.

Ahora bien, desde las dimensiones del pensamiento matemático para cada uno de los grupos evaluados, de acuerdo al número de cantidad de respuestas correctas e incorrectas, se tiene lo siguiente, para los grados novenos:

Tabla 23

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental de acuerdo a la dimensión del pensamiento matemática, grado noveno. Re test.

Dimensión	Grupo Control 9-5		Grupo Experimento 9-4	
	Correctas	Incorrectas	Correctas	Incorrectas
Geométrico Métrico	20,3%	79,7%	77,2%	22,8%
Numérico Variacional	45,8%	54,2%	68,8%	31,2%
Aleatorio	50,0%	50,0%	72,9%	27,1%
Espacial métrico	42,2%	57,8%	57,6%	42,4%

En la dimensión Geométrico Métrico, se observa un cambio amplio en los resultados del grupo experimental, con un aumento en las respuestas correctas del 77.2%, en contraste con el 20.3% del grupo de control. Estos resultados indican que la intervención basada en la Robótica Educativa ha influido de manera positiva en el desarrollo de la comprensión geométrica métrica en los estudiantes de noveno grado.

En la dimensión Numérico Variacional, el grupo experimental también evidencia una mejora sustancial, con un 68.8% de respuestas correctas, mientras que el grupo de control obtiene un 45.8%. Este incremento en el grupo experimental sugiere que la implementación de la Robótica Educativa ha tenido un impacto favorable en el pensamiento numérico variacional de los estudiantes.

En el caso de la dimensión Aleatorio, nuevamente se destaca una mejoría notoria en el grupo experimental, con un 72.9% de respuestas correctas en comparación con el 50.0% del grupo de control. Estos resultados indican que la introducción de la Robótica Educativa ha contribuido al desarrollo del pensamiento aleatorio en los estudiantes de noveno grado.

En cuanto a la dimensión Espacial Métrico, el grupo experimental presenta una tasa de respuestas correctas del 57.6%, mientras que el grupo de control obtiene un 42.2%. Aunque el

aumento no es tan pronunciado como en otras dimensiones, estos resultados sugieren que la Robótica Educativa también ha tenido un impacto positivo en las habilidades espaciales métricas de los estudiantes.

Para el caso de los grupos décimos, se tiene lo siguiente:

Tabla24

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental de acuerdo a la dimensión del pensamiento matemática, grados décimos. Re test.

Dimensión	Grupo Control 10-S	Grupo Experimento 10-E		
Dimensión	Correctas	Incorrectas	Correctas	Incorrectas
Geométrico Métrico	54,3%	45,7%	72,5%	27,5%
Numérico Variacional	34,1%	65,9%	55,0%	45,0%
Aleatorio	63,0%	37,0%	76,7%	23,3%
Espacial métrico	33,7%	66,3%	55,0%	45,0%

En la dimensión Geométrico Métrico, se observa un cambio específico en los resultados del grupo experimental, con un aumento en las respuestas correctas del 77.2%, en contraste con el 20.3% del grupo de control. Estos resultados indican claramente que la intervención basada en la Robótica Educativa ha influido de manera positiva en el desarrollo de la comprensión geométrica métrica en los estudiantes de décimo grado.

En la dimensión Numérico Variacional, el grupo experimental también evidencia una mejora sustancial, con un 68.8% de respuestas correctas, mientras que el grupo de control obtiene un 45.8%. Esta diferencia en el grupo experimental sugiere que la implementación de la Robótica Educativa ha tenido un impacto favorable en el pensamiento numérico variacional de los estudiantes.

En el caso de la dimensión Aleatorio, nuevamente se destaca una mejoría notoria en el grupo experimental, con un 72.9% de respuestas correctas en comparación con el 50.0% del grupo de control. Estos resultados indican que la introducción de la Robótica Educativa ha contribuido al desarrollo del pensamiento aleatorio en los estudiantes de décimo grado.

En cuanto a la dimensión Espacial Métrico, el grupo experimental presenta una tasa de respuestas correctas del 57.6%, mientras que el grupo de control obtiene un 42.2%. Aunque el aumento no es tan pronunciado como en otras dimensiones, estos resultados sugieren que la

Robótica Educativa también ha tenido un impacto positivo en las habilidades espaciales métricas de los estudiantes.

Para el caso de los grados once, se comportó de la siguiente forma:

Tabla 25

Comparativo del grupo de control frente a grupo experimental de acuerdo a la dimensión del pensamiento matemática, grados once. Re test

Dimensión	Grupo Control 11-D		Grupo Experimento 11-E	
	Correctas	Incorrectas	Correctas	Incorrectas
Geométrico Métrico	42,0%	58,0%	81,5%	18,5%
Numérico Variacional	38,5%	61,5%	74,8%	25,2%
Aleatorio	43,9%	56,1%	74,5%	25,5%
Espacial métrico	40,9%	59,1%	77,1%	22,9%

En la dimensión Geométrico Métrico, se observa un cambio significativo en los resultados del grupo experimental, con un 81.5% de respuestas correctas, en contraste con el 42.0% del grupo de control. Esta diferencia sustancial indica que la intervención basada en la Robótica Educativa ha tenido un efecto positivo en la comprensión geométrica métrica de los estudiantes de undécimo grado.

En la dimensión Numérico Variacional, el grupo experimental también experimenta una mejora significativa, con un 74.8% de respuestas correctas, en comparación con el 38.5% del grupo de control. Estos resultados sugieren que la implementación de la Robótica Educativa ha tenido un impacto positivo en el pensamiento numérico variacional de los estudiantes de undécimo grado.

En cuanto a la dimensión Aleatorio, el grupo experimental muestra un aumento en las respuestas correctas, con un 74.5%, en comparación con el 43.9% del grupo de control. Estos resultados indican que la intervención con Robótica Educativa ha influido positivamente en el pensamiento aleatorio de los estudiantes de undécimo grado.

Por último, en la dimensión Espacial Métrico, se observa una mejora en los resultados del grupo experimental, con un 77.1% de respuestas correctas, en contraste con el 40.9% del grupo de control. Estos resultados sugieren que la introducción de la Robótica Educativa ha tenido un impacto favorable en el desarrollo de las habilidades espaciales métricas en los estudiantes de undécimo grado.

En virtud de los resultados obtenidos tras la implementación de la secuencia didáctica que incorporó la Robótica Educativa en los grupos experimentales de noveno, décimo y

undécimo grado, se delinean conclusiones que arrojan luces sobre el impacto de esta intervención en el desarrollo del pensamiento matemático.

Los datos revelan consistentemente un cambio positivo en las respuestas correctas en todas las dimensiones evaluadas en cada nivel. En noveno grado, la Robótica Educativa demostró ser una influencia notable en áreas como la comprensión geométrica métrica, el pensamiento numérico variacional, el pensamiento aleatorio y las habilidades espaciales métricas. En décimo grado, los resultados presentan mejoras en diversas dimensiones, aunque con algunas variaciones que sugieren que el efecto de la Robótica Educativa puede depender del área específica del pensamiento matemático.

El patrón positivo se sostiene en el nivel de undécimo grado, donde los estudiantes también experimentaron mejoras significativas en todas las dimensiones. La comprensión geométrica métrica, el pensamiento numérico variacional, el pensamiento aleatorio y las habilidades espaciales métricas exhibieron un crecimiento sustancial, respaldando la idea de que la Robótica Educativa tiene el potencial de enriquecer el desarrollo del pensamiento matemático en un rango diverso de dimensiones.

Estos resultados, en conjunto, fortalecen la noción de que la integración de la Robótica Educativa en la enseñanza de las matemáticas puede ser una estrategia efectiva para mejorar habilidades y comprensión matemáticas en estudiantes de diferentes niveles educativos. Sin embargo, se debe recordar que el éxito de esta implementación también puede depender de varios factores, como el diseño curricular, la calidad de la instrucción y el compromiso de los estudiantes.

4.3.6.4. Estimador de diferencias en diferencias y tamaño del efecto

Para medir la confianza estadística de los resultados obtenidos por las secuencias didácticas o la intervención de la robótica educativa en el pensamiento matemático se utilizó el estimador de diferencias en diferencias (DID, por sus siglas en inglés), la cual es una técnica estadística utilizada para estimar el efecto causal de un tratamiento o intervención mediante la comparación de cambios antes y después de la intervención en un grupo de tratamiento y un grupo de control (Vicéns, 2006).

En un diseño de diferencias en diferencias, se compara la diferencia en los resultados entre el grupo de tratamiento (experimental) y el grupo de control antes y después de la

intervención. La idea es que cualquier cambio en los resultados observados en el grupo de control se debe a factores no relacionados con la intervención, mientras que cualquier cambio adicional en el grupo de tratamiento se atribuye al efecto causal de la intervención. El estimador de diferencias en diferencias se basa en la suposición de paralelismo: los grupos de tratamiento y control seguirían trayectorias similares en ausencia de la intervención. Si esta suposición se cumple, el estimador de diferencias en diferencias proporciona una forma robusta de estimar el efecto causal (Muñoz y Sánchez, 2018).

El estimador de diferencias en diferencias se calcula restando la diferencia en los cambios observados en el grupo de control de la diferencia en los cambios observados en el grupo de tratamiento. Esta diferencia en diferencias representa el efecto causal estimado de la intervención.

Para estimar la diferencia que representa el efecto causal estimado de la intervención, se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Diferencia en diferencias (DID)} = DT - DC$$

Donde:

DT : Puntuación final del grupo de tratamiento - Puntuación inicial del grupo de tratamiento

DC : Puntuación final del grupo de control - Puntuación inicial del grupo de control

Además, para determinar la significancia del estimador de diferencias en diferencias, es necesario realizar un análisis estadístico. Para este caso, se utiliza el efecto d de Cohen, el cuál es una medida estandarizada utilizada para cuantificar la magnitud del efecto o la diferencia observada entre dos grupos o condiciones en un estudio o experimento. Proporciona una forma de comparar el tamaño del efecto entre diferentes variables o estudios, independientemente de la escala de medición utilizada. Se utiliza la siguiente formula:

$$d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}}}$$

Donde:

d: Valor d de Cohen (Diferencia de Medias Estandarizada),

M₁, M₂: Valores Medios del Primer y Segundo Conjunto de Datos,

SD₁, SD₂: Desviación Estándar del Primer y Segundo Conjunto de Datos,

El resultado del cálculo del efecto d de Cohen es un valor numérico que indica cuántas desviaciones estándar difieren las medias de los dos grupos. Cuanto mayor sea el valor de d, mayor será la magnitud del efecto observado. La interpretación del efecto d de Cohen se basa en una convención general propuesta por Cohen (1988). Según esta convención, los tamaños de efecto d se clasifican de la siguiente manera: Pequeño efecto: d = 0.2, Efecto moderado: d = 0.5, Gran efecto: d = 0.8.

Es importante tener en cuenta que la interpretación de este valor debe considerar el contexto y las características específicas del estudio. Además, la significancia estadística del estimador de DID también debe ser evaluada para determinar si el cambio observado es estadísticamente significativo. Si el valor obtenido resulta ser estadísticamente significativo, esto proporcionaría una mayor evidencia de un efecto causal de las secuencias de robótica educativa en la mejora de los puntajes en el Re test.

Para observar su significancia estadística, se aplicó el tamaño del Valor d de Cohen partiendo de las siguientes hipótesis

$$H_0: (0 \geq X \leq 0.2) = \text{la intervención tiene escaso o nulo efecto}$$

$$H_1: (X > 0.2) = \text{la intervención tiene moderado o gran efecto}$$

Para ello, se usa el programa de licencia libre, JASP 0.18.1.0 donde se establecen los diferentes resultados obtenidos de la aplicación de los Test y Re Test en cada uno de los grados, clasificándolos por tipo de grado como grupos control y experimento, además de los resultados por cada una de las dimensiones del pensamiento matemático estudiadas y el resultado global obtenido de las pruebas, cómo se indica en la siguiente figura:

Figura 37.

Interfaz programa JASP 0.18.1.0, organización de los datos

T	Grado	Grupo	TGeom.trico-m.trico	TNum.rico-veracional	TAleatorio	TEspacial-m.trico	Test	RTGeom.trico-m.trico	RTNum.rico-varacional	RTAleatorio	RTEspacial-m.trico	RTest
35	10-S1	Control	3	2	4	1	10	2	1	4	2	9
36	11-DG	Control	0	1	1	1	3	1	1	2	0	4
37	11-DG	Control	1	3	2	1	7	4	4	3	0	11
38	11-DG	Control	0	2	0	0	2	2	2	3	1	8
39	11-DG	Control	4	4	5	1	14	2	3	2	3	10
40	11-DG	Control	3	3	3	1	10	2	3	4	2	11
41	11-DG	Control	1	4	0	1	6	2	3	3	2	10
42	11-DG	Control	1	3	2	1	7	2	3	2	3	10
43	11-DG	Control	3	1	6	1	11	2	2	3	2	9
44	11-DG	Control	0	2	3	2	7	1	4	2	3	10
45	11-DG	Control	0	3	3	2	8	0	1	3	1	5
46	11-DG	Control	1	3	4	1	9	1	3	3	1	8
47	11-DG	Control	2	2	3	0	7	1	3	3	1	8
48	11-DG	Control	1	1	4	3	9	2	3	2	1	8
49	11-DG	Control	0	0	1	0	1	2	3	2	2	9
50	11-DG	Control	0	3	5	3	11	1	3	3	0	7
51	11-DG	Control	0	5	4	1	10	1	2	3	4	10
52	11-DG	Control	0	2	3	2	7	1	2	4	2	9
53	11-DG	Control	1	1	4	2	8	1	3	3	3	10
54	11-DG	Control	3	6	6	3	18	2	3	2	1	8
55	11-DG							3	2	3	2	10
56	9-4	Experimento	3	4	3	1	11	0	2	3	3	8
57	9-4	Experimento	3	3	3	2	11	1	2	2	3	8
58	9-4	Experimento	3	2	5	2	12	4	3	4	1	12
59	9-4	Experimento	3	2	3	2	10	1	3	1	2	7
60	9-4	Experimento	2	1	1	0	4	2	4	2	2	10
61	9-4	Experimento	0	1	3	0	4	4	4	5	2	15
62	9-4	Experimento	3	2	2	1	8	3	3	4	3	13
63	9-4	Experimento	3	2	4	3	12	3	5	2	3	13
64	9-4	Experimento	3	3	4	1	11	3	3	4	1	11
65	9-4	Experimento	3	1	1	1	6	3	5	3	2	13

El software utilizado, permite realizar pruebas t de muestras independientes, además de obtener los estadísticos descriptivos necesarios para el análisis de diferencias.

4.3.6.4.1. Análisis general por grupos control y experimento.

Se obtuvo el promedio de las respuestas correctas por categoría de grupos (control y experimento) y su respectiva desviación estándar:

Tabla 26

Promedio de respuestas correctas por grupos control y experimento

	Test		Re Test	
	Control	Experimento	Control	Experimento
Promedio Respuestas Correctas	8.167	8.388	8.667	11.388
Desviación estándar (σ)	3.190	2.581	2.154	2.820

De ahí, se obtiene la primera diferencia, Diferencia en las puntuaciones del grupo de tratamiento (DT) $11.388 - 8.388 = 2.95$, y la segunda diferencia, Diferencia en las puntuaciones del grupo de control (DC) $8.667 - 8.167 = 0.5$ para luego obtener la Diferencia en diferencias DID = $2.95 - 0.5 = 2.45$.

Para interpretar el valor de 2.45 obtenido en el estimador de diferencias en diferencias (DID), es importante considerar que este valor representa el cambio adicional en el promedio de respuestas correctas en el test después de la aplicación de las secuencias de robótica educativa, comparado con el cambio observado en el grupo de control.

En este caso, el valor indica que, en promedio, el grupo de tratamiento experimentó un cambio adicional de 2.45 respuestas correctas en el test después de recibir las secuencias de robótica educativa, en comparación con el grupo de control. Esto sugiere que la intervención tuvo un impacto positivo en el desarrollo de habilidades y conocimientos evaluados en el test.

Posteriormente, se buscó la significancia estadística, se realiza el proceso para las variables Test y Re Test, agrupadas por tipo de grupo control o experimento cómo se indica en la siguiente tabla:

Tabla 27.

Tamaño del Valor de d de Cohen por grupos control y experimento

	t	P	Cohen's d	SE Cohen's d
Test	-0.384	0.351	-0.076	0.197
Re Test	-5.533	< .001 ^a	-1.092	0.224

El cálculo del valor de d de Cohen se utiliza para evaluar el tamaño del efecto observado en un estudio y ayuda a determinar la magnitud de la diferencia entre los grupos, que, en este caso en el test, ósea, antes de la aplicación de la estrategia, no existe gran diferencia entre los grupos, se puede decir que son similares, pero en el re test, es de 1.092 y supera ampliamente el umbral considerado como indicativo de un efecto grande.

En este contexto, un valor de d de Cohen de 1.092 indica que el impacto de las secuencias didácticas con Robótica Educativa en la mejora del pensamiento matemático es altamente significativo y de gran magnitud. El valor de d de Cohen se interpreta como la diferencia entre las medias de las dos poblaciones divididas por una medida de variabilidad común. Un valor alto de d, como el observado aquí, sugiere que la intervención tuvo un impacto notable y positivo en las puntuaciones de los estudiantes en el grupo experimental en comparación con el grupo de control.

4.3.6.4.2. Análisis por grado y grupos control y experimento

Para este proceso, se realiza el mismo procedimiento llevado a cabo en la sección anterior, pero se realiza una clasificación por grado. A continuación, se registran las respuestas correctas promedio por grupo, tanto experimental como de control, de los test y Re test, obteniendo:

Tabla 28.

Promedio y desviación estándar de respuestas correctas por grado, Test y Re test

		Promedio de Respuestas Correctas por Grado (Test)	Desviación estándar (σ)
		Promedio de Respuestas Correctas por Grado (Re Test)	Desviación estándar (σ)
Control	9-5	7.214	2.190
	10-S1	8.810	2.943
	11-DG	8.158	3.962
Experimento	9-4	8.143	2.886
	10-E	8.111	2.713
	11-E	8.789	2.226

Al realizar el cálculo de diferencias para grado noveno, en las puntuaciones del grupo de tratamiento (DT) $11.286 - 8.143 = 3.143$, y la segunda diferencia, Diferencia en las puntuaciones del grupo de control (DC) $8.143 - 7.214 = 0.929$ para luego obtener la Diferencia en diferencias $DID=3.143 - 0.929 = 2.214$.

Por lo tanto, en promedio, el grupo de tratamiento experimentó un cambio adicional de 2.214 respuestas correctas en el Re test después de recibir las secuencias de robótica educativa, en comparación con el grupo de control para los grados novenos. Esto sugiere que la intervención para este grado experimento, tuvo un impacto positivo en el desarrollo de las dimensiones evaluadas.

Por su parte, el cálculo de diferencias para el décimo grado, estableció que en el grupo de tratamiento (DT) $10.889 - 8.111 = 2.778$, mientras que en el grupo de control (DC) $9 - 8.81 =$

0.19. Al combinar estas diferencias, se obtuvo una Diferencia en Diferencias $DID=2.778 - 0.19 = 2.588$.

Por lo que, el grupo de tratamiento experimentó, en promedio, un aumento de 2.588 respuestas correctas en el Re test después de haber recibido la capacitación en secuencias de robótica educativa, en comparación con el grupo de control en el grado décimo. Esto sugiere que la intervención tuvo un impacto positivo en el desarrollo de las dimensiones del pensamiento matemático evaluadas en este nivel educativo.

En cuanto al análisis de las diferencias en el grado once, se determinó que en el grupo de tratamiento (DT), la diferencia fue de 2.948, calculada como $11.737 - 8.789$, mientras que en el grupo de control (DC), la diferencia fue de 0.592, obtenida al restar $8.75 - 8.158$. Al combinar estas diferencias, se obtuvo una Diferencia en Diferencias (DID) de 2.356.

En consecuencia, el grupo de tratamiento experimentó un aumento promedio de 2.356 respuestas correctas en el Re test después de haber recibido la capacitación en secuencias de robótica educativa, en comparación con el grupo de control en el grado once. Esto sugiere que la intervención tuvo un impacto positivo en el desarrollo de las dimensiones del pensamiento matemático evaluadas en este nivel educativo.

Además, es importante destacar que, al igual que en el análisis general, se observa un aumento positivo en cada uno de los grados al aplicar la estrategia, ordenando los avances logrados de mayor a menor. El grado décimo registró un incremento de 2.588, seguido por el grado once con 2.356 y, finalmente, el grado noveno con 2.214.

A continuación, se procedió a la búsqueda de significancia estadística al procesar las variables Test y Re Test, organizadas en función del tipo de grupo, ya sea de control o experimental, y clasificadas en grados novenos, décimos y once, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 29.

Tamaño del Valor de d de Cohen por grupos control y experimento clasificado por grados

Grado	Grupo	T	P	Cohen's d	SE Cohen's d
9	Test	-1.022	0.314	-0.353	0.351
	Re Test	-3.796	< .001	-1.310	0.425
Grado	Grupo	T	P	Cohen's d	SE Cohen's d
10	Test	0.609	0.548	0.243	0.400

Grado	Re Test	T	P	Cohen's d	SE Cohen's d
11	Test	-0.606	0.548	-0.197	0.326
	Re Test	-3.177	0.003 ^a	-1.031	0.365

Se puede observar en todos los grados, que antes de la aplicación de la estrategia, no existe gran diferencia entre los grupos, se puede decir que son similares, pero en el Re test para todos los grados, se presenta el tamaño del efecto considerado como gran efecto, presentándose el mayor de la estrategia en el grado noveno.

La información presentada revela valores notables de d de Cohen: 1.310 para el noveno grado, 0.949 para el décimo grado y 1.031 para el onceavo grado, todos identificados como gran efecto. Estos valores denotan que las secuencias didácticas con Robótica Educativa han tenido un impacto significativo y sustancial en la mejora del pensamiento matemático. La presencia de un d alto, como el observado, indica claramente que la intervención ha tenido un efecto positivo y destacado en las calificaciones de los estudiantes del grupo experimental en comparación con el grupo de control; este resultado es similar al encontrado al realizar el análisis general.

4.3.6.4.3. Análisis por dimensiones del pensamiento matemático

En esta sección se procede a realizar el análisis de los resultados por las dimensiones del pensamiento matemático: geométrico – métrico, numérico-variacional, aleatorio y espacial-métrico, teniendo en cuenta las pruebas Test y Re Test, para poder realizar el cálculo de Diferencias en Dimensiones y establecer los valores de avance en cada una de las dimensiones, para posteriormente medir el efecto con la d de Cohen, y así observar si se mantienen los hallazgos encontrados anteriormente.

Tabla 30.

Promedio y desviación estándar de respuestas correctas por dimensión, Test y Re test

Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
Test	Geométrico - métrico	Control	1.685	1.286
		Experimento	1.918	1.077
Re Test	Geométrico - métrico	Control	1.556	0.965
		Experimento	2.388	1.037

Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
Test	Numérico-variacional	Control	2.426	1.409
		Experimento	2.224	1.104
Re Test	Numérico-variacional	Control	2.333	1.116
		Experimento	3.327	1.297
Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
Test	Aleatorio	Control	2.926	1.330
		Experimento	2.857	1.242
Re Test	Aleatorio	Control	3.222	1.093
		Experimento	3.714	1.443
Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
Test	Espacial-Métrico	Control	1.130	0.848
		Experimento	1.388	0.975
Re Test	Espacial-Métrico	Control	1.556	1.022
		Experimento	1.959	0.912

Teniendo en cuenta los resultados de promedio de cada una de las dimensiones del pensamiento matemático, se realizan los cálculos de diferencias en primera instancia del grupo experimento y posteriormente del grupo control restando los resultados del Re Test a los del Test, la síntesis de estos cálculos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 31.

Resultado cálculo de Diferencias en Diferencias clasificado por dimensiones del pensamiento matemático

Dimensión	Diferencias en grupo experimento (DT)	Diferencias en grupo control (DC)	Diferencias en Diferencias (DID)
Geométrico - métrico	$2.388 - 1.918 = 0.470$	$1.556 - 1.685 = -0.129$	$0.470 - (-0.129) = 0.599$
Numérico-variacional	$3.327 - 2.224 = 1.103$	$2.333 - 2.426 = -0.093$	$1.103 - (-0.093) = 1.196$
Aleatorio	$3.714 - 2.857 = 0.857$	$3.222 - 2.926 = 0.296$	$0.857 - (0.296) = 0.561$
Espacial-Métrico	$1.959 - 1.388 = 0.571$	$1.556 - 1.130 = 0.426$	$0.571 - (0.426) = 0.145$

Entre los aspectos que llaman la atención de los resultados, en primera instancia para la dimensión del pensamiento geométrico – métrico y numérico-variacional, el grupo control generaron resultados negativos, ya que en el Re Test, obtuvieron un promedio menor de respuestas correctas que en el Test, esto puede deberse a que no era exactamente el mismo

cuestionario, se hicieron cambios en el orden de las preguntas, respuestas y variación de datos, además se realizó tiempo después de la primera aplicación. Por su parte, el grupo experimento si mantiene un incremento de los resultados correctos en todas las dimensiones.

En el resultado de Diferencias en Diferencias, se observa que el resultado a pesar de ser positivo, es menor que los obtenidos en los análisis anteriores de manera general y por grados, se establece que las diferencias se generaron en orden de mayor a menor de la siguiente manera: Numérico-variacional con 1.196, Geométrico – métrico con 0.599, Aleatorio con 0.561 y Espacial-Métrico con 0.145. Esto sugiere que la intervención tuvo un impacto positivo en el desarrollo todas las dimensiones del pensamiento matemático evaluadas.

Es importante reconocer que la cantidad de preguntas disminuye, por lo tanto, los valores son más bajos, de aquí la importancia de realizar el análisis estadístico que permita identificar el tamaño del efecto obtenido con la d de Cohen, como se indica a continuación:

Tabla 32.

Tamaño del Valor de d de Cohen por grupos control y experimento clasificado por dimensiones del pensamiento matemático

Prueba	Dimensión	t	p	Cohen's d	SE Cohen's d
Test	Geométrico - métrico	-0.992	0.323	-0.196	0.198
Re Test	Geométrico - métrico	-4.219	< .001	-0.832	0.213
Prueba	Dimensión	t	p	Cohen's d	SE Cohen's d
Test	Numérico-variacional	0.802	0.425	0.158	0.198
Re Test	Numérico-variacional	-4.176	< .001	-0.824	0.213
Prueba	Dimensión	t	p	Cohen's d	SE Cohen's d
Test	Aleatorio	0.271	0.787	0.053	0.197
Re Test	Aleatorio	-1.961	0.053	-0.387	0.201
Prueba	Dimensión	t	p	Cohen's d	SE Cohen's d
Test	Espacial-Métrico	-1.437	0.154	-0.284	0.199
Re Test	Espacial-Métrico	-2.107	0.038	-0.416	0.201

Se puede observar que, en todas las dimensiones del pensamiento matemático, evaluadas antes de la aplicación de la estrategia, no existe una gran diferencia entre los grupos. Como en los análisis previos, se puede afirmar que, al inicio del proceso, los grupos son similares en las diferentes dimensiones. Sin embargo, en el Re test para todos los grados, se observa un tamaño de efecto mayor a 0.2, lo cual se considera como un efecto moderado o significativo, según el valor obtenido. El efecto más pronunciado se presenta en la dimensión Geométrico-métrica.

La información presentada revela valores de d de Cohen de 0.832 para la dimensión Geométrico – métrico, 0.824 para la dimensión Numérico-variacional, que al ser mayores a 0.8 se las puede considerar como gran efecto. Por su parte la dimensión aleatoria con un valor de 0.387 y Espacial-Métrico con 0.416 se las identifica como efecto moderado, sin embargo, cumplen la condición establecida de ser mayores a 0.2.

Por lo tanto, se puede afirmar que las secuencias didácticas con Robótica Educativa han tenido un impacto considerable y significativo en las dimensiones Geométrico-métrico y Numérico-variacional. En contraste, para las dimensiones aleatoria y Espacial-métrico, el impacto ha sido de moderada magnitud, aunque todos estos hallazgos indican una mejora en el pensamiento matemático. Con los resultados obtenidos, se puede afirmar que la intervención generó una mejoría en las calificaciones de los estudiantes del grupo experimental en comparación con el grupo de control; este resultado es similar los encontrados anteriormente.

4.3.6.4.4. Análisis por dimensiones del pensamiento matemático en cada grado

A continuación, se busca establecer cuál es el resultado obtenido en cada grado: noveno, décimo y once, pero en cada una de las dimensiones del pensamiento matemático evaluadas, por lo tanto, los valores de los promedios disminuirán. Sin embargo, es importante observar la variación de las diferencias para posteriormente observar los resultados generales ya obtenidos por dimensiones y grados, de esta manera se puede identificar en cada grado los efectos de la estrategia didáctica basada en robótica educativa que fue aplicada y con esto se puede revisar las secuencias para mejorarlas en futuras implementaciones del proceso.

En la siguiente tabla, se presenta el promedio y la desviación estándar pero clasificada por grado y por dimensión del pensamiento matemático, que es el insumo para realizar el cálculo de diferencias de los grupos control y experimento:

Tabla 33.

Promedio y desviación estándar de respuestas correctas por dimensión, Test y Re test, clasificado por grado

Grado	Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
9	Test	Geométrico - métrico	Control	1.071	0.616
			Experimento	1.905	1.091
	Re Test	Geométrico - métrico	Control	0.714	0.726
			Experimento	2.571	1.076

		Test	Geométrico - métrico	Control	2.619	1.071
10		Re Test	Geométrico - métrico	Experimento	2.222	0.833
				Control	2.095	0.831
				Experimento	2.667	1.118
		Test	Geométrico - métrico	Control	1.105	1.286
11		Re Test	Geométrico - métrico	Experimento	1.789	1.182
				Control	1.579	0.838
				Experimento	2.053	0.911

Grado	Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
9	Test	Numérico-variacional	Control	2	1.359
			Experimento	1.905	0.889
	Re Test	Numérico-variacional	Control	2.643	1.216
			Experimento	3.714	1.007
10	Test	Numérico-variacional	Control	2.571	1.363
			Experimento	2.222	1.202
	Re Test	Numérico-variacional	Control	1.81	1.123
			Experimento	2.667	1.225
11	Test	Numérico-variacional	Control	2.579	1.502
			Experimento	2.579	1.216
	Re Test	Numérico-variacional	Control	2.684	0.82
			Experimento	3.211	1.512

	Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
9	Test	Aleatorio	Control	2.786	0.975
			Experimento	2.667	1.278
	Re Test	Aleatorio	Control	3.143	1.351
			Experimento	3.143	1.389
10	Test	Aleatorio	Control	2.857	1.062
			Experimento	3	1.225
	Re Test	Aleatorio	Control	3.714	1.056
			Experimento	4.111	0.601
11	Test	Aleatorio	Control	3.105	1.792
			Experimento	3	1.247
	Re Test	Aleatorio	Control	2.737	0.653
			Experimento	4.158	1.608

Grado	Prueba	Dimensión	Grupo	Promedio	Desviación estándar (σ)
9	Test	Espacial-Métrico	Control	1.357	0.745
			Experimento	1.667	1.017
	Re Test	Espacial-Métrico	Control	1.643	1.082

			Experimento	1.857	0.793
10	Test	Espacial-Métrico	Control	0.762	0.7
			Experimento	0.667	0.707
11	Re Test	Espacial-Métrico	Control	1.381	0.865
			Experimento	1.444	0.882
	Test	Espacial-Métrico	Control	1.368	0.955
			Experimento	1.421	0.902
	Re Test	Espacial-Métrico	Control	1.684	1.157
			Experimento	2.316	0.946

Teniendo en cuenta los promedios de cada dimensión del pensamiento matemático en cada grado, se calcularon las diferencias en primer lugar para el grupo experimental y posteriormente para el grupo de control, restando los resultados del Re Test a los del Test, finalmente se hace la diferencia de las diferencias encontradas. La síntesis de estos cálculos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 34.

Resultado cálculo de Diferencias en Diferencias clasificado por dimensiones del pensamiento matemático por grado

Grado	Dimensión	Diferencias en grupo experimento (DT)	Diferencias en grupo control (DC)	Diferencias en Diferencias (DID)
9	Geométrico - métrico	$2.571 - 1.905 = 0.666$	$0.714 - 1.071 = -0.357$	$0.666 - (-0.357) = 1.023$
10	Geométrico - métrico	$2.667 - 2.222 = 0.445$	$2.095 - 2.619 = -0.524$	$0.445 - (-0.524) = 0.969$
11	Geométrico - métrico	$2.053 - 1.789 = 0.264$	$1.579 - 1.105 = 0.474$	$0.264 - (0.474) = -0.21$
9	Numérico-variacional	$3.714 - 1.905 = 1.809$	$2.643 - 2 = 0.643$	$1.809 - (0.643) = 1.166$
10	Numérico-variacional	$2.667 - 2.222 = 0.445$	$1.81 - 2.571 = -0.761$	$0.445 - (-0.761) = 1.206$
11	Numérico-variacional	$3.211 - 2.579 = 0.632$	$2.684 - 2.579 = 0.105$	$0.632 - (0.105) = 0.527$
9	Aleatorio	$3.143 - 2.667 = 0.476$	$3.143 - 2.786 = 0.357$	$0.476 - (0.357) = 0.119$
10	Aleatorio	$4.111 - 3 = 1.111$	$3.714 - 2.857 = 0.857$	$1.111 - (0.857) = 0.254$
11	Aleatorio	$4.158 - 3 = 1.158$	$2.737 - 3.105 = -0.368$	$1.158 - (-0.368) = 1.526$
9	Espacial-Métrico	$1.857 - 1.667 = 0.19$	$1.643 - 1.357 = 0.286$	$0.19 - (0.286) = -0.096$
10	Espacial-Métrico	$1.444 - 0.667 = 0.777$	$1.381 - 0.762 = 0.619$	$0.777 - (0.619) = 0.158$
11	Espacial-Métrico	$2.316 - 1.421 = 0.895$	$1.684 - 1.368 = 0.316$	$0.895 - (0.316) = 0.579$

En el grupo de control, se observa que en algunas dimensiones se obtuvieron resultados negativos, lo que está relacionado con un mayor número de respuestas correctas en el Test en comparación con el Re test. Esto se evidencia en el noveno grado en la dimensión Geométrico-métrico, en el décimo grado en las dimensiones Geométrico-métrico y Numérico-variacional, y en el undécimo grado en la dimensión aleatorio. A pesar de que se mantuvo la misma estructura en el cuestionario, se realizaron variaciones en el orden de las respuestas y los datos de las preguntas. Sin embargo, dado que los estudiantes no recibieron intervención alguna, no se aclararon las posibles dudas o inquietudes que podrían haber influido en la forma en que analizaron el problema.

Otro aspecto importante que se puede observar es que el grupo experimento, la diferencia encontrada, siempre fue positiva en todos los aspectos, lo que implica que en el Re Test, siempre se obtuvo mayor resultado que en Test para todos los grados y todas las dimensiones, así mismo, se observa que la mayor variación se encuentra en grado noveno en la dimensión Numérico-variacional con un valor de 1.809 y el menor valor, también se encuentra en el mismo grado en la dimensión Espacial-métrico, con 0.190 de diferencia.

En cuanto a la prueba de diferencias en diferencias, se obtienen resultados interesantes de manera general y por grados en cuanto a los mayores valores encontrados, que se los va a indicar en tablas auxiliares para mejor comprensión de la información así:

Tabla 35.

Resultado de Diferencias en Diferencias ordenado de mayor a menor

Grado	Dimensión	Diferencias en Diferencias (DID)
11	Aleatorio	1.526
10	Numérico-variacional	1.206
9	Numérico-variacional	1.166
9	Geométrico - métrico	1.023
10	Geométrico - métrico	0.969
11	Espacial-Métrico	0.579
11	Numérico-variacional	0.527
10	Aleatorio	0.254
10	Espacial-Métrico	0.158
9	Aleatorio	0.119
9	Espacial-Métrico	-0.096
11	Geométrico - métrico	-0.210

Se puede observar que la mayor diferencia entre las diferencias de los grupos control y experimento, se encuentra en la dimensión Aleatorio del grado undécimo, con un valor de 1.526, pero sucede algo que no se había presentado, en la dimensión Geométrico – métrico para grado undécimo, y en la dimensión espacial – métrico para grado noveno, se observa un valor negativo. Esto no significa que la secuencia didáctica no tuvo un efecto positivo en el grupo experimento, ya que anteriormente ya se estableció que, si se presentó, pero no fue muy significativa, lo que sucede es que el grupo control en su desarrollo convencional, se puede inferir que lograron desarrollar este componente en una mayor medida que con la intervención realizada. Esto permite identificar y revisar las secuencias didácticas desarrolladas para estos grados y dimensiones, para en futuras implementaciones adelantar procesos de mejora.

También ordenando la información de mayor a menor, pero en cada uno de los grados, se puede observar resultados interesantes de la aplicación cómo se indican en la siguiente tabla:

Tabla 36.

Resultado de Diferencias en Diferencias ordenado de mayor a menor en cada grado.

Grado	Dimensión	Diferencias en Diferencias (DID)
9	Numérico-variacional	1.166
9	Geométrico - métrico	1.023
9	Aleatorio	0.119
9	Espacial-Métrico	-0.096
10	Numérico-variacional	1.206
10	Geométrico - métrico	0.969
10	Aleatorio	0.254
10	Espacial-Métrico	0.158
11	Aleatorio	1.526
11	Espacial-Métrico	0.579
11	Numérico-variacional	0.527
11	Geométrico - métrico	-0.210

Con esta información, se observa que en grado noveno y décimo existe el mismo patrón en el orden de las dimensiones, pero en grado once, se presenta variación en el orden de la

diferencia iniciando en aleatorio, seguido por espacial métrico, aspectos que se ubicaron en los últimos lugares en los grados noveno y décimo.

Para darle mayor significancia al estudio, al igual que en los anteriores análisis, se procedió a identificar la d de Cohen para establecer el tamaño del efecto de la aplicación de la estrategia, en cada una de las dimensiones y en los diferentes grados como se indica a continuación:

Tabla 37.

Tamaño del Valor de d de Cohen por grupos control y experimento clasificado por dimensiones del pensamiento matemático y grado

Grado	Prueba	Dimensión	T	p	Cohen's d	SE Cohen's d
9	Test	Geométrico - métrico	-2.588	0.014	-0.893	0.384
	Re Test	Geométrico - métrico	-5.645	< .001	-1.948	0.505
	Test	Numérico-variacional	0.251	0.803	0.087	0.345
	Re Test	Numérico-variacional	-2.838	0.008	-0.979	0.392
	Test	Aleatorio	0.295	0.77	0.102	0.346
	Re Test	Aleatorio	0	1	0	0.345
	Test	Espacial-Métrico	-0.976	0.336	-0.337	0.351
	Re Test	Espacial-Métrico	-0.677	0.503	-0.234	0.348
Grado	Prueba	Dimensión	t	p	Cohen's d	SE Cohen's d
10	Test	Geométrico - métrico	0.987	0.332	0.393	0.403
	Re Test	Geométrico - métrico	-1.555	0.131	-0.62	0.41
	Test	Numérico-variacional	0.665	0.512	0.265	0.4
	Re Test	Numérico-variacional	-1.866	0.073	-0.743	0.415
	Test	Aleatorio	-0.323	0.749	-0.129	0.399
	Re Test	Aleatorio	-1.05	0.303	-0.419	0.404
	Test	Espacial-Métrico	0.34	0.736	0.136	0.399
	Re Test	Espacial-Métrico	-0.183	0.856	-0.073	0.399
Grado	Prueba	Dimensión	t	p	Cohen's d	SE Cohen's d
11	Test	Geométrico - métrico	-1.707	0.096	-0.554	0.337
	Re Test	Geométrico - métrico	-1.668	0.104	-0.541	0.336
	Test	Numérico-variacional	0	1	0	0.324
	Re Test	Numérico-variacional	-1.334	0.191	-0.433	0.332
	Test	Aleatorio	0.21	0.835	0.068	0.325
	Re Test	Aleatorio	-3.569	0.001	-1.158	0.375
	Test	Espacial-Métrico	-0.175	0.862	-0.057	0.325
	Re Test	Espacial-Métrico	-1.842	0.074	-0.598	0.339

Al desglosar la información por dimensiones del pensamiento matemático en cada grado, se destaca que, en grado noveno, las dimensiones Geométrico – métrico y Numérico-variacional, tienen un gran efecto en su implementación, Espacial-métrico tiene un efecto moderado y en aleatorio se considera nulo el efecto obtenido.

Por su parte, en grado décimo, no se evidencian efectos grandes o destacados ya que ninguno está por encima de 0,8, las dimensiones Geométrico – métrico, Numérico-variacional y aleatorio tuvieron un efecto moderado y Espacial-métrico no tuvo efecto o es considerado nulo.

En cuando a grado once, la dimensión aleatoria, se encuentra en un efecto grande, siendo la única que en este análisis logra obtener esta valoración, las demás dimensiones: Geométrico – métrico, Numérico-variacional y Espacial-métrico, se las considera en un efecto moderado.

Además, es importante señalar que el cálculo del efecto de diferencia en diferencia se realizó utilizando un intervalo de confianza del 95%. Sin embargo, cuando se desglosaron los resultados y se calcularon los efectos por grados de forma individual, se observó que en algunos casos la significancia estadística disminuyó.

Este hallazgo respalda la sugerencia de que la implementación de la metodología de Robótica Educativa de manera multigrado podría ser más efectiva en términos de mejorar el pensamiento matemático en comparación con un enfoque por grados individuales. Al analizar los resultados de manera agregada para varios grados, es posible que se obtenga una muestra más robusta y una mejor representación del impacto real de la intervención.

La pérdida de significancia estadística cuando se desglosaron los resultados por grados individualmente podría deberse a diversos factores, como el tamaño de la muestra en cada grado y las variaciones inherentes entre los grupos de estudiantes en cada nivel. La metodología multigrado puede permitir una mayor interacción entre estudiantes de diferentes niveles, lo que potencialmente puede llevar a un ambiente de aprendizaje más enriquecedor y colaborativo, contribuyendo así al impacto positivo en el desarrollo del pensamiento matemático.

4.3.6.5. Apreciaciones estudiantiles sobre el experimento.

En el marco metodológico centrado en mejorar las dimensiones del pensamiento matemático en estudiantes de grados novenos, décimos y once, para finalizar, se llevó a cabo una entrevista estructurada de relatos cruzados con el objetivo de conocer las experiencias,

conocimientos adquiridos y opiniones de los participantes sobre la aplicación de secuencias de robótica educativa. Se buscaba evaluar el impacto de estas intervenciones en el desarrollo de habilidades matemáticas y su percepción general por parte de los estudiantes. A lo largo de la entrevista, se obtuvieron diversas respuestas que abarcaron un amplio espectro de opiniones y experiencias. Sin embargo, en general, las respuestas expresaron una actitud positiva hacia las secuencias de robótica educativa y resaltaron los beneficios percibidos en términos del pensamiento matemático.

A continuación, se presentarán los principales relatos extraídos de las respuestas recopiladas basados en la teoría fundamentada, es decir, en primer lugar, se realiza una recolección de datos a través de entrevistas, observación participante o análisis de documentos relevantes. Luego, se lleva a cabo una codificación abierta, donde se identifican y etiquetan conceptos o temas importantes que surgen de los datos. A continuación, se realiza una codificación axial, que implica la organización y conexión de los conceptos identificados en categorías y subcategorías, y se establecen relaciones entre ellas. Este proceso ayuda a desarrollar una estructura teórica más completa y coherente. Finalmente, se lleva a cabo una codificación selectiva, donde se seleccionan las categorías y conceptos más significativos para desarrollar una teoría sólida y fundamentada en los datos. Esta teoría emergente se va refinando y desarrollando a medida que se recopilan y analizan más datos (Glaser, 1998).

Las preguntas que se realizaron en la entrevista a los estudiantes fueron

Escriba con sus palabras, qué puede significar el concepto “robótica”

Para usted, ¿qué es un Robot y cuál es su función?

¿Qué tipos de robots conoce?”

Escriba su apreciación sobre las secuencias didácticas trabajadas

Considera que las secuencias desarrolladas, le permitieron tener una mayor aproximación hacia los conceptos relacionados con la robótica

Considera que las secuencias desarrolladas, le permitieron mejorar procesos relacionados con el pensamiento matemático.

Si tiene alguna sugerencia relacionada con las actividades desarrolladas, indíquelas a continuación.

De esta información ya digitalizada, se procedió a realizar la codificación abierta, posteriormente la codificación axial y finalmente la codificación selectiva donde se pudieron

obtener las categorías con sus definiciones, asociadas a sus relatos más representativos, que se presentan a continuación:

Tabla 38
Entrevista estructurada de relatos cruzados.

Categoría	Definición	Relatos Representativos
Robótica	<p>La categoría "Robótica" se refiere a cómo los participantes perciben y comprenden el campo de la robótica. La robótica se define como una ciencia que engloba diversos campos tecnológicos, como la mecánica, la electrónica, la computación y la inteligencia artificial. Su objetivo principal es el diseño y la construcción de máquinas robotizadas capaces de realizar tareas de forma automatizada. Además, se percibe la robótica como una base para la creación de dispositivos y máquinas que pueden ayudar a los seres humanos en diversas áreas, desde la industria hasta la vida cotidiana.</p>	<p>"La función de crear aparatos electrónicos que puedan ayudar a la humanidad" 9-4. M 7.</p> <p>"Que la robótica es importante para nuestras vidas y para el futuro porque cada día la robótica nos ayuda a describir muchas cosas" 9-4. M 20.</p> <p>"Para mí robótica es toda clase de aparatos que se crean con una función de ayuda o algo nuevo e innovador, que además favorece a la salud, a la educación y a la automatización de trabajos peligrosos" 10-E. F 1.</p> <p>"Robótica es el estudio y el uso que se le puede dar a los robots en nuestro día a día para facilitarnos la vida un poco" 11-E M 14.</p> <p>"Para mí el concepto de la robótica influye varios aspectos de la vida cotidiana ya que soporta a la salud a la educación y a mejorar el sistema de nuestras vidas" 9-4. M 8.</p> <p>"Se puede decir que habla sobre el diseño de un objeto que realiza el ser humano para que cumpla cierta función, también mejora la el conocimiento para manejar aparatos electrónicos" 10-E- M 4.</p>

		"Es la construcción de robots que se pueden programar para que hagan diferentes actividades, como también ayuda a la contribución futura de la humanidad y sus retos" 11-E M 9
Función de un Robot	<p>La categoría "Función de un Robot" se centra en cómo los participantes describen la función y el propósito de los robots.</p> <p>Un robot se define como una máquina programable capaz de llevar a cabo diversas tareas o actividades de manera autónoma. Su función principal es realizar acciones que han sido previamente programadas o diseñadas para facilitar la vida de los seres humanos. Los robots se ven como asistentes que pueden llevar a cabo tareas complejas y automatizadas, reemplazando o ayudando a las personas en actividades que podrían ser tediosas o peligrosas.</p>	<p>"Para mí un robot es una máquina su función es ayudar a los demás" 9-4 M 6</p> <p>"Para mí el robot es una máquina que algunas veces nos pueden ayudar en algunas casas y la función es como hacer tareas complejas, manipular objetos y realizar automáticamente operaciones" 9-4 M 20</p> <p>"Para mí un robot es un mecanismo que se elabora para que cumpla la función de facilitar o ayudar el trabajo del ser humano"</p> <p>10-E H 5</p> <p>"Realiza cualquier acción la cual al ser humano le sería más fácil" 10-E H 6</p> <p>"Un robot para mí es una máquina programable capaz de realizar varias funciones o tareas complejas, manipular objetos y realizar automáticamente operaciones, incluyendo diferentes tipos de movimientos, en respuesta a su entorno."</p> <p>11-E M 3</p> <p>"Para mí un robot es algo tecnológico que lo podemos programar como nosotros queramos dándole diferentes funciones o órdenes</p> <p>La función principal es ayudar a realizar diferentes tareas a los humanos " 11-E H 9</p>

Tipos de Robots	<p>En la categoría "Tipos de Robots," los participantes identifican y describen diversas categorías de robots. Estas categorías incluyen robots industriales, médicos, militares, domésticos, de entretenimiento, virtuales, espaciales y de vigilancia. Los participantes mencionan específicamente tipos como androides y drones. Estas categorías reflejan la comprensión de la amplia variedad de aplicaciones y clasificaciones que los participantes asocian con la robótica. Cada tipo de robot se percibe como diseñado para cumplir funciones específicas en su campo de aplicación.</p>	<p>"Robots médicos, Robots domésticos o militar" 9-4. F.3 "de servicio, militares, con ruedas, aéreos, humanoides" 9-4. M 6. "robot militar, robot espacial, robot médico, robot de entretenimiento, robot humanoide, Etc." 9-4. M 7. "Robots militares, Robots médicos, Robots virtuales, Robots espaciales, Robots domésticos, Robots de vigilancia, Robots mensajeros" 10-E. F.3. "Doméstico, Médico, Militares, Educativo, Automáticos, para el entretenimiento" 10-E M 5. "Robot industriales, robots humanoides, robots médicos, robot militares etc." 11-E M 8. "Robots de limpieza, asistencia en casa, de recreación, para operar y robots espaciales" 11-E M 14.</p>
Apreciación de las Secuencias Didácticas	<p>La categoría "Apreciación de las Secuencias Didácticas" se refiere a las opiniones y percepciones de los participantes sobre las actividades didácticas relacionadas con la robótica. Los participantes expresan una apreciación positiva, afirmando que las secuencias didácticas les han permitido aprender sobre circuitos, electrónica y robótica. Consideran que estas secuencias son valiosas para adquirir nuevos conocimientos y desarrollar habilidades. Las guías se describen como claras y fáciles de entender, lo que ha</p>	<p>"Con las prácticas he podido entender y tener más experiencia en el campo de electrónica, puedo llegar a entender casos más lógicos de energía, voltios, etc." 9-4 M 6. "Me parecieron muy interesantes ya que se aprende nuevos conceptos de robótica y matemáticas" 9-4 F 16. "Pues me pareció bueno porque aprendimos cosas que no eran de nuestro conocimiento" 10-E F 1. "Si estás son buenas por que desarrollamos nuestra mente y con eso se nos facilita las matemáticas" 10-E F 5. "Es excelente ver cómo con las actividades que hemos desarrollado, se han fortalecido habilidades gracias a el desarrollo de guías bastante entendibles y que cada vez entendíamos mejor con la explicación en clase" 11-E M 1.</p>

	contribuido a su efectividad en el proceso de aprendizaje.	“Que son una forma muy eficaz de aprender, ya que así no solo mejoramos nuestros conceptos si no también nuestro pensamiento matemático, que puede ayudar mucho en nuestras pruebas u exámenes y también a nivel de nuestra vida” 11-E F 13.
Impacto de las Secuencias Didácticas	En la categoría "Impacto de las Secuencias Didácticas," los participantes expresan cómo las actividades didácticas han influido en su comprensión de la robótica y su pensamiento matemático. Consideran que estas secuencias les han permitido una mayor aproximación a los conceptos relacionados con la robótica, incluyendo la electrónica y la programación. Además, creen que han mejorado su pensamiento matemático, lo que puede deberse a la naturaleza de las actividades que enfatizan los aspectos técnicos de la robótica.	<p>“Aprendí mucho sobre circuitos” 9-4. F 1.</p> <p>“Me han servido de mucho ya que me hace conocer sobre lo que es la electrónica” 9-4. F.3.</p> <p>“Me gustó mucho aprender sobre la simulación de Proteus me ayuda con el aprendizaje y saber manejar más el computador” 11 E F 3.</p> <p>“Cada secuencia que he trabajado junto con mis compañeros nos ha mostrado como un robot está con formado y cuál es su función, y cuántas clases de robots hay. También como se relacionan tanto el pensamiento matemático con la electrónica, electricidad, computación y el diseño del robot, para llevar acabó su transformación” 11-E F 7.</p> <p>“Me párrese muy bonito porque enseña muchas cosas diferentes como a las demás materias” 9-4. F. 10</p> <p>“Me parece un buen trabajo ya que se entienden bien sin tener dificultades” 10-E F 3.</p> <p>“Es un gran trabajo donde nosotros aprendimos a construir y de más dado por nosotros y por lo trabajado en todo este tiempo” 11-E M 11.</p>

Nota. codificación: #-#. #. #: Grado-Curso, F: Femenino M: Masculino Número estudiante codificado.

4.3.6.5.1. *Percepción de los estudiantes sobre la estrategia didáctica basada en robótica educativa.*

De acuerdo con las respuestas proporcionadas por los estudiantes de los grupos experimento, se pueden extraer las siguientes apreciaciones:

- Según los participantes, la robótica se percibe como una disciplina que involucra el diseño y la construcción de máquinas robotizadas capaces de realizar tareas específicas y automatizadas.
- Existe una comprensión de que la robótica abarca diferentes campos tecnológicos y tiene como objetivo principal desarrollar máquinas con programaciones deseadas.

- Los estudiantes reconocen la importancia de la robótica en la vida cotidiana y en el futuro, ya que ayuda en diversos aspectos como la salud, la educación y la automatización de trabajos peligrosos.
- Se destaca la idea de que la robótica tiene el potencial de contribuir al avance tecnológico y científico, así como de enfrentar los retos futuros de la humanidad.
- Se menciona que la robótica permite mejorar el conocimiento en el manejo de aparatos electrónicos y tiene un impacto en la vida cotidiana al soportar aspectos relacionados con la salud, la educación y el mejoramiento del sistema de vida.

Las respuestas proporcionadas por los participantes de la intervención reflejan una amalgama de conocimientos, experiencias y opiniones que han sido adquiridos a través del proceso educativo. Es pertinente destacar que, en contraposición a los resultados obtenidos en la Prueba de Saberes Previos, tal como se describe en el apartado 4.3.1.5, la presente entrevista denota respuestas valiosas para la investigación, lo cual evidencia un palpable interés por el aprendizaje y un notable avance en la adquisición de conocimientos en relación a las temáticas abordadas. Estos hallazgos atestiguan el impacto positivo de la intervención, ya que los participantes han logrado expandir y consolidar sus conocimientos, enriqueciéndolos con nuevas perspectivas y entendimientos. Además, estos resultados destacan la capacidad de los participantes para sintetizar y comunicar de manera efectiva sus ideas, empleando un lenguaje adecuado que demuestra su comprensión y dominio de los conceptos discutidos en el marco de la intervención.

También, Los estudiantes logran identificar los diferentes tipos de robots, con sus respectivas clasificaciones. Por ejemplo, en los Robots Médicos se pueden identificar robots para cirugía, robots de rehabilitación, entre otros. En los Robots Domésticos, se pueden encontrar robots de limpieza y asistencia en el hogar. En todo caso, se puede constatar un destacado desarrollo de su capacidad para clasificar e identificar la tipología de los robots. Esta habilidad se revela como un resultado significativo de la intervención con robótica educativa, en contraposición a los resultados obtenidos en la Prueba de Saberes Previos, donde las respuestas frecuentes se caracterizaban por la falta de conocimiento o por la respuesta de "No Sabe/No Responde" (NS/NR).

Este avance en la capacidad de clasificación y reconocimiento tipológico de los robots demuestra la efectividad de la intervención educativa, que ha propiciado en los estudiantes un

mejor entendimiento y dominio del tema. Este logro es respaldado por la evidencia de respuestas más precisas y detalladas, así como por la ausencia de respuestas NS/NR. Los estudiantes han adquirido un vocabulario académico más especializado, lo que se traduce en una mayor precisión y profundidad en sus respuestas.

Este cambio observable en los estudiantes, refleja una mayor comprensión de las características y funcionalidades de los diferentes tipos de robots, lo cual sugiere un progreso en su conocimiento y una consolidación de los conceptos abordados durante la intervención con robótica educativa. Este resultado pone de manifiesto la importancia de enfoques pedagógicos innovadores, como la incorporación de la robótica educativa, para fomentar el desarrollo cognitivo y promover el aprendizaje significativo en los estudiantes.

Se evidencia el impacto positivo de las secuencias didácticas en los estudiantes, en primer lugar, se observa un claro mejoramiento en el pensamiento y las habilidades de los estudiantes, según sus respuestas, se puede observar mayor capacidad cognitiva en cuanto a la temática abordada. Además, a través de las actividades relacionadas con la robótica, han desarrollado ejercicios que promueven el razonamiento y resolución de problemas, lo que puede favorecer en su proceso de aprendizaje.

Además, las secuencias didácticas han permitido un aprendizaje significativo, ya que se logra conectar nuevos conocimientos con los que ya han adquirido según el grado académico. Así mismo, con la aplicación práctica de lo que se aprende y una comprensión profunda de los robots, los estudiantes han logrado adquirir conocimientos sobre las funciones y clasificaciones de los robots, gracias a la estructura y claridad de las guías de estudio proporcionadas durante las actividades. Se destaca especialmente la conexión establecida entre el pensamiento matemático y otras disciplinas relacionadas con la robótica, lo que ha enriquecido su comprensión y ha brindado una visión integral de este campo de estudio.

Por tanto, las secuencias didácticas implementadas han generado resultados positivos en los estudiantes, han logrado mejorar su pensamiento, fortalecer sus habilidades y adquirir un conocimiento profundo sobre los robots y su funcionamiento. Esta metodología ha fomentado mejores aprendizajes y ha despertado un mayor interés en la temática, lo que ha contribuido al desarrollo integral de los estudiantes de los grupos experimento.

De acuerdo a la siguiente pregunta formulada a los estudiantes, "Considera que las secuencias desarrolladas le permitieron tener una mayor aproximación hacia los conceptos

relacionados con la robótica", se evidenció una unanimidad de respuesta, donde todos los participantes respondieron de manera afirmativa. Del mismo modo, al preguntarles "Considera que las secuencias desarrolladas le permitieron mejorar procesos relacionados con el pensamiento matemático", todas las respuestas también fueron "Sí". Estos resultados reflejan claramente que las secuencias didácticas implementadas han tenido un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes.

La unanimidad en las respuestas resalta el consenso generalizado entre los estudiantes sobre los beneficios que las secuencias didácticas han brindado en su comprensión y aproximación a los conceptos de la robótica. Los participantes reconocen que estas actividades han contribuido de manera efectiva a su acercamiento y comprensión de los temas relacionados con los robots y su funcionamiento. Esto sugiere que las secuencias didácticas han sido diseñadas de manera adecuada, proporcionando un enfoque pedagógico eficiente que ha facilitado el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la robótica y los aspectos asociados al pensamiento matemático.

A la pregunta "Si tiene alguna sugerencia relacionada con las actividades desarrolladas, indíquelas a continuación" las respuestas comunes fueron "No tengo ni una sugerencia está perfecto así" 9-4 M 5. "No tengo nada que aportar porque veo que está muy bien explicado los temas que implica la robótica su relación con las matemáticas" 9-4 M 14. "No tengo ninguna sugerencia me parece que todo está bien." 10-E F 3. "Es bueno que este método se aplique desde el comienzo de la técnica" 11-E F 1 "Gracias por las clases que nos brindó y sus enseñanzas, muchas gracias, espero verlo muy pronto profe" 11-E F 13.

Es decir, se observa que las respuestas comunes reflejan una satisfacción generalizada con las actividades y el desarrollo de las secuencias didácticas. Las respuestas de los estudiantes revelan que se sienten satisfechos con la manera en que se han abordado los temas relacionados con la robótica y su relación con las matemáticas. En este sentido, se puede enunciar que los estudiantes no tienen sugerencias específicas para mejorar las actividades desarrolladas. Este hecho indica que las secuencias didácticas han cubierto las necesidades y expectativas de los estudiantes.

Además, se destaca el agradecimiento expresado por algunos estudiantes hacia el profesor, lo que indica un reconocimiento y aprecio por su dedicación y enseñanzas. Estos

comentarios refuerzan la idea de que las actividades y la intervención educativa han sido valoradas positivamente por los estudiantes.

4.3.6.6. Triangulación de resultados.

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio ofrece una visión integral del impacto de la estrategia de robótica educativa en el pensamiento matemático de estudiantes de grados, noveno, décimo y once. Los hallazgos revelan un efecto positivo y significativo de la intervención en el desarrollo de habilidades matemáticas de los participantes.

En primer lugar, desde una perspectiva cuantitativa, se observó un aumento notable en las puntuaciones obtenidas en las pruebas aplicadas a los estudiantes en estos tres grados académicos. Este incremento en las calificaciones sugiere que la estrategia de robótica educativa contribuyó de manera efectiva a mejorar las competencias matemáticas de los estudiantes.

Los resultados también indicaron diferencias en el impacto según el grado académico. Concretamente, el grado décimo experimentó el mayor impacto cuantitativo, seguido por el grado once y, finalmente, el grado noveno. Este patrón puede sugerir que la estrategia podría ser más efectiva en grados superiores, aunque en todos los niveles se observaron mejoras.

En cuanto al análisis por dimensiones del pensamiento matemático, se evaluaron cuatro dimensiones: Geométrico-métrico, Numérico-variacional, aleatorio y Espacial-métrico. Los resultados revelaron un impacto positivo y significativo en las dimensiones Geométrico-métrico y Numérico-variacional en todos los grados. Estas dos dimensiones mostraron un aumento en el número de respuestas correctas, lo que indica una mejora en las habilidades matemáticas de los estudiantes.

Además, las dimensiones Aleatorio y Espacial-métrico también experimentaron mejoras, aunque de manera más moderada en comparación con las dos dimensiones anteriores. Estos hallazgos sugieren que la estrategia influyó positivamente en una gama diversa de habilidades matemáticas, lo que demuestra su versatilidad y capacidad para impactar en múltiples dimensiones del pensamiento matemático.

La triangulación cualitativa, a través de las entrevistas con los estudiantes, proporcionó una perspectiva enriquecedora de su experiencia con la estrategia de robótica educativa. Los participantes expresaron una apreciación positiva de la estrategia y señalaron que esta les permitió aproximarse mejor a los conceptos de la robótica y mejorar su pensamiento matemático.

La unanimidad en las respuestas de los estudiantes subraya la consistencia en la efectividad de la estrategia.

En general, los estudiantes evaluaron positivamente las secuencias didácticas y la implementación de la robótica educativa en su proceso de aprendizaje. La falta de sugerencias significativas para mejorar las actividades indica que los estudiantes valoraron positivamente la estrategia y su diseño.

Se puede establecer que, la triangulación de resultados respalda la conclusión de que la estrategia de robótica educativa ha tenido un impacto positivo y significativo en el pensamiento matemático de los estudiantes. Los datos cuantitativos y cualitativos convergen en la percepción de los estudiantes sobre la efectividad de la estrategia. Este enfoque pedagógico innovador ha demostrado ser valioso para mejorar el aprendizaje matemático y enriquecer la comprensión de los conceptos matemáticos en estudiantes de diferentes grados académicos.

CAPÍTULO V: APORTES TEÓRICOS ARGUMENTATIVOS

Los aportes teóricos argumentativos respaldan la posición de la robótica educativa como un recurso pedagógico transformador desde sus raíces en teorías cognitivas y constructivismo hasta su alineación con las tendencias contemporáneas de aprendizaje activo. La robótica educativa emerge como un catalizador para el desarrollo integral de habilidades y conocimientos, especialmente en el ámbito del pensamiento matemático. Este capítulo explora las bases teóricas que sustentan la implementación de secuencias didácticas de robótica educativa, proporcionando un marco para comprender su impacto en el proceso educativo.

5.1. Fundamentación de la Robótica Educativa

La robótica educativa se ha posicionado como una estrategia pedagógica innovadora que no se fundamenta en centrar las acciones formativas en la robótica misma, sino que se emplea para el desarrollo de diversas capacidades cognitivas y socioemocionales, que para el caso del estudio se avanzó en torno a la comprensión de sus aportes al desarrollo del pensamiento matemático. Ahora bien, resulta necesario expresar que estas iniciativas de formar a partir de la robótica educativa se remontan a décadas atrás, pero con la popularización de las iniciativas STEM y STEAM y la reducción de los costos en los insumos tecnológicos las instituciones de

educación básica y media en Colombia la han venido implementando como una temática del área de tecnología e informática.

La investigación permitió reafirmar que el uso de la robótica educativa se vincula estrechamente con teorías pedagógicas relacionadas con el constructivismo, en la que los estudiantes participan activamente en la construcción de conocimiento a través de la interacción con su entorno. Asimismo, el hecho de tener que asumir problemáticas o retos de robótica, los estudiantes se ven en la necesidad de tener que programar y controlar sus robots, en un trabajo en equipo que promueve la resolución de problemas.

Estos planteamientos coinciden con lo expuesto con Piaget (1970), quien afirmaba que el conocimiento no es una copia pasiva de la realidad, sino que se construye a través de la interacción del individuo con el medio ambiente. En este sentido, robótica educativa proporciona un entorno propicio para el desarrollo cognitivo, ya que los estudiantes, al interactuar con robots y enfrentarse a desafíos, construyen activamente su comprensión del mundo que los rodea. Por otro lado, Papert (1980) destaca cómo la programación y el control de robots ofrecen a los estudiantes la oportunidad de aprender de manera activa y participativa, estimulando la resolución de problemas y el pensamiento crítico a medida que aplican conceptos en situaciones concretas. Ahora bien, en este sentido el estudio, a partir de sus hallazgos, puede aportar a estos planteamientos al identificar el potencial aporte que realiza la robótica educativa a un mayor desarrollo pensamiento matemático de los estudiantes. Los desafíos de programación y control de robots, requieren que los estudiantes apliquen conceptos matemáticos de manera práctica, vinculando la teoría con situaciones reales.

Por su parte, la robótica educativa también encuentra sustento en los planteamientos de la teoría del aprendizaje socio constructivista, que destaca la importancia de la interacción social en el proceso de aprendizaje. En este sentido, Vygotsky (1978), enfatiza que el aprendizaje no es un proceso individual, sino que se produce en un contexto social y cultural, donde los niños aprenden a través de la interacción con otros y con las herramientas. Posturas que pudieron evidenciarse en el uso de la robótica educativa, puesto que fomentó la colaboración entre estudiantes, ya que se requiere de un trabajo en equipo para diseñar, programar y solucionar desafíos con robots. Esta colaboración promueve la construcción colectiva del conocimiento.

De otro modo, el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), a partir de su discurso, aboga por una educación interdisciplinaria. Los robots, al

combinar aspectos tecnológicos y matemáticos con la creatividad y el diseño, se convierten en herramientas versátiles para abordar temas complejos desde diversas perspectivas lo que potencia habilidades que pueden ayudar a los niños a aprender a pensar de forma diferente, a resolver problemas de forma creativa y a colaborar con otros. Estas habilidades son esenciales en un mundo cada vez más digital y tecnológico.

5.1.1. Teorías Educativas que Respaldan la Integración de la Robótica en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje

En el transcurso del trabajo realizado se logró evidenciar que, la integración de la robótica en el proceso de enseñanza-aprendizaje se apoya en diversas teorías educativas que reconocen la importancia de la tecnología y la participación activa del estudiante en la construcción del conocimiento. Algunas de las teorías fundamentales que respaldan la adopción de la robótica educativa incluyen:

5.1.1.1. Constructivismo y Socioconstructivismo

El constructivismo, subraya que el conocimiento no se transmite, sino que se construye activamente por el estudiante a través de la interacción con su entorno. Al integrar la robótica en la educación, se proporciona a los estudiantes la oportunidad de construir su comprensión del mundo a través de experiencias prácticas y desafiantes. Los robots, al ser programados y controlados por los estudiantes, se convierten en herramientas que facilitan el aprendizaje.

Es así que, el desarrollo del conocimiento, según Piaget (1970), es un proceso activo en el que los niños manipulan, exploran y transforman su entorno para comprenderlo. La robótica educativa, al ofrecer oportunidades prácticas de programación y control de robots, se alinea con esta perspectiva, ya que permite a los estudiantes construir activamente su comprensión del mundo que los rodea. Asimismo, Vygotsky (1978) quien propuso la teoría del aprendizaje socio constructivista, que destaca la importancia de la interacción social en el proceso educativo, sugiriendo que la colaboración y la participación activa son fundamentales. En este contexto, la teoría del aprendizaje cooperativo de Johnson y Johnson, (1999) cobra relevancia al proponer estructuras sociales en el aula que fomentan la colaboración entre estudiantes con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje. Esta teoría se basa en la premisa de que los estudiantes pueden lograr un aprendizaje más efectivo al trabajar en conjunto en grupos pequeños con un objetivo común.

Por lo tanto, estas perspectivas encuentran afinidad con la visión de la robótica educativa, la cual promueve la colaboración entre estudiantes. En este ámbito, los estudiantes a menudo trabajan en equipos para diseñar y programar robots, abordando de manera conjunta desafíos que contribuyen al desarrollo de habilidades espaciales, matemáticas y de resolución de problemas, además de habilidades sociales y emocionales.

5.1.1.2. Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Significativo

La teoría del aprendizaje basado en problemas sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes abordan problemas del mundo real. Barrows & Tamblyn (1980) presentan una visión integral del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como método de enseñanza. Si bien es cierto, que realizan su estudio en un entorno médico, sus hallazgos en el ámbito educativo tienen una validez generalizada, para ellos el estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, desafiándolo a resolver problemas y tomar decisiones de manera autónoma, aprenden a identificar y abordar sus propias necesidades de aprendizaje a través de la investigación y la colaboración, trabajan en grupos para resolver problemas, lo que les permite desarrollar habilidades de comunicación, colaboración y liderazgo. La robótica educativa se alinea perfectamente con esta teoría al presentar desafíos y proyectos que requieren soluciones prácticas. Al enfrentarse a problemas como el diseño de un robot para realizar tareas específicas, los estudiantes no solo aplican conocimientos académicos, sino que también desarrollan habilidades de resolución de problemas.

Esta perspectiva se alinea con varios principios de la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1968), ya que los estudiantes deben utilizar sus conocimientos y experiencias previas para resolver problemas, lo que facilita la conexión del nuevo conocimiento con lo que ya saben, los problemas que se abordan en el ABP son seleccionados por los estudiantes o son relevantes para su contexto, lo que aumenta su motivación y compromiso con el aprendizaje, además que participan activamente en el proceso de aprendizaje a través de la investigación, la discusión y la resolución de problemas. Por lo tanto, el ABP puede promover un aprendizaje significativo al conectar el nuevo conocimiento con la experiencia previa, haciéndolo relevante para los estudiantes, fomentando la participación activa y la reflexión. En este sentido, la robótica educativa, al presentar problemas del mundo real que los estudiantes deben resolver,

facilita el aprendizaje significativo al vincular estos desafíos con la experiencia directa de los estudiantes, contribuyendo así al desarrollo de habilidades prácticas y cognitivas.

5.2. Relevancia de la Robótica Educativa en el Desarrollo de Habilidades Matemáticas

En el desarrollo del proceso investigativo, se identificaron bases teóricas que respaldan la integración de la robótica educativa para mejorar las habilidades matemáticas. Las teorías del constructivismo, que enfatizan el aprendizaje activo y la construcción del conocimiento a través de la experiencia, convergen con las teorías cognitivas que sugieren que la manipulación física de robots fortalece la comprensión matemática. Estas perspectivas abogan por vincular el aprendizaje con la práctica tangible, y la robótica educativa proporciona la oportunidad de aplicar conceptos matemáticos en la resolución de problemas prácticos, fusionando la teoría con la práctica de manera coherente. Además, al alinearse con teorías contemporáneas de aprendizaje activo y experiencial, la robótica educativa emerge como un enfoque pedagógico estimulante y colaborativo que potencia el desarrollo integral de habilidades matemáticas. La manipulación física de robots se sustenta en diversas teorías cognitivas, explorando la interacción entre la acción física y los procesos mentales. Este enfoque busca comprender cómo la manipulación concreta de robots puede potenciar habilidades cognitivas, especialmente en el contexto matemático.

Algunas teorías clave que respaldan esta conexión incluyen el enfoque constructivista, que destaca que los estudiantes son arquitectos activos de su propio conocimiento; el desarrollo del pensamiento matemático, que aboga por un enfoque experiencial y práctico; la experiencia práctica y participación activa respaldadas por Resnick (2009); la resolución de problemas como componente central según teóricos constructivistas como Bruner (1966) que destaca la importancia de abordar temas complejos de manera gradual y estructurada, volviendo a ellos en niveles crecientes de complejidad a medida que los estudiantes desarrollan su comprensión. Además, enfatiza la importancia de la motivación, la estructuración del contenido de manera significativa y la participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje; el trabajo colaborativo, enfatizado por Johnson y Johnson (1999); y el enfoque contemporáneo de autores como Papert (1980) y Resnick (2009), que por sus aportes abogan por un enfoque activo que fomente la creatividad y la exploración en los estudiantes, donde se valora la importancia de permitir a los estudiantes explorar, experimentar y crear en un entorno educativo, algo muy relacionado a lo abordado en el presente trabajo, donde se aportó al pensamiento matemático a

través de la robótica educativa, promoviendo además, el desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI.

5.3. Perspectivas de la integración de la robótica educativa en el proceso de aprendizaje matemático.

En esta sección, se examinarán teorías relacionadas con la motivación y el compromiso estudiantil, así como enfoques que destacan la importancia del aprendizaje lúdico y la motivación intrínseca. Estas teorías ofrecen un marco conceptual para comprender cómo la robótica educativa puede potenciar el desarrollo cognitivo, emocional y social de los estudiantes, contribuyendo así a un aprendizaje más significativo y participativo.

Es así como la integración de la robótica educativa en el proceso de aprendizaje se puede argumentar desde aspectos que resaltan la importancia del aprendizaje lúdico y la motivación intrínseca. En este sentido, la Teoría del Juego de Vygotsky (1978) sugiere que el juego es una herramienta fundamental para el desarrollo cognitivo y socioemocional de los niños. La robótica educativa, al involucrar a los estudiantes en actividades lúdicas relacionadas con la programación y control de robots, se alinea con esta perspectiva, fomentando un aprendizaje activo y participativo, los estudiantes no solo experimentan la diversión inherente al juego, sino que también se enfrentan a desafíos matemáticos prácticos. La resolución de problemas en el contexto de la robótica requiere el uso de conceptos matemáticos, como la geometría para la planificación de trayectorias, las operaciones aritméticas para el cálculo de distancias y tiempos, y la lógica matemática para programar secuencias de comandos.

Por su parte, la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan,(2013) destaca que la motivación es intrínseca cuando las actividades generan placer y satisfacción personal. La robótica educativa, al ser práctica y creativa, fomenta esta motivación intrínseca al permitir a los estudiantes resolver problemas y crear soluciones con robots asociadas a situaciones que implique el uso de pensamiento matemático, haciendo que el aprendizaje sea más autodirigido y significativo. Por su parte, la Teoría del Flujo de Csikszentmihalyi (1990) explora la noción de flujo, que lo describe como un estado mental de inmersión completa y satisfacción en una actividad que involucra un equilibrio entre el desafío de la tarea y las habilidades del individuo, generando un estado de concentración y disfrute. esto sugiere que la robótica educativa, al presentar desafíos interesantes, puede ofrecer experiencias de flujo que aumentan la motivación,

el compromiso estudiantil, la calidad del aprendizaje y la participación en tareas que impliquen el pensamiento matemático.

En el mismo sentido, la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1968) destaca que el aprendizaje es más efectivo cuando se relaciona con la estructura cognitiva existente. La robótica educativa, al integrar conceptos matemáticos de manera práctica, facilita el aprendizaje significativo vinculando estos conceptos con la experiencia directa de los estudiantes.

Integrar estas teorías en el diseño de actividades de robótica educativa potencia la motivación intrínseca de los estudiantes, impulsando su compromiso con el aprendizaje matemático.

5.4. Consideraciones Contextuales y Socio pedagógicas

La integración de la robótica educativa en entornos educativos específicos se respalda por teorías socio pedagógicas que destacan la importancia de ajustar las estrategias educativas a contextos particulares. La Teoría del Aprendizaje Situado de Lave y Wenger (1991), subraya que el aprendizaje es un proceso social situado en contextos específicos. La robótica educativa, al aplicar conceptos matemáticos y de ingeniería a través de la programación de robots, adquiere mayor significado cuando se realiza en situaciones concretas.

En el mismo sentido, la Teoría de la Pedagogía Crítica de Freire (1970) aboga por una educación liberadora y contextualizada, se centra en la concientización, la transformación social y la conexión íntima entre la educación y la realidad concreta de los estudiantes. En el contexto de la robótica educativa, esto implica que la enseñanza y el aprendizaje deben estar arraigados en la realidad y las experiencias de los estudiantes, conectando la programación de robots con problemas y desafíos relevantes para su entorno. Además, la Teoría del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), aunque inicialmente asociada a la medicina con Barrows y Tamblyn (1980), puede aplicarse a la robótica educativa ya que, el ABP enfatiza el aprendizaje a través de la resolución de problemas prácticos. La robótica, al presentar desafíos que requieren soluciones creativas y aplicación de conceptos matemáticos, se alinea con esta perspectiva.

Estas teorías subrayan la importancia de adaptar la enseñanza a los contextos específicos, involucrando a los estudiantes en experiencias auténticas y relevantes, lo cual se traduce directamente en la eficacia de la robótica educativa en contextos educativos particulares.

A modo de síntesis, se puede establecer que la intersección de la robótica educativa con teorías pedagógicas, psicopedagógicas y socio-pedagógicas fundamentales enriquece la comprensión y aplicación de este enfoque en el desarrollo del pensamiento matemático. La integración de la resolución de problemas, la aplicación práctica del conocimiento, la motivación intrínseca, el aprendizaje lúdico y la colaboración entre pares en el marco de la robótica educativa crea un ambiente educativo holístico y efectivo. Las teorías fundamentales sirven como fundamentos sólidos que respaldan la eficacia de la robótica educativa, proporcionando a los estudiantes experiencias educativas más completas y significativas que impactan positivamente en su desarrollo integral y en el fortalecimiento de sus habilidades matemáticas.

Conclusiones

En el contexto de la educación contemporánea, la integración de la tecnología y enfoques pedagógicos innovadores se han establecido en un elemento esencial para fomentar el desarrollo de habilidades clave en los estudiantes. La investigación se centró en abordar la pregunta central que guio el estudio: "¿Cuál es el aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once de la institución I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo durante el período 2021-2022?"

Para responder a esta pregunta, se formuló una Hipótesis Nula que postulaba que la aplicación de estrategias didácticas basadas en la robótica educativa no aportaba de manera positiva al desarrollo del pensamiento matemático, y una Hipótesis Alternativa que argumentaba que la aplicación de estas estrategias tenía un impacto positivo. Los resultados obtenidos en el estudio proporcionaron evidencia concreta que respaldó la Hipótesis Alternativa y refutó la Hipótesis Nula. Estos resultados revelaron que la implementación de estrategias didácticas basadas en la robótica educativa tuvo un efecto positivo y significativo en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes en los grados noveno, décimo y onceavo de la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo.

Además, en cada una de las etapas desarrolladas, tanto cualitativas como cuantitativas, se presentaron aprendizajes que permitieron evidenciar la respuesta a la pregunta orientadora de la investigación, es así que la Prueba de Saberes Previos reveló un sólido interés y curiosidad entre los estudiantes hacia la robótica, aunque también puso de manifiesto una falta de conocimiento profundo en este campo. Este hallazgo se convierte en el punto de partida fundamental para

diseñar estrategias pedagógicas futuras que puedan abordar estas necesidades identificadas. Estas estrategias están destinadas a permitir que los estudiantes desarrollen habilidades en robótica y pensamiento matemático de manera más efectiva. Además, este proceso de aprendizaje resalta la importancia de la educación en robótica como un componente crucial en la preparación de los estudiantes para un futuro en el que la tecnología y la automatización desempeñarán un papel cada vez más relevante en sus vidas.

Por su parte, los resultados del Grupo Control subrayaron de manera unívoca la existencia de desafíos significativos en el desarrollo del pensamiento matemático entre los estudiantes de los cursos analizados. Estas dificultades, que se identificaron en dimensiones específicas del pensamiento matemático, ofrecieron una perspicacia valiosa para la planificación de estrategias de enseñanza y aprendizaje destinadas a abordar estas áreas problemáticas. Es esencial diseñar e implementar enfoques pedagógicos que asistan a los estudiantes en superar estas dificultades y en desarrollar un pensamiento matemático más sólido.

En contraposición, los resultados del Grupo Experimental pusieron de manifiesto que la implementación de secuencias didácticas basadas en la robótica educativa tuvo un impacto significativamente positivo en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes en comparación con el Grupo Control. Las dimensiones Geométrico-Métrico, Numérico Variacional, Aleatorio y Espacial Métrico experimentaron mejoras notables en los grupos experimentales. Además, se observó un aumento substancial en la distribución de estudiantes en las categorías "Alto" y "Superior" en los grupos experimentales, lo que demostró que la robótica educativa había contribuido a elevar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes. Estos resultados respaldaron la idea de que la integración de la robótica educativa como herramienta pedagógica podía tener un impacto positivo en el aprendizaje de las matemáticas y en el desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes de diferentes niveles educativos.

Para lograr validar aún más los resultados, se procedió a utilizar métodos para identificar el tamaño del efecto de la aplicación de las secuencias al grupo experimento, los análisis de diferencias en diferencias y de tamaño del efecto con d de cohen, con el apoyo de un paquete estadístico, proporcionaron una sólida base de evidencia que demostró de manera convincente el impacto positivo de la robótica educativa en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes. Particularmente, el análisis por dimensiones del pensamiento matemático en cada grado resaltó la uniformidad del impacto positivo de la estrategia de robótica educativa en todas

las dimensiones, independientemente del nivel educativo. Aunque se observaron diferencias en la magnitud de los efectos en algunas dimensiones, al realizar el análisis independiente por cada grado, se destacó la importancia de que una metodología multigrado, puede promover una mayor interacción y colaboración entre estudiantes de diferentes niveles.

En el mismo sentido, y abordando el ámbito cualitativo, el análisis de las observaciones y diarios de campo relacionados con las secuencias didácticas destacó la riqueza de experiencias y habilidades adquiridas por los estudiantes a través de la robótica educativa. Los testimonios de los propios estudiantes demostraron su aprecio por esta forma de aprendizaje, que les permitió explorar campos tecnológicos y matemáticos, desarrollar habilidades prácticas y comprender la importancia de la robótica en la vida cotidiana y en futuras trayectorias profesionales. Estos hallazgos respaldaron la efectividad de la robótica educativa como una herramienta para fomentar el aprendizaje interdisciplinario, la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades relevantes en el siglo XXI. En el mismo sentido, la socialización temática de proyectos de robótica educativa se erigió como una oportunidad valiosa para que los estudiantes demostraran su comprensión de las matemáticas y su capacidad para aplicarlas en situaciones prácticas.

Por lo tanto, esta investigación, llevada a cabo en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo durante el período 2021-2022, por medio de los resultados cuantitativos y cualitativos confirmó de manera concluyente, que la Robótica Educativa tuvo un impacto positivo y significativo en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes. Este impacto se manifestó a través de mejoras sustanciales en diversas dimensiones del pensamiento matemático, un aumento significativo en la distribución de estudiantes en categorías de rendimiento más altas y una percepción generalmente positiva de los propios estudiantes acerca del valor de la robótica educativa en la comprensión matemática y la resolución de problemas. Estos hallazgos no solo subrayaron la efectividad de la Robótica Educativa como estrategia pedagógica, sino que también tuvieron implicaciones profundas y significativas para la mejora de la enseñanza de las matemáticas.

Recomendaciones

Continuar la implementación de la robótica educativa: Es recomendable seguir incorporando la robótica educativa como una metodología en el currículo escolar, asegurando su

continuidad en los diferentes grados y cursos. Esto permitirá que más estudiantes se beneficien de las oportunidades de aprendizaje práctico y la aplicación de conceptos matemáticos en contextos reales.

Fortalecer la formación docente: Es esencial proporcionar capacitación y formación continua a los docentes para que estén preparados para integrar la robótica educativa de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas. Esto incluye adquirir conocimientos técnicos sobre robótica, así como estrategias didácticas específicas para facilitar el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes.

Ampliar el acceso a recursos tecnológicos: Para garantizar el éxito de la implementación de la robótica educativa, es importante asegurar que las instituciones educativas tengan acceso a los recursos tecnológicos necesarios, como kits de robótica, computadoras y software especializado. Esto permitirá a los estudiantes tener experiencias prácticas y significativas con la robótica.

Promover la colaboración y el trabajo en equipo: La robótica educativa proporciona una oportunidad para fomentar el trabajo en equipo y la colaboración entre los estudiantes. Es recomendable diseñar actividades y proyectos que requieran la cooperación y el intercambio de ideas entre los estudiantes, promoviendo así habilidades sociales y de comunicación.

Evaluar y monitorear el progreso: Es importante implementar un sistema de evaluación para medir el progreso de los estudiantes en el desarrollo del pensamiento matemático a lo largo del proyecto. Esto permitirá identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias de enseñanza en consecuencia. Además, es recomendable recopilar evidencia cualitativa, como testimonios de los estudiantes y observaciones de los docentes, para complementar la evaluación cuantitativa.

Fomentar la participación de la comunidad educativa: Invitar a padres, madres, tutores y otros miembros de la comunidad educativa a la feria o eventos similares, donde los estudiantes presenten sus proyectos de robótica y demuestren sus habilidades matemáticas. Esto no solo permitirá una mayor valoración de los logros de los estudiantes, sino que también fomentará la colaboración y el apoyo de la comunidad en el desarrollo de estas iniciativas educativas.

Contrastar los resultados obtenidos: la complejidad del estudio realizado se basa en la aplicación de las estrategias didácticas a diferentes grados en una misma institución, trabajando con varios cursos en cada grado para lograr el objetivo de la investigación, un mecanismo que

permitiría contrastar los resultados obtenidos es la aplicación del estudio en otros contextos, puede ser en otras instituciones educativas.

Bibliografía

- Acuña, A. L. (2012). Diseño y administracion de proyectos de robotica educativa: lecciones aprendidas. *Revista teoria de la educacion. Educacion y cultura en la sociedad de la informacion. Vol.13 num. 3*, 6-27 .
- Alemany, J. (2015). *Simulaciones hiperrealistas para robótica educativa*. España: Universidad Jaume I. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=116174>
- Ali, T. (2011). Exploring students' learning difficulties in secondary mathematics classroom in Gilgit Baltistan and teachers' effort to help students overcome these difficulties. *Bulletin of Education and Research*, 33(1), 47-69.
- Álvarez, A. (2020). Interactiva en el Proyecto Pedagógico de Aula Despierta una Mirada hacia el Modelo STEAM. *Social Innova Sciences SIS*, 62-70.
<https://doi.org/https://orcid.org/0000-0003-4366-7828>
- Álvarez, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: una guía didáctica*. Neiva : Universidad Surcolombiana. .
- Andrade , A., & Pacheco , D. (2020). *Desarrollo del pensamiento matemático mediante la terapia de las situaciones didácticas en sexto año de educación básica de la unididad educativa zoila Aurora Palacios Año electivo 2018-2019*. Azogues: Univerisidad Nacional de Educación.
- Arch Tirado, E., Lino González, A. L., & Alfaro Rodríguez, A. (2013). La importancia de la estimulación de las áreas implicadas en el procesamiento matemático y sus efectos en el neurodesarrollo. *Cirugía y Cirujanos*, 81, 69–73.
- Ardila, A. (June de 2010). On the Evolution of Calculation Abilities. *Frontiers in evolutionary neuroscience*, 2. <https://doi.org/10.3389/fnevo.2010.00007>
- Arias Escobar, R. A., Ayala Soto, G. Y., Bravo Terán, E., Campaña Mesa, M. E., & Cuero Sandoval, L. M. (2016). *La robótica pedagógica como herramienta para la construcción de aprendizajes significativos en el aula*. Popayan. : Universidad del Cauca: VII Coloquio internacional de educación.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology; a cognitive view [by] David P. Ausubel*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Barrera Lombana, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/22160159.3582>

- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. (1980). Problem-based learning : an approach to medical education. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:70607722>
- Bosch Saldaña, M. (2012). Apuntes teoricos sobre el pensamiento matematico y multiplicativo en los primeros niveles. *Edma 0-6 : Educación Matemática en la Infancia*, 1, 15-37. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2012.15-37>
- Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Harvard University Press. https://books.google.com.co/books?id=F_d96D9FmbUC
- Calverías , V., & Humani , S. (2020). *Aplicaicón del programa Lúdico "pensa-mats" para desarrollar el pensamiento matematico en los niños y niñas de 4 años de la institución educativa inicial CAYMA- AREQUIPA*. Arequipa : Universidad Católica de Santa María .
- Cantoral., R., Farfan, R., Cordero , F., & Alanis , J. (2005). *Desarrollo del pensamiento matematico* . Mexico : Editorial Trillas, S.A. de C.V.
- Carrillo, M. I. (2018). Motivación y actitud hacia las matemáticas en los estudiantes de secundaria, Institución Educativa Menotti Biffi Garibotto, Pucusana, 2018.
- Casilimas, C. (2002). *Investigación cualitativa* . Bogotá : ARFO Editores e Impresores Ltda.
- Casteñada , R. (2016). Reflexión crítica epistemológica sobre métodos mixtos. *Revista enfermeria universitaria*, 13(4), 246-252.
- Chirinos , F. (2017). *Aplicación de la robótica educativa como estrategia en el desarrollo de capacidades del área de ciencia y tecnología de los estudiantes de sexto grado de primaria de la IIIE Karl Weiss*. Chiclayo : Universidad Cesar Valeejo.
- Chuquimarca Abad, M. (2015). *El uso de lego mindstorms EV3 como recurso didactico basado en la robotica educativa para desarrollar el pensamiento logico en la asignatura de matematicas de noveno año de educacion genral basica en la escuela Miguel Riofrío N.2* . Loja : Universidad Nacional de Loja..
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Congreso de la República de Colombia. (13 de julio de 2009). Ley 1324 de julio 13 de 2009. *Por la cual se fijan parámetros y criterios para organizar el sistema de evaluación de resultados de la calidad de la educación, se dictan normas para el fomento de una cultura de la evaluación, en procura de facilitar la inspección y vigilancia del Estado*. Bogotá, Colombia.

- Csikszentmihalyi, M. (January de 1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*.
- D, G. J. (24 de Marzo de 2007). *Robotica en la escuela del tercer mundo: una manera diferente de aprender a aprender*.
- http://www.argos.edu.uy/sitio/documentos/Robotica_en_la_escuela.pdf
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer US. <https://books.google.com.co/books?id=M3CpBgAAQBAJ>
- Escorza, Y. (2020). *teorías del aprendizaje en el contexto educativo*. Mexico D. F. : Editorial digital.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido* / (1a. ed. ed.). México: Siglo XXI.
- G., S. (2007). *8 grandes ideas detras del laboratorio de aprendizaje construcionista de Seymour Papert*. <http://stager.org/articles/8bigideas.pdf>
- Gálvez , R., & Vera , G. (2021). Desarrollo del lenguaje y pensamiento numérico en educación inicial. *Revista Conrado*, 17(78), 230-233.
- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 2-11. <https://doi.org/10.6018/red/46/8>
- García, M., Hurtado, P. A., Quintero, D. M., & Rivera, D. A. (2018). La gestión de las emociones, una necesidad en contexto educativo y en la formación profesional. *Revista Espacios ISSN 0798-1015*, 29(49), 1-13.
<http://www.revistaespacios.com/a18v39n49/18394908.html>
- García, V. H., Duron, R. E., González, J. G., Aguirre, K. S., & Ramos, A. R. (2017). Robótica educativa para enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 4.
- Garzón , C. (2016). *El saber escolar matemático en Colombia y la constitución de subjetividades*. Bogotá. : Universidad de La Salle.
https://ciencia.lasalle.edu.co/doct_educacion_sociedad/2/
- Glaser, B. (1998). *Theoretical sensitivity: Advances in the methodology of grounded theory*. Sociology Press.
- González, J. F. (2016). Elementos para el desarrollo del pensamiento matemático en la escuela . *Encuentro Distrital de Educacion Matematica EDEM. Vol. 3 ISSN 24.22-037X*, 51-60.

- González, M. R. (2016). *Código alfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: Validación de un instrumento y evaluación de programas*. Madrid : Universidad nacional de educación a distancia .
- Gutierrez Castro, B. A. (2016). *La robotica educativa y su influencia en el aprendizaje colaborativo*. Lima : Universidad Norbert Wiener,.
- Guthrie, L. (2016). *Thinking through actions with things : a systemic perspective on analytic problem solving and mental arithmetic*. Semantic Scholar .
- Hernández , L., Acosta, H., & González, L. (2020). La robótica como recurso educativo para desarrollar las competencias del alumnado en el siglo XXI. *UNO Sapiens Científico de la Escuela Preparatoria*, 3(5), 5-11.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/issue/archive>
- Hernández , S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2018). *Metodología de la investigación*. Mexico.: McGrawHill. Sexta edición.
- Hofer , C., Osiac , S., & Barahona, V. (2013). Dificultades que presentan las educadoras de párvulos para desarrollar el pensamiento lógico matemático en los niveles de transición. *Universidad Santo Tomás- Santiago de Chile* , 1-19.
- I.E.M Luis Eduardo Mora Osejo. (2023). *Proyecto Educativo Institucional*.
<https://www.iemoraosejo.edu.co/documentos/documentos/PEI%202023.pdf>
- INNITED. (2016). *Beneficios de Lego Education en la enseñanza*.
<https://www.innovandoeneducacion.es/beneficios-de-lego-education-en-la-ensenanza/>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación Icfes. (febrero de 2017). INFORME NACIONAL. *Resultados nacionales 2014-2 - 2016-2 Saber 11*. Bogotá, Colombia.
- Johnson, D. &. (2004). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Argentina : Editorial Paidos .
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Aprender juntos y solos*. Aique.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. Allyn and Bacon.
<https://books.google.com.co/books?id=lh8iAQAAIAAJ>
- Jurgenson , J., & López, S. (9 de 11 de 2017). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo* . La investigación cualitativa:
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html#:~:text=Los%20datos%20objetivos%20de%20la,y%20descripción%C3%B3n%20de%20dichos%20patrones.>

- Latorre, A. (2005). *La Investigación acción: conocer y cambiar la práctica educativa* . Barcelona: Editorial Graó. .
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Leon, Y. C. (2011). *Robotica Educativa* . Bogotá : Universidad Munito de Dios: Facultad Educacion .
- Llanes Chiquini, C. M., Patrón-Cortés, R. M., & Pérez Canul, C. A. (November de 2019). Diseño de estrategias para fomentar la pertinencia de la formación docente, basada en la tipología de apropiación de TIC por parte de los Maestros de Universidades Públicas. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 6. <https://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/194>
- Lorenzón , M. (2017). *Modelo de análisis de competencias matemáticas en un entorno interactivo*. Universidad de la Rioja. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=17820>
- Marín , M. (2017). *La dimensión del razonamiento matemático. Desarrollo de un instrumento diagnóstico dirigido a múltiples niveles educativos y modelización de su estructura*. Velencia: Universidad de Valencia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=136838>
- Marisol Acosta Castiblanco, C. S. (2015). *Robotica educativa: un entorno tecnológico de aprendizaje que contribuye al desarrollo de habilidades*. Bogotá: Universidad Pontifica Javeriana .
- Martínez, G. (8 de 4 de 2018). *Psicología y Mente* . Pragmatismo: qué es y qué propone este corriente filosófica: <https://psicologiamamente.com/cultura/pragmatismo>
- MEN. (2006). *Estandares basicos de competencias*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Merino S. Y Charter R. (2010). Modificación Horst al Coeficiente KR - 20 por Dispersión de la Dificultad de los Ítems. *Interamerican Journal of Psychology*, 44(2), 274-278.
- Ministerio de Educacion de la Nacion. (2018). *Guia didactica: Plataforma para el aprendizaje de la robotica en educacion secundaria*. Buenos Aires: Aprender conectados.
- Ministerio de Educación Nacional. (26 de mayo de 2015). Decreto No 1075. *Por medio del cual se expide el Decreto Unico Reglamentario del Sector Educación*. Bogotá, Colombia.
- Montesano , M., & Quiroga, E. (2020). La formación del pensamiento matemático en niños y niñas dirante los primeros años de la escuela: opiniones de maestros que les enseñan en

Panamá. *Revista Publicaciones*, 50(4), 23-38.

<https://doi.org/doi:10.30827/publicaciones.v50i4.17778>

Morales Valencia , G. (2018). *La robótica educativa para el aprendizaje de la geometría en estudiantes de Educación Básica Regular*. Huancavelica : UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVALICA.

Morano I, M. L. (2012). La robotica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologias . *teoria de la educacion. educaicon y cultura en la sociedad de la informacion E-ISSN 1138-9737*, 74-90 .

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la eduacion del futuro*. París: Organizacion de las Naciones Unidas Para la Educación, La Ciencia y la Cultura .

Muñoz , E., & Bermúdez, D. (2019). Pensamiento Matematico: Más allá de los Números. En J. Haydar , *Investigación Educativa desde el caribe Colombiano* (págs. 116-135). Barranquilla: Universidad del Norte.

Muñoz, J., & Sánchez, A. (2018). *Cálculo del estimador de diferencias en diferencias aplicado a la evaluación de programas públicos de formación: métodos alternativos para su obtención a partir de datos simulados*.

Murcia , E., & Henao, J. (2020). La robótica y el diseño de APP: una posibilidad para potenciar el pensamiento matemático de los estudiantes de pregrado. *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 35-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.31908/19098367.1749>.

Ojeda, A. (2017). *La robótica como una herramienta para facilitar el aprendizaje y desarrollo de las competencias STEM en los integrantes del equipo de robótica pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid, en Antioquia*. Medellín: Univerisdad EAFIT.

Orozco, M. (2016). *Robótica educativa: aplicación metodológica en las aulas de primaria*. Malaga: Universidad de Malaga.

Pablo T. Cañizalez, J. K. (2017). *Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación* . Merida: Universidad de los Andes .

Padilla, D. B., & Martínez, A. J. (2018). Experiencia didáctica con Arduino. El aprendizaje basado en proyectos como metodología de trabajo en el aula de secundaria. *Hekademos: revista educativa digital*, 73–82.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. USA: Basic Books, Inc.

- Papert, S. (1987). *Desafío de la mente*. Buenos Aires : Galápago .
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking School In The Age Of The Computer*. Basic Books. <https://books.google.com.co/books?id=aEPYAAAAMAAJ>
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *constructionism*, 36, 1–11.
- Pérez, Z. (2016). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: una experiencia concreta. *Revista electronica EDUCARE*, 15(1), 42-58.
- Perico , J. (2019). *Aprendizaje transdisciplinar de las ciencias matemáticas mediado por realidad aumentada en programas de Ingeniería*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Piaget , J. (1983). *El lenguaje y el pensamiento en el niño*. Buenos Aires : Guadalupe.
- Piaget, J. (1970). *Genetic Epistemology*. New York,: Columbia University Press.
- Pinilla, Á. (2015). *Diseño e Implementación de una unidad didáctica basada en robótica educativa*. Bogotá: Univirsidad Distrital Francisco José .
- Prieto Avila , G. (2019). *Desarrollo de competencias tecnológicas a través de la Róbotica Educativa*. Manizales : Universidad Católica de Manizales .
- Ramos , N. (2020). *Implementación de un OVA para el fortalecimiento del pensamiento matemático en los estudiantes de grado séptimo*. Bogotá DC. : Fundación Universitaria Los Libertadores .
- Reguera , G. (2001). Pragmatismo y neopragmatismo (A partir de R. Rorty). *Revista de filosofía*.(22), 77-87.
- Resnick, M., Malone, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., . . . Kafai, Y. (November de 2009). Scratch: Programming for All. *Commun. ACM*, 52, 60-67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Rivadeneira , P. (2017). *La robótica como una herramienta para facilitar el aprendizaje y desarrollo de las competencias STEM en los integrantes del equipo de robótica Pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid (Itagüí-Antioquia)*. Medellín: Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/handle/10784/12087>
- Román , M. (2016). *Codigointerpretación y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. <http://e-spcio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman>

- Roselli, N. D. (2011). Teoría del aprendizaje colaborativo y teoría de la representación social: convergencias y posibles articulaciones. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 2, 173-191. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=497856287004>
- Ruano , O. (2007). El trabajo de campo en investigación cualitativa. *Nure investigación*(29).
- Salazar, J. A. (2019). *Integracion de la robotica mediante el uso de la plataforma Arduino para el aprendizaje de matemateicas en aula*. . Leira. : Escuela superior de educacion en ciencias sociales IPL. .
- Sanchez , S. (2020). *Psicomotricidad gruesa y el pensamiento matemático en niños de 5 años del nivel inicial N° 001 de José Leonardo Ortiz*. Chiclayo : Universidad César Vallejo .
- Sánchez B, C., & Albis G. , V. (2012). *Historia de la enselanza de las matematicas en Colombia: de mutis al Siglo XXI*. Bogotá : Revista Quipu Vol.14. N. 1.
- Sánchez, C. (January de 1999). Matemáticas en Colombia en el siglo XIX. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, ISSN 0210-8615, Vol. 22, N° 45, 1999, pags. 687-705, 22.
- Sánchez, M. (2020). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en niños de educación inicial de 4 a 6 años. *Revista Arbitrada del Cieg-Centro de Investigacion y Estudios Gerenciales*. , 1.10.
- Segura , J., Nebot, M., Mon, F., & Novella, M. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *revista UNED*, 22(1).
<http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/22303>
- Silvero , C., & Esclada, M. (2019). *Escuela de Robótica de Misiones: Un modelo de educación disruptiva*. Buenos Aires.: Fundación Santillana.
- Strauss, A., & Corbin , J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* . Medellín : Universidad de Antioquia .
- UNESCO . (1984). *glossary of educational technology terms*. París: UNESCO .
- Universidad de Chile. (2018). *Formato de Validación por Expertos: Guía para validar instrumentos de investigación*. Unach.
- Usán, P., & Bordás, C. (2018). Motivación escolar, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria obligatoria. *Actualidades en psicología*, 32, 95–112.

- Valdés , G. (2016). La codificación axial, innovación metológico. *Revista electrónica científica de investigación educativa*, 3(1), 497-511.
- Valencia, G. D. (2018). *La robotica educativa para el aprendizaje de la Geometria en estudiantes de Educacion Basica regular*. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica: Facultad de educacion.
- Vargas , K., & Yana , M. (2020). Aprendizaje colaborativo: una estrategia que humaniza la educación. *Revista Innova Educación*, 1-17.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35622/j.rie.2020.02.009>
- Vargas Guativa, J. A., Guapacho Castro, J. J., & Isaza Domínguez, L. G. (2017). Robótica móvil: una estrategia innovadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Virtual. Universidad Católica del Norte*(22).
- Vasco, C. E. (2006). Potenciar el pensamiento matemático: un reto escolar. *Bogotá, Ministerio de Educación Nacional, Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias Ciudadanas*, 50.
- Velazco, R. &. (2007). *educatronica: innovacion en el aprendizaje de las ciencias y la tecnologia*. Madrid : Ediciones Diaz de Santos .
- Vergara , A. (2015). *Diseño e implementación de unidad didáctica basada en robótica educativa, herramienta para el fortalecimiento de habilidades de la creatividad en estudiantes del I. E. D. Eduardo Umaña Mendoza*. Bogotá D. C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas . <http://hdl.handle.net/11349/2170>
- Vicéns, J. (2006). *Problemas de estimación y constraste en los modelos de diferencias en diferencias* . Universidad Autónoma de Madrid.
- Vygotsky, L. S. (07 de March de 1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes* (14th ed.). Harvard University Press.
<http://www.amazon.com/exec/obidos/redirect?tag=citeulike07-20&path=ASIN/0674576292>
- W., Salamanca M. Barrera N. & W Holguín. (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. *I2+D. Vol. 10. No.1.*, 15-23.
- Zaini, A., & Retnawati, H. (2019). What Difficulties that Students Working in Mathematical Reasoning Questions? *Journal of Physics: Conference Series*, 1-10.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1397/1/012079/pdf>

- Zamorano , A. (2015). *La práctica de la enseñanza de las matemáticas a través de las situaciones de contingencia*. Barcelona: Universidad Autonoma de Barcelona.
- Zapata, A., Costa , D., Delgado , P., & Torres , J. (2018). Contribución de la robótica educativa en la adquisición de conocimientos de matemáticas en la Educación Primaria. *Revista de formacion del profesorado e investigacion educativa*, 30(1), 43-55.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6722243>
- Zurita, M. V. (2016). *La robotica en el club de ciencia y tecnologia No. 514 de la ciudad de la Mar de Plata, el desarrollo de competencias para aprender a aprender*. Mar de Plata: siglo 21.

Anexos

Anexo A. Validación de instrumentos.



**Universidad Metropolitana de educación, ciencia y tecnología
Facultad de humanidades y ciencias de la educación.
Doctorado en ciencias de la educación**

Validación del instrumento de investigación por criterio de panel de expertos

Información de la investigación a tener en cuenta

Título: Aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo

Objetivos:

General

Analizar el aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo de la ciudad de Pasto en los años 2021-2022.

Específicos

Caracterizar el nivel de desarrollo del pensamiento matemático los educandos de grado noveno, décimo y once de la institución educativa

Elaborar una propuesta formativa a partir de una serie de secuencias didácticas basadas en robótica educativa que permitan a los estudiantes plantear soluciones a problemas del contexto.

Implementar la propuesta formativa en los grados novenos, décimos y once de la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo.

Evaluuar los resultados obtenidos con la propuesta formativa en el desarrollo del pensamiento matemático.

Propósito del instrumento:

Por medio del Test a ser analizado, se pretende lograr desarrollar el primer objetivo específico planteado en la investigación.

Identificación del experto

Nombre y apellidos:

e-mail:

Ocupación:

Teléfono o celular:

Grado académico:

Fecha de la validación (día, mes y año):

Lugar de trabajo:

Nombre del instrumento evaluado

Firma:

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.

I. Aspecto de la validación.

Instrucciones: marca con una X en el recuadro correspondiente.

Criterios

Adecuación: La pregunta esta adecuadamente formulada para los destinatarios que se van a encuestar.

Pertinencia: La pregunta contribuye a recoger información relevante para la investigación.

PREGUNTA		Por favor, marque con una X la respuesta escogida, solo una respuesta					
n. ^º	Evaluación	1 muy en desacuerdo	2 en desacuerdo	3 en desacuerdo más que en acuerdo	4 de acuerdo más que en desacuerdo	5 de acuerdo	6 muy de acuerdo
1	Adecuación						
	Pertinencia						
2	Adecuación						
	Pertinencia						
3	Adecuación						
	Pertinencia						
4	Adecuación						
	Pertinencia						
5	Adecuación						
	Pertinencia						
6	Adecuación						
	Pertinencia						
7	Adecuación						
	Pertinencia						
8	Adecuación						
	Pertinencia						

PREGUNTA		Por favor, marque con una X la respuesta escogida, solo una respuesta					
n.^o	Evaluación	1 muy en desacuerdo	2 en desacuerdo	3 en desacuerdo más que en acuerdo	4 de acuerdo más que en desacuerdo	5 de acuerdo	6 muy de acuerdo
9	Adecuación						
	Pertinencia						
10	Adecuación						
	Pertinencia						
11	Adecuación						
	Pertinencia						
12	Adecuación						
	Pertinencia						
13	Adecuación						
	Pertinencia						
14	Adecuación						
	Pertinencia						
15	Adecuación						
	Pertinencia						
16	Adecuación						
	Pertinencia						
17	Adecuación						
	Pertinencia						
18	Adecuación						
	Pertinencia						
19	Adecuación						

PREGUNTA		Por favor, marque con una X la respuesta escogida, solo una respuesta					
n.º	Evaluación	1 muy en desacuerdo	2 en desacuerdo	3 en desacuerdo más que en acuerdo	4 de acuerdo más que en desacuerdo	5 de acuerdo	6 muy de acuerdo
	Pertinencia						
20	Adecuación						
	Pertinencia						

II. Valoración general del cuestionario

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

sí no

El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente

El número de preguntas del cuestionario es excesivo

Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestado:

N.º de la(s) pregunta(s)

Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo

Propuestas de mejora
(modificación, sustitución o supresión)

Evaluación general del cuestionario
Excelente Buena Regular Deficiente

Validez de contenido
del cuestionario

En caso de considerar preguntas no pertinentes o adecuadas, por favor diligenciar la siguiente información:

Observaciones y recomendaciones en general del cuestionario:

N.º de la(s) pregunta(s)

Motivos por los que se considera no adecuada

Motivos por los que se considera no pertinente

Propuestas de mejora
(modificación, sustitución o supresión)

Opinión de aplicabilidad.

III. Evaluación

Se ha propuesto una escala de valoración de los cuestionarios, según la cantidad de preguntas acertadas y aproximándolas a la escala institucional. Teniendo en cuenta que el ICFES exige 30 puntos sobre un máximo de 60 para aprobar una validación del bachillerato.

Variable	Dimensiones	No preguntas	Número de respuestas correctas en los Test y Re-Test	De Acuerdo	Si seleccionó No, cuál debería ser la escala.
Pensamiento Matemático	Geométrico - métrico	4	Bajo (0 a 1) Básico (2) Alto (3) Superior (4)	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Bajo: Básico: Alto: Superior:
	Numérico-variacional	6	Bajo (0 a 2) Básico (3) Alto (4 a 5) Superior (6)	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Bajo: Básico: Alto: Superior:
	Espacial-Métrico	4	Bajo (0 a 1) Básico (2) Alto (3) Superior (4)	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Bajo: Básico: Alto: Superior:
	Aleatorio	6	Bajo (0 a 2) Básico (3) Alto (4 a 5) Superior (6)	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Bajo: Básico: Alto: Superior:
Valoración General			Bajo (0 a 9) Básico (10 a 13) Alto (14 a 16) Superior (17 a 20)	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Bajo: Básico: Alto: Superior:

Anexo B. Prueba de conocimiento de la robótica.

MIS PRESABERES SOBRE ROBÓTICA

Universidad Metropolitana de educación, ciencia y tecnología
Facultad de humanidades y ciencias de la educación.
Doctorado en ciencias de la educación



Estimado estudiante, se le solicita de manera cordial para dar respuesta a las siguientes interrogantes, cuyos resultados contribuirán a recolectar información relevante para el diseño de las secuencias didácticas que usaremos en nuestras clases.

Código: _____ Género: _____ Edad: _____ Grado: _____

Pregunta

Respuesta

16. ¿Te gusta la tecnología y por qué te gusta?

17. ¿Para qué son las Tics y cuales ejemplos conoces?

18. ¿Para ti que es un Robot y cuál es su función?

19. ¿Qué tipos de robots conoces?

20. ¿Escribe con tus palabras que puede significar el concepto “robótica”?

21. ¿Cuáles crees que son las disciplinas de conocimiento que integran la robótica?

22. ¿Cuáles crees que son los beneficios y límites de la robótica implementada en el aula de clases?

23. ¿Qué elementos considera que forman parte de un robot?

24. ¿Qué tipos de proyectos de robótica le gustaría hacer en clases?
25. ¿Qué asignaturas que cursa en la institución educativa, considera, pueden estar vinculados a proyectos de robótica?
26. ¿Considera necesario involucrar a la familia en los proyectos de robótica y Por qué?
27. ¿Qué le gusta hacer en los tiempos libres?
28. Desde lo que se conoce de la tecnología ¿Qué diferencia entra entre el hardware y software?
29. ¿Para qué cree que sirve el hardware en la robótica?
30. ¿Para qué cree que sirve el software en la robótica?

Anexo C. Test Novenos, Décimos y Onces.

TEST. GRADO NOVENO

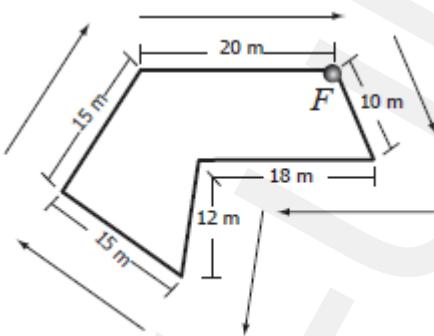
Código estudiantil: _____ Grado noveno: _____

Estimado estudiante, se le solicita de manera cordial para dar respuesta a las siguientes interrogantes, cuyos resultados contribuirán a recolectar información relevante para el desarrollo de una investigación. El presente instrumento tiene como objetivo medir el pensamiento matemático en sus dimensiones geométrico, numérico, espacial y aleatorio.

Esta prueba debe ser entregada con el procedimiento realizado para la respuesta de cada punto, de lo contrario, la respuesta no será tenida en cuenta.

Nota aclaratoria: los resultados de este test serán exclusivamente para la investigación y no tendrán consecuencias en su rendimiento académico. Además, se mantendrá confidencialidad de su participación.

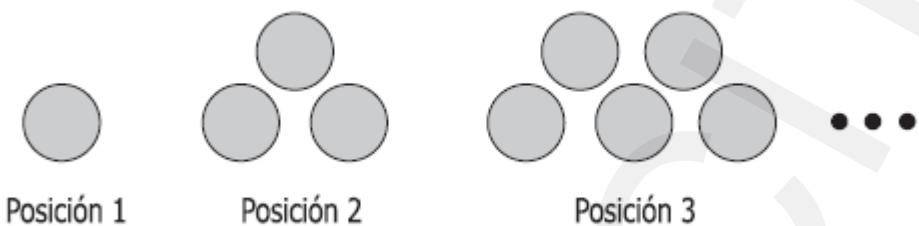
- Oscar Y Mike son atletas, ellos recorren varias veces el parque del Barrio Santa Mónica como se muestra en la siguiente ilustración:



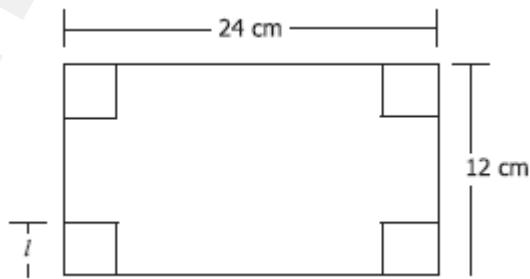
F es el punto de partida de ambos corredores, en la dirección que indica las flechas

Oscar corre con velocidad constante de 1 metro por segundo (m/s) y Mike con velocidad constante de 1,5 m/s. si los dos iniciaron su recorrido al mismo tiempo. Cuando Mike ha recorrido 180 metros ¿Cuántos metros ha recorrido Oscar?

- a. 60
 - b. 120
 - c. 170
 - d. 180
- Se observa la siguiente secuencia que se muestra a continuación. ¿cuál es la expresión que permite calcular el número de círculos correspondientes a la posición n?

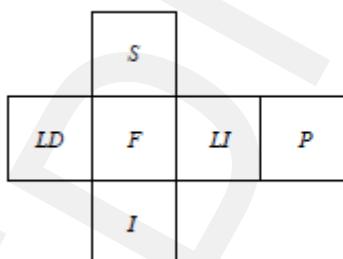


- a. n
 b. $n+1$
 c. $n(n - 1)$
 d. $n + (n - 1)$
3. Una agencia de viajes de Pasto ofrece a sus empleados la posibilidad de escoger entre dos alternativas para el pago de sus salarios:
- Alternativa 1: \$800.000 fijos mensuales.
- Alternativa 2: \$400.000 mensuales más comisión de \$50.000 por cada viaje vendido.
- ¿Cuál de las siguientes ecuaciones permite determinar el número de viajes, n , que debe vender un empleado que escoge la alternativa 2 para que su salario sea igual al de un empleado que escoge la alternativa 1?
- a. $400.000 + 50.000n = 800.000$
 b. $400.000n + 50.000n = 800.000$
 c. $400.000 - 50.000n = 800.000$
 d. $50.000n - 400.000 = 800.000$
4. Con una lámina rectangular de dimensiones 24 cm y 12 cm, va a construirse una caja cortando cuadrados de lado 1 en las esquinas de la lámina, como se muestra en la figura:



¿Cuál es el área de la lámina rectangular?:

- a. 72 cm^2
 - b. 168 cm^2
 - c. 288 cm^2
 - d. 2.544 cm^2
5. Se va a conformar el comité de convivencia en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo. El comité debe estar integrado por tres personas: un estudiante, un profesor y un directivo. Diana fue elegida como representante de los estudiantes. Como candidatos para completar el comité hay 2 profesores (John y Luisa) y dos directivos (Iván y Carlos). ¿Cuáles son los diferentes comités que pueden conformarse?
- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| a. | b. |
| Diana, John y Iván | Diana, John y Luisa |
| Diana, John y Carlos | Diana, John y Iván |
| Diana, Luisa y Iván | Diana, Carlos y Luisa |
| Diana, Luisa y Carlos | Diana, Carlos y Iván |
| c. | |
| Diana, Luisa y John | Diana, Carlos y Iván |
| Diana, Luisa y Iván | Diana, Carlos y John |
| Diana, Carlos y John | Diana, Iván y Luisa |
| Diana, Carlos y Iván | Diana, Iván y John |
6. La figura I muestra el molde que permite armar un sólido y la figura II muestra una de las vistas del sólido armado.



F: frontal
LD: derecha
II: izquierda
S: superior
I: inferior
P: posterior



Figura I: desarrollo de un sólido

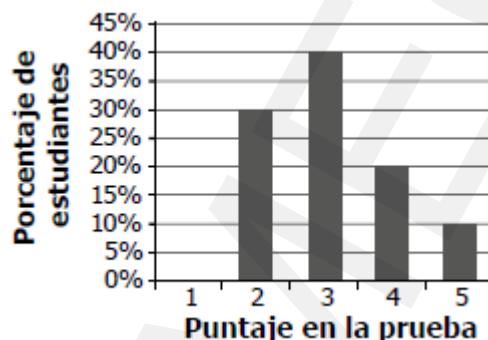
Figura II. Vista del

¿A qué vista del sólido corresponde la figura II?

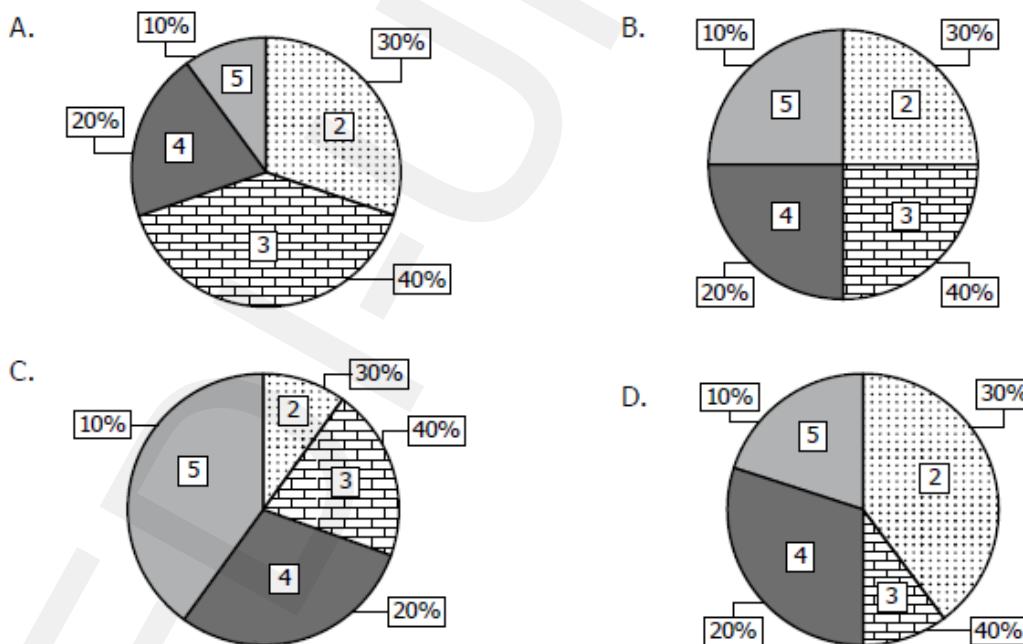
- a. A cualquiera de las 6 vistas, pues con el molde se arma un cubo.
- b. A 4 de las 6 vistas, pues con el molde se arma un prisma rectangular.

- c. A 2 de las 6 vistas, pues solamente la cara frontal y posterior del sólido son cuadradas.
- d. A 1 de las 6 vistas del sólido, pues cada vista del sólido es distinta de las demás.

7. La gráfica muestra los resultados de una prueba de informática:



El diagrama circular o de pastel que corresponde a la gráfica es:



8. En un plano cartesiano, un polígono tiene las siguientes coordenadas:

$$M\left(-\frac{10}{3}, \frac{10}{3}\right), N\left(-\frac{2}{3}, \frac{10}{3}\right), O\left(-\frac{2}{3}, 2\right), P\left(-2, \frac{4}{3}\right) \text{ y } Q\left(-\frac{10}{3}, 2\right)$$

Sabiendo que:

$$-\frac{10}{3} = -3,33$$

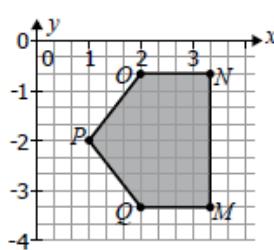
$$\frac{10}{3} = 3,33$$

$$-\frac{2}{3} = -0,66$$

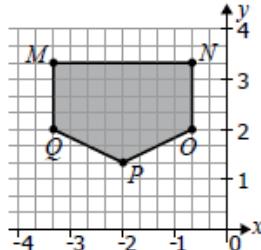
$$\frac{4}{3} = 1,33$$

De acuerdo con las coordenadas anteriores, la figura que corresponde es:

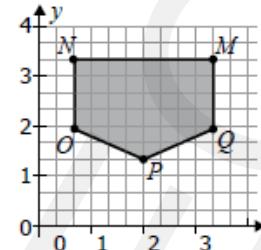
a.



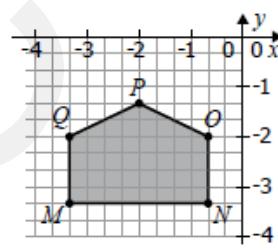
b.



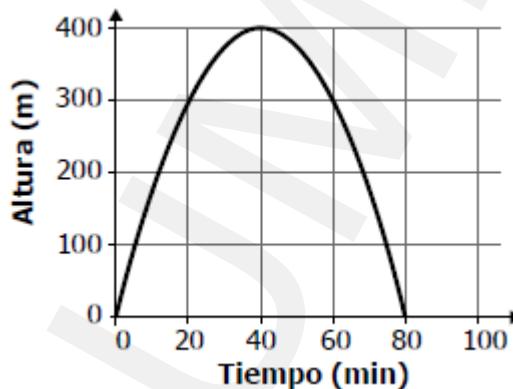
c.



d.



9. La siguiente gráfica expone la altura de un globo respecto al tiempo de elevación:



En relación al comportamiento del globo, es correcto afirmar que:

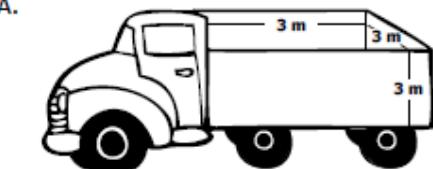
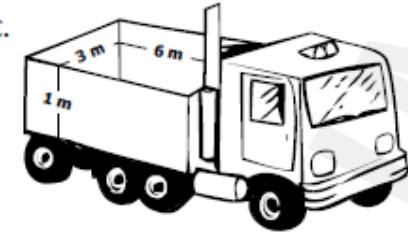
- a. Alcanza la altura máxima en 400 min
- b. El tiempo que el globo dura volando es 40 min.
- c. La altura máxima que alcanza es 40 mts.
- d. Gasta 80 min en hacer todo su recorrido.

10. En la tabla están los puntos obtenidos por los competidores en un campeonato.

Solamente los que tengan un puntaje Superior al promedio de puntos competirán en una carrera que define al campeón.

Nacionalidad del competidor	Puntos
Francés	16
Australiano	14
Español	18
Estadounidense	15
Brasileño	10
Alemán	11

Las nacionalidades de los pilotos que competirán en la carrera final son:

- a. Español, francés y estadounidense:
 b. Alemán, brasileño y australiano.
 c. Español y francés solamente.
 d. Alemán y brasileño solamente.
11. Para remodelar un edificio en el centro de Pasto, un arquitecto compra 9 m³ de arena. La empresa que contrata para transportar el material dispone de cuatro tipos de volquetas. ¿En cuál de las siguientes volquetas es posible transportar la arena en un solo viaje, sin que sobre espacio?:
- A. 
- B. 
- C. 
- D. 
12. En un concesionario de autos se utiliza la expresión algebraica $V = P - 1.400.000x$ para determinar, con base en el valor inicial P de un carro, su valor después de x años en el mercado. ¿Cuál de las siguientes tablas muestra el valor de un carro con valor inicial $P = 20.300.000$ durante los primeros 3 años en el mercado?

A.

Año	Valor (V)
1	18.900.000
2	18.500.000
3	18.100.000

B.

Año	Valor (V)
1	19.300.000
2	18.300.000
3	17.300.000

C.

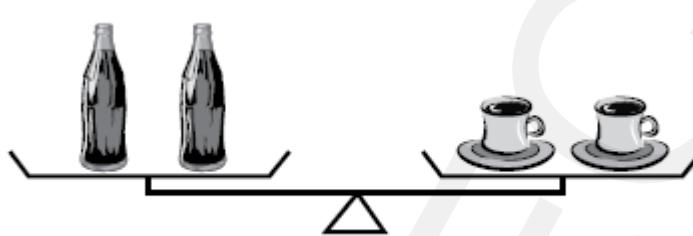
Año	Valor (V)
1	20.160.000
2	20.020.000
3	19.880.000

D.

Año	Valor (V)
1	18.900.000
2	17.500.000
3	16.100.000

13. La balanza de la siguiente figura está en equilibrio. El sistema, se representa por la ecuación $2(X + Y) = 2Z$

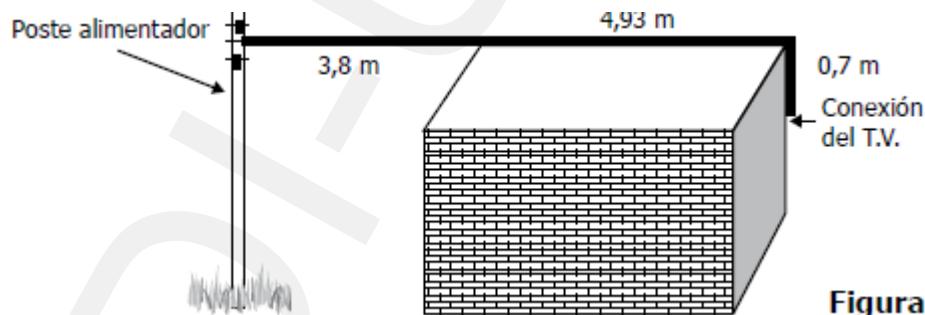
Donde (X) corresponde a la masa de cada plato, (Y) a la masa de cada pocillo y (Z) a la masa de cada botella



¿cuáles de las siguientes son posibles masas, en gramos de los objetos?

- a. $X= 20$, $Y= 15$ y $Z= 35$
- b. $X= 40$, $Y= 10$ y $Z= 30$
- c. $X= 35$, $Y= 15$ y $Z= 20$
- d. $X= 30$, $Y= 40$ y $Z= 10$

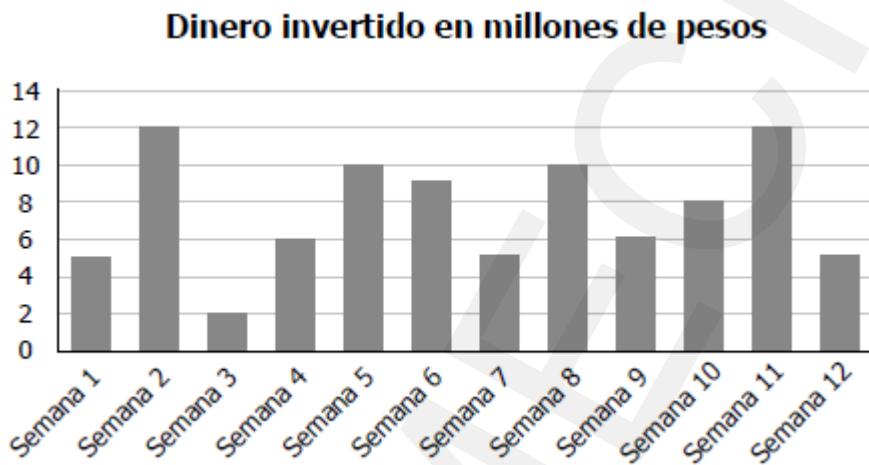
14. Para instalar la televisión por cable en una casa se requiere tender un cable, tensionándolo, desde el poste alimentador hasta la conexión del televisor, como se muestra en la figura.



Aproximadamente, ¿Cuántos metros de cable se requieren para realizar la conexión?

- a. 6m
- b. 7m
- c. 8m
- d. 10m

15. Una persona analiza el precio de las acciones de una empresa y de acuerdo con ello invierte semanalmente. La siguiente gráfica muestra un registro de las inversiones de las últimas 12 semanas.



De acuerdo con el comportamiento de la gráfica es correcto afirmar que la inversión en las primeras:

- a. 4 semanas fue mayor que en las siguientes semanas.
- b. 5 semanas fue igual que en las últimas 5 semanas.
- c. 4 semanas fue menor que en las últimas 4 semanas.
- d. 6 semanas fue igual que en las últimas 6 semanas.

16. El conserje del colegio tiene plantado en su jardín un árbol de 15 metros de altura que justo a las 4 de la tarde proyecta una sombra de 24 metros de longitud. Debido a que esta sombra no alcanza a cubrir todo el jardín, decide plantar junto a él otro árbol de 10 metros de altura; al otro día, a las 4 de la tarde hace la medición de la sombra del nuevo árbol. El valor obtenido en la medición debe ser:

- a. 16 metros.
- b. 24 metros.
- c. 26 metros.
- d. 36 metros.

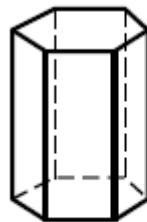
17. Las notas de otro estudiante en los dos primeros exámenes fueron 2,0 y 3,0 respectivamente. El estudiante aprobó el curso ¿Cuál fue la nota mínima que este estudiante pudo obtener en el tercer examen?

- a. 2,0
- b. 3,0

c. 4,0

d. 5,0

18. En la figura se muestra un prisma hexagonal.



No es correcto afirmar que el prisma tiene:

- a. 6 caras rectangulares.
- b. 10 vértices.
- c. 2 caras hexagonales.
- d. 18 aristas.

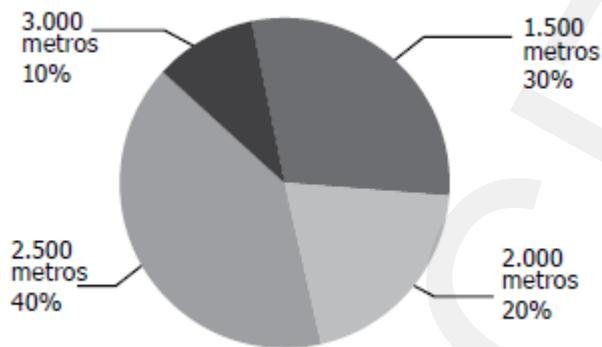
19. Un ingeniero tiene a cargo la construcción de 8,5 km de carretera Pasto-Rumichaca, de la cual ha construido dos tramos de 1,6 km y 5 km, respectivamente. Para determinar la cantidad de kilómetros que faltan por construir, se proponen las siguientes estrategias:

- I. Calcular la diferencia entre los dos tramos construidos y restarla de 8,5 km.
- II. Sumar las tres cantidades suministradas.
- III. Sumar los dos tramos construidos y restar de 8,5 km el resultado.

La opción que contiene la estrategia o estrategias que permiten determinar la cantidad que falta construir es:

- a. I y III únicamente
- b. II únicamente
- c. I y II únicamente
- d. III únicamente.

20. Para mejorar el estado físico de un estudiante de baloncesto, el entrenador del equipo le sugirió correr en promedio 2.500 metros diarios durante un mes. El diagrama muestra los porcentajes correspondientes a las diferentes distancias recorridas durante el mes.



¿Cumplió el atleta la sugerencia del entrenador?

- a. Sí, porque el promedio de las distancias recorridas es 2.500 metros.
- b. Sí, porque el promedio de las distancias recorridas es 2.750 metros
- c. No, porque el promedio de las distancias recorridas es 2.000 metros
- d. No, porque el promedio de las distancias recorridas es 2.150 metros

TEST. GRADO NOVENO				
Pregunta	Competencia	Componente	Afirmación	Respuesta
1	Comunicación, representación y modelación	Geométrico - métrico	Identifica relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma magnitud y determinar su pertinencia.	B
2	Comunicación, representación y modelación	Numérico-variacional	Reconoce el lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos.	D
3	Razonamiento y argumentación	Numérico-variacional	Interpreta y usa expresiones algebraicas equivalentes.	A
4	Planteamiento y resolución de problemas	Geométrico-métrico	Establece y utiliza diferentes procedimientos de cálculo para hallar medidas de superficies y volúmenes.	C
5	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Plantea y resuelve situaciones relativas a otras ciencias utilizando conceptos de probabilidad.	A
6	Razonamiento	Espacial-métrico	Analizar la validez o invalidez de usar procedimientos para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.	A
7	Comunicación	Aleatorio	Reconocer relaciones entre diferentes representaciones de un conjunto de datos y analizar	A

			la pertinencia de la representación	
8	Comunicación	Espacial-métrico	Usar sistemas de referencia para localizar o describir posición de objetos y figuras.	B
9	Razonamiento	Numérico-variacional	Interpretar tendencias que se presentan en una situación de variación.	D
10	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Resolver problemas que requieran el uso e interpretación de medidas de tendencia central para analizar el comportamiento de un conjunto de datos	A
11	Comunicación, representación y modelación	Geométrico - métrico	Establecer y utilizar diferentes procedimientos de cálculo para hallar medidas de superficies y volúmenes.	B
12	Comunicación, representación y modelación	Numérico-variacional	Usar y relacionar diferentes representaciones para modelar situaciones de variación.	D
13	Razonamiento y argumentación	Numérico-variacional	Utilizar propiedades y relaciones de los números reales para resolver problemas.	A
14	Planteamiento y resolución de problemas	Geométrico-métrico	Resolver y formular problemas geométricos o métricos que requieran seleccionar técnicas adecuadas de estimación o aproximación.	D
15	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Formular inferencias y justificar razonamientos y conclusiones a partir del análisis de información estadística	C
16	Razonamiento	Espacial-métrico	Resolver y formular problemas usando modelos geométricos.	A
17	Comunicación	Aleatorio	Fundamenta conclusiones utilizando conceptos de medidas de tendencia central.	C
18	Comunicación	Espacial-métrico	Representar y describir propiedades de objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.	B
19	Razonamiento	Numérico-variacional	Razonar y resolver problemas en situaciones aditivas y multiplicativas en el conjunto de los números reales.	D

20	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Resolver problemas que requieran el uso e interpretación de medidas de tendencia central para analizar el comportamiento de un conjunto de datos	D
----	--	-----------	--	---

TEST. GRADO DÉCIMO

Código estudiantil: _____ Grado DÉCIMO: _____

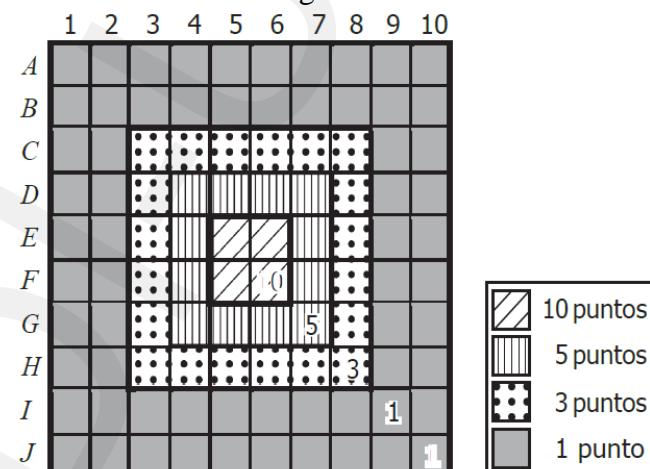
Estimado estudiante, se le solicita de manera cordial para dar respuesta a las siguientes interrogantes, cuyos resultados contribuirán a recolectar información relevante para el desarrollo de una investigación.

El presente instrumento tiene como objetivo medir el pensamiento matemático en sus dimensiones geométrico, numérico, espacial y aleatorio.

Esta prueba debe ser entregada con el procedimiento realizado para la respuesta de cada punto, de lo contrario, la respuesta no será tenida en cuenta.

Nota aclaratoria: los resultados de este test serán exclusivamente para la investigación y no tendrán consecuencias en su rendimiento académico. Además, se mantendrá confidencialidad de su participación.

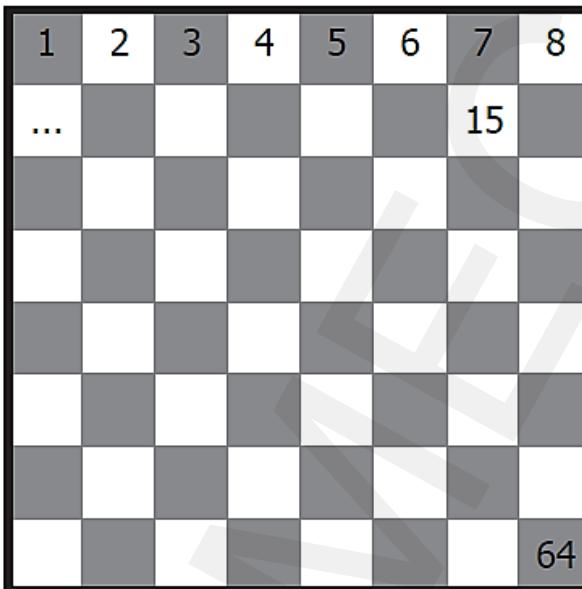
- En un juego de dardos celebrado por el colegio Luis Eduardo Mora Osejo, Juan lanzó tres dardos a un tablero como el siguiente:



El puntaje del juego se obtiene sumando los puntos asignados a la posición donde cae cada dardo. Los tres dardos que lanzó Juan, quedaron ubicados en los recuadros E5, F6 y D7. ¿Qué puntaje obtuvo Juan?

- a. 15 puntos
- b. 18 puntos
- c. 20 puntos
- d. 25 puntos

2. Cuenta una leyenda que un rey pagó al inventor del ajedrez, un grano de maíz por el cuadrado número 1, el doble por el segundo, el doble del segundo por el tercer cuadrado y así sucesivamente. La siguiente ilustración muestra un tablero de ajedrez en el cual se han numerado algunos de sus cuadrados.



De acuerdo a la leyenda, ¿cuántos granos de maíz tuvo que pagar el rey, por el cuadrado número 15?

- A. 2^{14}
- B. 2^{16}
- C. 15^2
- D. 2×15

3. Una empresa que produce adornos navideños en la ciudad de Pasto, los empaca en cajas de tres tamaños:

En una caja grande caben 40 unidades. En una caja mediana caben 30 unidades. En una caja pequeña caben 20 unidades.

La empresa ha recibido un pedido de 300 adornos. ¿Cuál o cuáles de los siguientes grupos de cajas puede emplear la empresa para empacar el pedido?

- I. 3 cajas grandes, 1 caja mediana, 5 cajas pequeñas.
 - II. 4 cajas grandes, 4 cajas medianas, 1 caja pequeña.
 - III. 5 cajas grandes, 2 cajas medianas, 2 cajas pequeñas.
- A. I solamente.
 - B. II solamente.
 - C. I y III solamente.
 - D. II y III solamente.

4. La siguiente tabla muestra los nombres de los atletas de un equipo de futbol del colegio Luis Eduardo Mora Osejo y sus respectivos pesos:

Nombre del atleta	Peso en Kilogramos
Oscar	60
Andrés	62.5
Víctor	58.6
Fernando	61.3
César	65.2
Héctor	59.4

El equipo realiza algunos ejercicios en parejas. La diferencia de pesos entre los atletas que conforman una pareja no debe sobrepasar los 3 kilogramos. ¿Cuáles de los siguientes atletas del equipo **no** pueden realizar los ejercicios en pareja?

- a. Oscar y Víctor
- b. Fernando y Héctor
- c. César y Víctor
- d. Andrés y Fernando

5. Cuatro atletas: Juan, Pedro, Carlos y Jorge entran para una competencia de atletismo, en una pista de 100 metros. Cada uno de ellos dio tres vueltas a la pista. A continuación, se relaciona el tiempo empleado por ellos en cada una de las vueltas.

Vuelta	Tiempo empleado por Juan (en segundos)	Tiempo empleado por Pedro (en segundos)	Tiempo empleado por Carlos (en segundos)	Tiempo empleado por Jorge (en segundos)
Primera	30	22	16	25
Segunda	15	24	18	20
Tercera	15	26	20	18

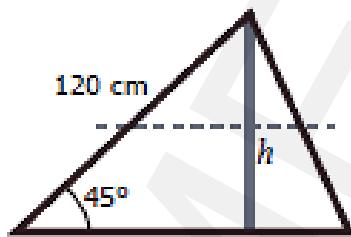
¿Cuál de los atletas tuvo un menor tiempo por vuelta?

- a. Juan
- b. Pedro
- c. Carlos
- d. Jorge

6. El piso de la sala de una casa tiene una superficie de $13,6 \text{ m}^2$. Para cubrir el piso de la sala, se van a comprar baldosas que solamente son vendidas en cajas que contienen baldosas suficientes para cubrir 2m^2 de superficie. ¿Cuál es el número mínimo de cajas que se debe comprar?

- a. 6
- b. 7
- c. 12
- d. 14

7. La línea punteada en la figura muestra un corte realizado a un triángulo. El corte es paralelo a la base y corta por la mitad a la altura que es perpendicular a la base.



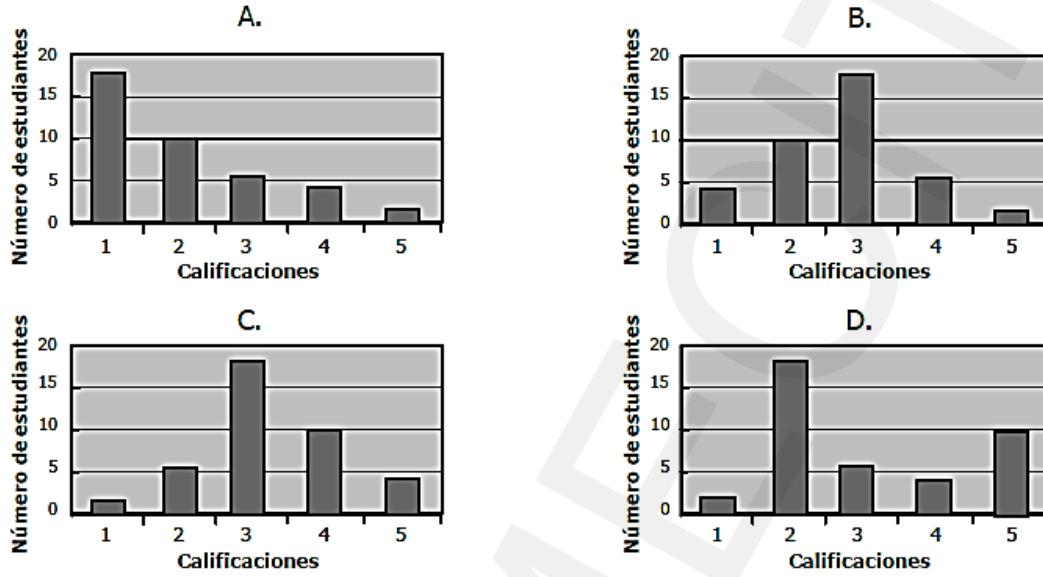
Para realizar el corte, se determinó la altura del triángulo usando la fórmula $\operatorname{sen}(45^\circ) = \frac{h}{120}$; luego se dividió h entre dos. Realizando este procedimiento, y teniendo en cuenta que $\operatorname{sen}(45^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,71$, la distancia a la que se cortó la altura del triángulo fue, aproximadamente:

- a. 85 cm
- b. 42 cm
- c. 60 cm
- d. 30 cm

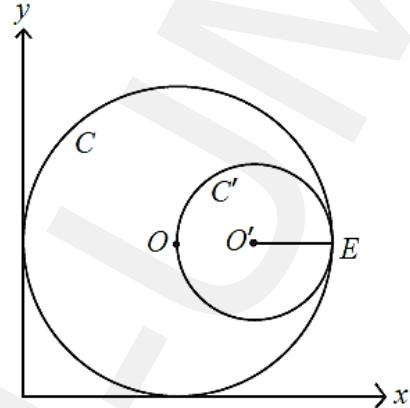
8. En una institución educativa de la ciudad de Pasto, se califica de manera numérica entre 1 y 5, la siguiente tabla representa las calificaciones obtenidas por un grupo de estudiantes en un examen:

Calificación	Número de estudiantes
1	2
2	6
3	18
4	10
5	4

¿En cuál de las siguientes gráficas se representan correctamente los resultados de la tabla?:



9. En el siguiente plano cartesiano se muestran las circunferencias C y C' con centros en O y O' . Las circunferencias son tangentes en el punto E y O es un punto de C' .



Las coordenadas de O y O' son $(2,2)$ y $(3,2)$ respectivamente. ¿Cuántas unidades mide el diámetro de C ?

- a. 1
- b. 2
- c. 4
- d. 5

10. En la ciudad Pasto, se contabilizan la cantidad de personas que van a cine y se las clasifica según las veces que lo hacen por semana.

No	Número de veces que va a cine por semana	Número de personas
1	Una	5.000
2	Dos	3.000

3	Tres	1.500
4	Cuatro o más	300

¿Escoge entre las cuatro opciones, cuál representa mejor la cantidad de veces que una persona de esta ciudad va a cine?

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4

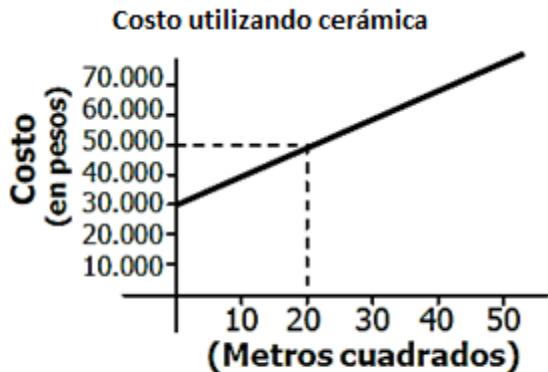
11. Una cuadra mide 100 metros aproximadamente. Un anuncio en una tienda dice: “Gran oferta a tan sólo 1.200 metros de aquí...”. ¿Cuántas cuadras en total tendrá que caminar una persona desde la tienda hasta el sitio donde se encuentra la gran oferta?

- a. 10
- b. 12
- c. 100
- d. 120

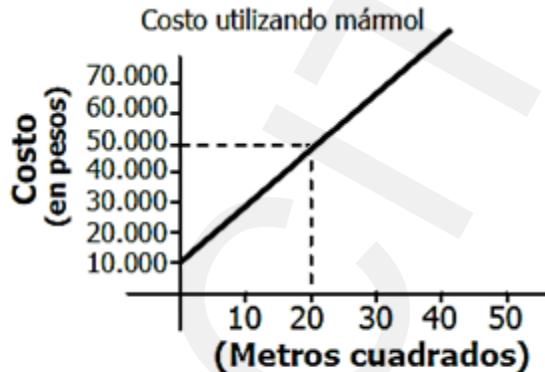
12. A una persona que retiró de un banco \$450.000 le entregaron solamente billetes de \$20.000 y de \$50.000. La persona recibió en total 15 billetes. ¿Cuántos billetes de \$50.000 recibió?

- A. 2
- B. 5
- C. 9
- D. 15

13. A continuación, se presentan dos gráficas. La **gráfica 1** representa la relación entre el costo **C**, de recubrir un piso utilizando cerámica y el área **x** del piso en metros cuadrados. La **gráfica 2** representa la relación entre el costo **C**, de recubrir un piso utilizando mármol y el área **x** del piso en metros cuadrados.



Gráfica 1

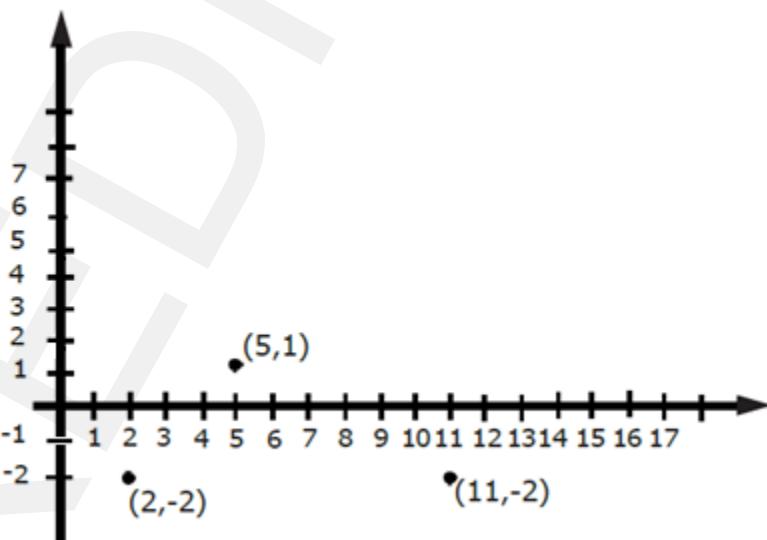


Gráfica 2

En las dos gráficas se presenta un valor inicial que corresponde al alquiler de algunas máquinas que se utilizan para realizar el trabajo.

¿Cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones es o son verdadera(s)?

- I. Para cualquier área es más costoso recubrir en mármol que en cerámica.
 - II. El costo por cada metro cuadrado después de los 20, es mayor cuando se utiliza mármol.
 - III. Recubrir una habitación de 20 metros tiene el mismo costo utilizando mármol o cerámica.
- a. I solamente
- b. II solamente
- c. I y II solamente
- d. II y III solamente
14. En el plano cartesiano se ubican tres parejas ordenadas que son vértices de un paralelogramo.

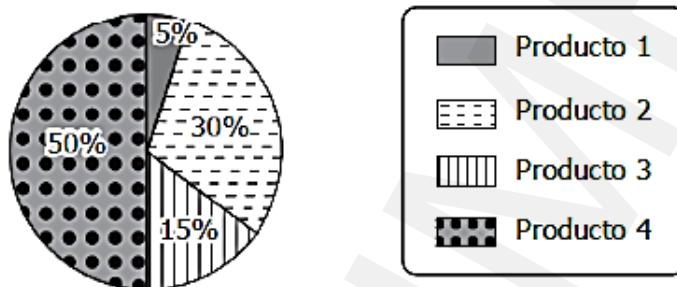


¿Cuál de las siguientes parejas ordenadas puede corresponder al cuarto vértice del paralelogramo?

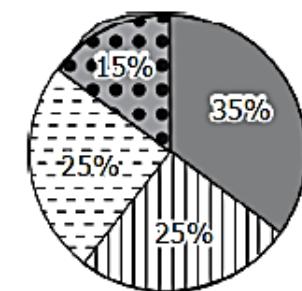
- a. (-3, -1)
- b. (5, -2)
- c. (11, 1)
- d. (14, 1)

15. Una comercializadora vende cuatro clases de productos en las ciudades de **Pasto** y **Popayán**. Durante una semana vendió 1.200 unidades de estos productos en la ciudad de **Pasto** y 800 unidades en la ciudad de **Popayán**. Las siguientes gráficas muestran los porcentajes de ventas en las dos ciudades.

Porcentaje de ventas en la ciudad de **Pasto**



Porcentaje de ventas en la ciudad



de **Popayán**

¿Cuántas unidades del producto 2 fueron vendidas, en total, en la ciudad de **Pasto**?

- a. 100
- b. 240
- c. 360
- d. 480

16. Un *cartabón* es una plantilla que se utiliza en dibujo técnico y que tiene forma de triángulo rectángulo escaleno, de modo que su hipotenusa mide el doble del cateto de menor longitud.

Recuerde que:

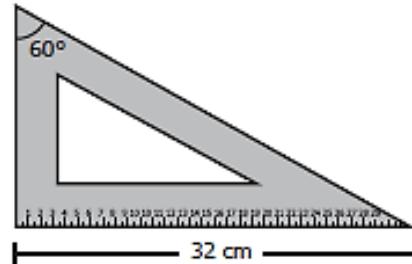
$$\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2} \quad \text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

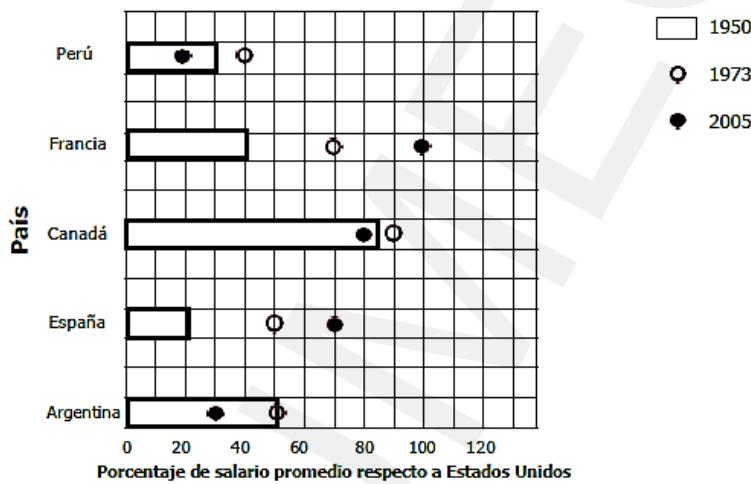
$$\tan 60^\circ = \sqrt{3}$$



Si el cateto más largo de un cartabón mide 32 centímetros, como muestra la figura, ¿cuál de las siguientes medidas corresponde a su cateto menor?

- A. $\frac{32}{\sqrt{3}}$ cm.
- B. 16 cm.
- C. 27 cm
- D. $\frac{64}{\sqrt{3}}$ cm

17. La siguiente gráfica muestra, en porcentajes, el salario promedio de los trabajadores de algunos países respecto al salario promedio de los trabajadores de Estados Unidos en 1950, 1973 y 2005.



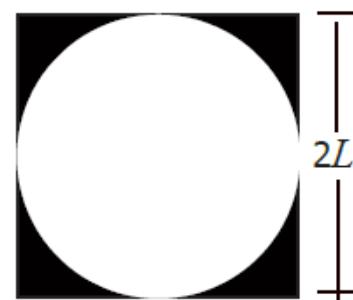
Por ejemplo, en 1950 el salario promedio de los trabajadores en Perú era igual al 30% del salario promedio de los trabajadores en Estados Unidos. En 2005, el salario promedio de los trabajadores en Estados Unidos es más cercano al salario promedio de los trabajadores en:

- a. Canadá
- b. Francia
- c. España
- d. Argentina

18. En un cuadrado de lado $2L$ se inscribe una circunferencia como se muestra a continuación:

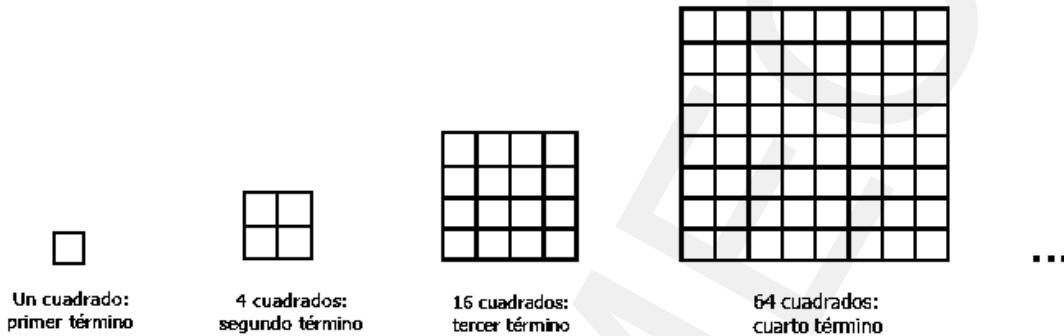
¿Cuál es el radio de la circunferencia inscrita?

- a. $2L$
- b. $\frac{L}{4}$
- c. $\frac{L}{2}$
- d. L



19. Una secuencia en la que cada término es igual al anterior más un valor constante, llamado razón, se llama progresión aritmética. Una secuencia en la que cada término es igual al anterior multiplicado por un valor constante, también llamado razón, se llama progresión geométrica.

La siguiente figura muestra los 4 primeros términos de una secuencia de cuadrados:



Las cantidades de cuadrados que se señalan en la secuencia forman una progresión

- a. Aritmética de razón 2
- b. Aritmética de razón 4
- c. Geométrica de razón 2
- d. Geométrica de razón 4

20. En un laboratorio está estudiándose una población de bacterias, las cuales se multiplican cada minuto. En la siguiente tabla se muestra las cantidades de bacterias que había inicialmente (minuto 0) y la cantidad que se ha generado transcurrido(s) 1, 2 y 3 minutos.

Tiempo (minutos)	0	1	2	3	...
Número de bacterias	1.000	3.000	9.000	27.000	...

Si las bacterias se continúan reproduciendo de la misma manera, ¿cuántas bacterias habrá en total a los 5 minutos?

- a. 135.000
- b. 150.000
- c. 243.000
- d. 300.000

TEST GRADO DÉCIMO				
Pregunta	Competencia	Componente	Afirmación	Respuesta

1	Comunicación, representación y modelación	Geométrico - métrico	Identificar características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica	D
2	Razonamiento y argumentación	Numérico-variacional	Interpretar tendencias que se presentan en un conjunto de variables relacionadas	A
3	Planteamiento y resolución de problemas	Numérico-variacional	Resolver problemas en situaciones aditivas y multiplicativas	D
4	Planteamiento y resolución de problemas	Geométrico-métrico	Resolver y formular problemas que requieran técnicas de estimación	C
5	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Usar e interpretar medidas de tendencia central para analizar el comportamiento de un conjunto de datos	C
6	Razonamiento	Espacial-métrico	Utilizar técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas	B
7	Razonamiento	Espacial-métrico	Utilizar técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas	B
8	Comunicación	Aleatorio	Reconocer relaciones entre un conjunto de datos y sus representaciones	C
9	Comunicación	Espacial-métrico	Identificar características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica	C
10	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Usar e interpretar medidas de tendencia central para analizar el comportamiento de un conjunto de datos	A
11	Comunicación, representación y modelación	Geométrico - métrico	Identificar relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma Magnitud	B
12	Razonamiento y argumentación	Numérico-variacional	Interpretar y usar expresiones algebraicas Equivalentes	B
13	Comunicación, representación y modelación	Numérico-variacional	Identificar características de gráficas cartesianas en relación con la situación que representan	D

14	Planteamiento y resolución de problemas	Geométrico-métrico	Identificar características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica	D
15	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Resolver y formular problemas a partir de un conjunto de datos presentado en tablas, diagramas de barras y diagrama circular	C
16	Razonamiento	Espacial-métrico	Hacer conjeturas y verificar propiedades de congruencias y semejanza entre figuras bidimensionales	A
17	Comunicación	Aleatorio	Interpretar y utilizar conceptos de media, mediana y moda y explicitar sus diferencias en distribuciones diferentes	B
18	Comunicación	Espacial-métrico	Identificar relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma Magnitud	D
19	Razonamiento	Numérico-variacional	Reconocer patrones en secuencias numéricas	D
20	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Resolver problemas que involucran potenciación, radicación y logaritmación	C

TEST. GRADO ONCE

Código estudiantil: _____ Grado Once: _____

Estimado estudiante, se le solicita de manera cordial para dar respuesta a las siguientes interrogantes, cuyos resultados contribuirán a recolectar información relevante para el desarrollo de una investigación. El presente instrumento tiene como objetivo medir el pensamiento matemático en sus dimensiones geométrico, numérico, espacial y aleatorio.

Esta prueba debe ser entregada con el procedimiento realizado para la respuesta de cada punto, de lo contrario, la respuesta no será tenida en cuenta.

Nota aclaratoria: los resultados de este test serán exclusivamente para la investigación y no tendrán consecuencias en su rendimiento académico. Además, se mantendrá confidencialidad de su participación.

- En la figura se compone de un cuadrado de lado k y un semicírculo.



Para calcular el área de la figura se empleó el siguiente procedimiento:

Paso 1. $A_c = k \cdot k = k^2$

Paso 2. $A_s = \frac{\left(\frac{k}{2}\right)^2 \pi}{2} = \frac{\frac{k^2 \pi}{4}}{2} = \frac{k^2 \pi}{8}$

Paso 3. $A_f = A_c + A_s$

Paso 4. $A_f = k^2 + \frac{k^2 \pi}{8} = k^2 \left(1 + \frac{\pi}{8}\right)$

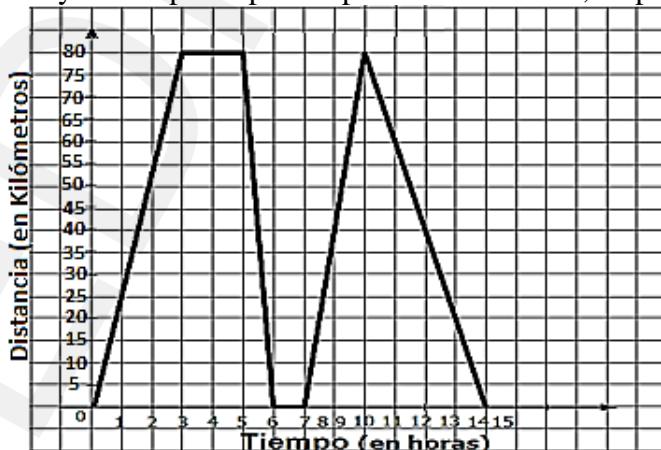
El anterior procedimiento es

- A. correcto, pues el radio equivale a $\frac{k}{2}$.
- B. incorrecto, ya que A_s equivale a $k^2 \pi$.
- C. correcto, ya que se ha sumado A_c y $\frac{A_s}{4}$
- D. incorrecto, pues A_s equivale a $\frac{k^2 \pi}{4}$

2. El tiempo t que demora una pelota para alcanzar una altura de 14 m, cuando ha sido lanzada hacia arriba, puede calcularse resolviendo la ecuación $5t^2 - 3t - 14 = 0$, donde t representa el tiempo medido en segundos. ¿Cuál es el valor de t ?

- a. -2
- b. 2
- c. $-7/5$
- d. $7/5$

Teniendo en cuenta la información de la gráfica, que representa la relación entre la distancia desde el punto de partida y el tiempo empleado por el auto de Luis, responde 3 y 4.



3. ¿Cuánto tiempo estuvo detenido el auto de Luis por primera vez?

- A.** 2 hora
- B.** 1 horas
- C.** 4 horas
- D.** 3 horas

4. ¿Dónde se encuentra el auto de Luis después de 14 horas de haber iniciado el recorrido?

- A.** 320 km del lugar de partida.
- B.** A 80 km del lugar de partida.
- C.** A 13 km del lugar de partida.
- D.** En el lugar de partida, en un tiempo diferente.

5. Luego de realizar una encuesta a los profesores del colegio Luis Eduardo Mora Osejo, se concluyó que, de cada 10 personas, 6 consumen leche, y que, de las personas que consumen leche, 2 son mujeres.

De acuerdo a los resultados de la encuesta, ¿cuál es la probabilidad de encontrar en un grupo de 10 personas a un hombre que consuma leche?:

- A.** 20%
- B.** 30%
- C.** 40%
- D.** 80%

6. Pablo tiene dos dados con forma de cubo, cada cara de los dados está marcada con un número distinto.

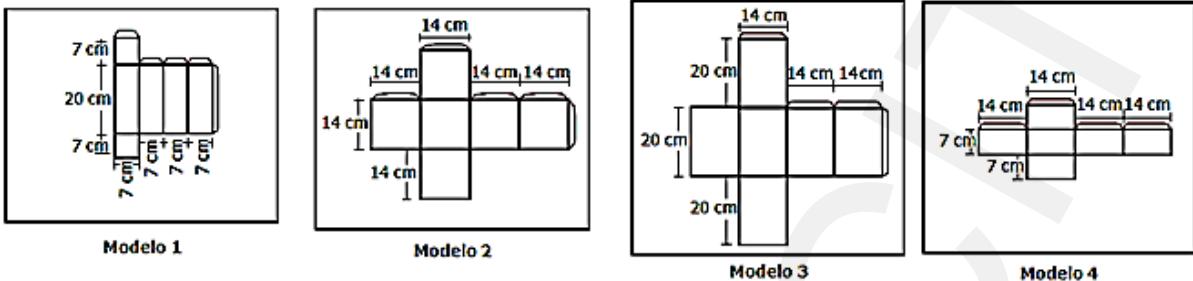
Las caras de uno de los dados están marcadas con los números 2, 4, 6, 8 ,10, 12, respectivamente.

Y las caras del otro dado, están marcadas con los números 1, 3, 5, 7, 9, 11, respectivamente.
Pablo lanza los dados, luego suma los números marcados en la cara Superior de cada uno, y registra el resultado.

¿Cuál de los siguientes resultados es IMPOSIBLE que obtenga Pablo?

- A.** 11
- B.** 13
- C.** 14
- D.** 15

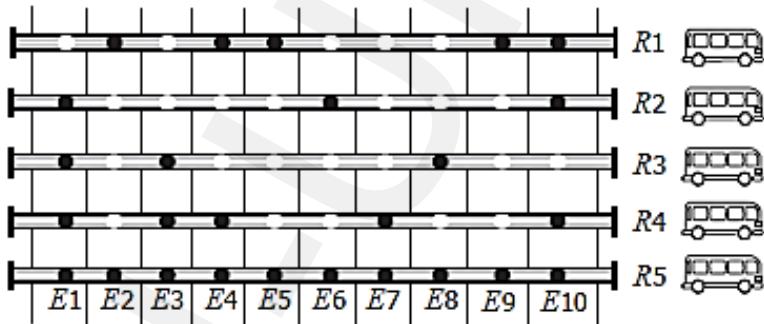
7. Una empresa de empaques ofrece a la pastelería LA MERCED, los siguientes cuatro modelos de cajas para que empaquen algunos de sus productos.



¿Cuál de los modelos debe escoger la pastelería para empacar tortas de forma cilíndrica de 20 cm de altura y 7 cm de radio?

- A. El modelo 3
- B. El modelo 2
- C. El modelo 1
- D. El modelo 4

8. Un sistema de transporte masivo tiene varias estaciones ($E_1, E_2 \dots$) sobre una avenida. En condiciones normales, de una estación a otra, un bus se demora 4 minutos, y en cada parada, 30 segundos. En la figura, los círculos sombreados representan las paradas de cada ruta ($R_1, R_2 \dots$); si no está sombreado, no realiza la parada.



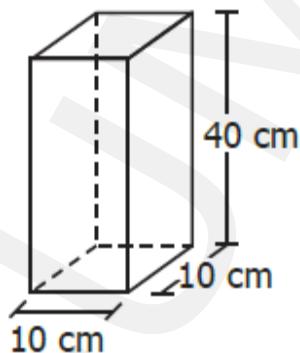
Un usuario que quiere ir de E_1 a E_{10} en el menor tiempo, determinó, con base en la figura, que la ruta que más le convenía tomar era R_2 y estimó el tiempo que tardaría viajando en el bus así:

- I. Contó la cantidad de tramos entre estaciones consecutivas que había en su recorrido: 10
 - II. Multiplicó el número obtenido en I (10) por la cantidad de minutos (4) que tardará entre dos estaciones consecutivas: 40 minutos.
 - III. Al resultado anterior le sumó 30 segundos por la parada que hará en E_6 : 40,5 minutos.
- Este procedimiento es incorrecto en el(s) paso(s)
- A. I solamente
 - B. I y II solamente
 - C. II solamente
 - D. II y III solamente

9. Para realizar un experimento, se llenan con un líquido botellas de diferentes capacidades, como las que se muestran a continuación.



Posteriormente, para elaborar una mezcla, se debe pasar el líquido de algunas botellas al recipiente que aparece a continuación:



El recipiente se llena exactamente con el líquido de las botellas

- A. 1 y 2
- B. 2 y 3
- C. 1 y 4
- D. 2 y 4

10. Una persona que vive en Colombia tiene inversiones en Estados Unidos, y sabe que la tasa de cambio del dólar respecto al peso colombiano se mantendrá constante este mes, siendo 1 dólar equivalente a 2.000 pesos colombianos y que su inversión, en dólares, le dará ganancias del 3 % en el mismo periodo.

Un amigo le asegura que en pesos sus ganancias también serán del 3 %. La afirmación de su amigo es:

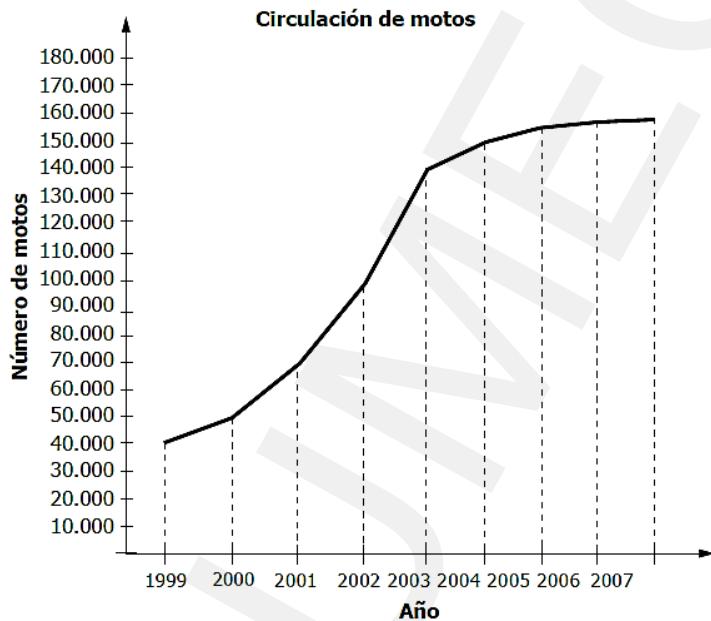
- A. **correcta**, pues, sin importar las variaciones en la tasa de cambio, la proporción en que aumenta la inversión en dólares es la misma que en pesos.

B. **incorrecta**, pues debería conocerse el valor exacto de la inversión para poder calcular la cantidad de dinero que ganará.

C. **incorrecta**, pues el 3 % representa un incremento, que será mayor en pesos colombianos, pues en esta moneda cada dólar representa un valor 2.000 veces mayor

D. **correcta**, pues el 3 % representa una proporción fija en cualquiera de las dos monedas, puesto que la tasa de cambio permanecerá constante.

11. La siguiente gráfica presenta información sobre el número de motos que han circulado por una ciudad desde el año 1999 hasta el año 2007.

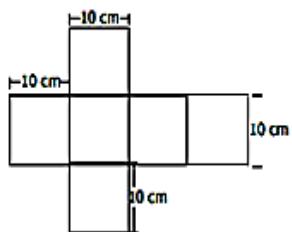


Si el número de motos que circulan en esta ciudad sigue creciendo con la regularidad que se muestra en la gráfica, en los cuatro años siguientes al 2007, el crecimiento anual del número de motos será:

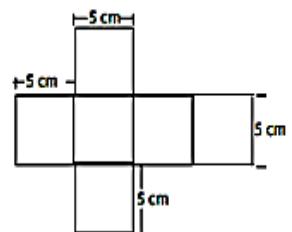
- A. Mayor que el crecimiento de 2002 a 2003
- B. Mayor que el crecimiento de 1999 a 2000 y menor que el crecimiento de 2000 a 2001
- C. Mayor que el crecimiento de 2000 a 2001 y menor que el crecimiento de 2002 a 2003
- D. Menor que el crecimiento de 1999 a 2000

12. En un almacén deportivo quieren empacar balones de 10 centímetros de radio en cajas cúbicas. Disponen de los siguientes moldes para armar las cajas:

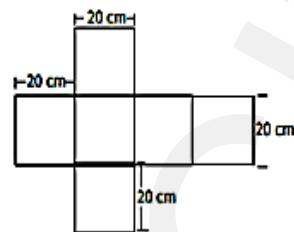
Molde 1



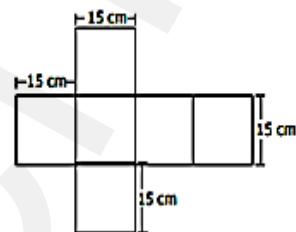
Molde 2



Molde 3



Molde 4



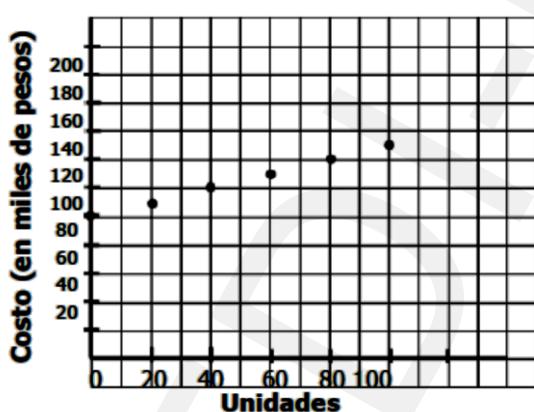
¿Cuál es el molde más adecuado para construir estas cajas?

- A. El molde 1
- B. El molde 2
- C. El molde 3
- D. El molde 4

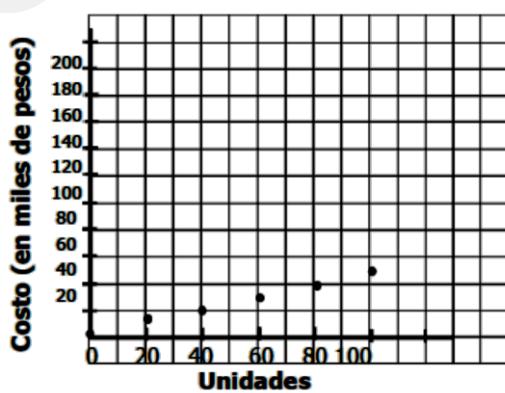
13. Un fabricante de una reconocida empresa de Pasto, obtiene los siguientes datos que relacionan el número de unidades producidas de un artículo con el costo correspondiente (en miles de pesos).

Unidades	0	20	40	60	80	100
Costo	100	110	120	130	140	150

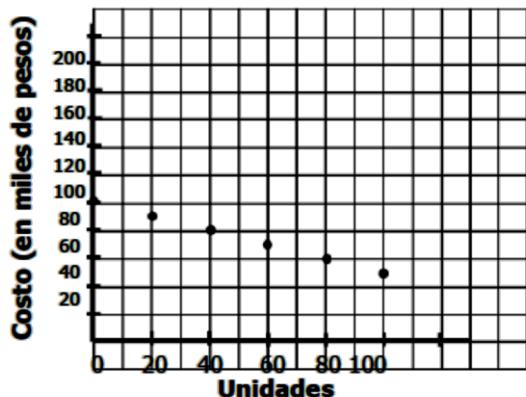
A.



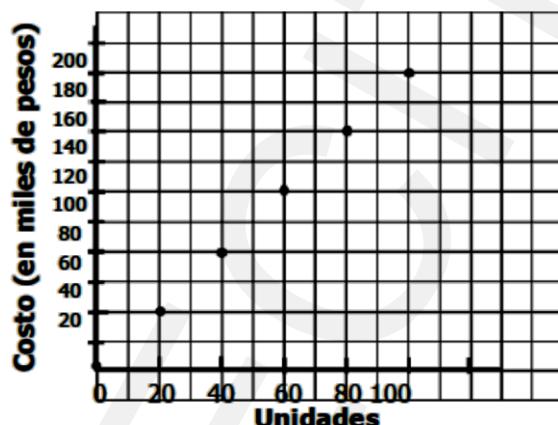
B.



C.



D.



14. Una prueba atlética tiene un récord mundial de 10,49 segundos y un récord olímpico de 10,50 segundos. ¿Es posible que un atleta registre un tiempo, en el mismo tipo de prueba, que rompa el récord olímpico, pero no el mundial?

- A. Sí, porque puede registrar, por ejemplo, un tiempo de 10,497 segundos, que está entre los dos tiempos récords.
- B. Sí, porque puede registrar un tiempo menor que 10,4 y marcaría un nuevo récord.
- C. No, porque no existe un registro posible entre los dos tiempos récords.
- D. No, porque cualquier registro menor que el récord olímpico va a ser menor que el récord mundial.

15. Observa la secuencia de figuras:



Figura 1

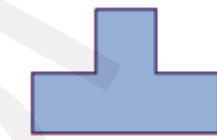


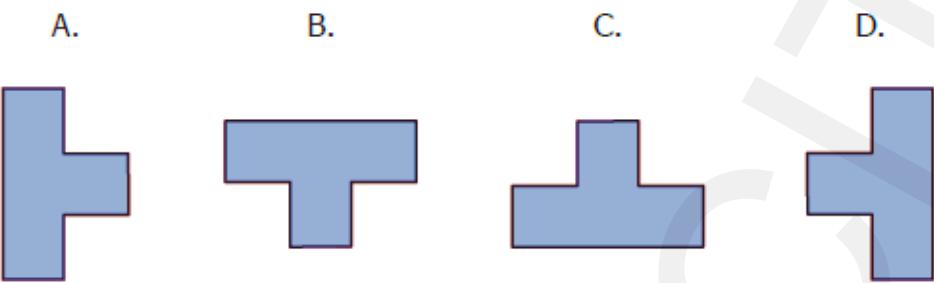
Figura 2



Figura 3

...

Conservando la regularidad de la secuencia, ¿Cuál es la figura 7?



16. Las siguientes tablas muestran las temperaturas de una ciudad durante las 24 horas de un día.

Hora (a.m.)	T (° C)
12:00	12
1:00	10
2:00	12
3:00	12
4:00	11
5:00	10
6:00	14
7:00	14
8:00	15
9:00	16
10:00	16
11:00	15

Primeras 12 horas (a.m.)

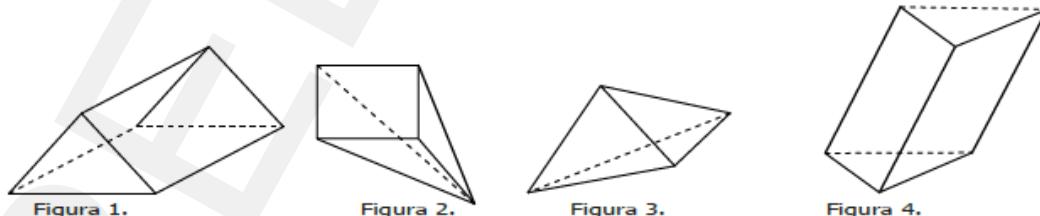
Hora (p.m.)	T (° C)
12:00	17
1:00	16
2:00	17
3:00	15
4:00	15
5:00	16
6:00	14
7:00	12
8:00	13
9:00	12
10:00	12
11:00	13

Segundas 12 horas (p.m.)

¿Cuál es el promedio de las temperaturas registradas desde las 9:00 a.m. hasta la 1:00 p.m.?

- A. 15 °C
- B. 16 °C
- C. 17 °C
- D. 18 °C

17. ¿Cuáles de las siguientes figuras son pirámides?



- A. La figura 1 y la figura 2
- B. La figura 2 y la figura 3

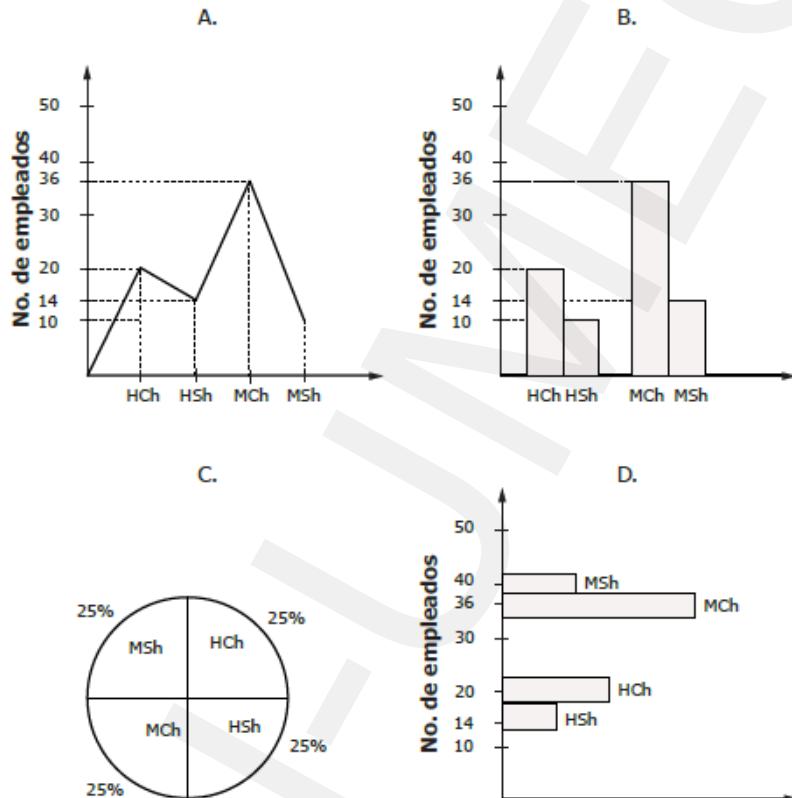
- C. La figura 3 y la figura 4
 D. La figura 1 y la figura 4

18. El comité social de una empresa va a organizar una fiesta. Para ello pregunta a los 80 empleados si tienen hijos o no. Los resultados son:

De los 30 hombres empleados, 20 tienen hijos.

De las 50 mujeres empleadas, 36 tienen hijos.

¿Cuál es la gráfica que representa correctamente la información de la encuesta?



Hch: Hombres que tienen hijos.

Mch: Mujeres que tienen hijos

HSh: Hombres que no tienen hijos.

Msh: Mujeres que no tienen hijos

19. En una fábrica se aplica una encuesta a los empleados para saber el medio de transporte que usan para llegar al trabajo, y luego decidir si se implementa un servicio de ruta. Los resultados mostraron, entre otras, estas tres conclusiones sobre un grupo de 100 empleados que viven cerca de la fábrica y que se desplazan únicamente en bus o a pie:

- El 60 % del grupo son mujeres.
- El 20 % de las mujeres se desplazan en bus.

- El 40 % de los hombres se desplazan caminando.

¿Cuál de las siguientes tablas representa correctamente la información obtenida de ese grupo?

A.

Género Transporte	Hombre	Mujer
En bus	40	60
Caminando	60	40

B.

Género Transporte	Hombre	Mujer
En bus	34	12
Caminando	16	38

C.

Género Transporte	Hombre	Mujer
En bus	24	12
Caminando	16	48

D.

Género Transporte	Hombre	Mujer
En bus	0	20
Caminando	40	40

20. En una institución educativa hay dos cursos en grado once. El número de hombres y mujeres de cada curso se relaciona en la tabla:

	Curso 11A	Curso 11B	Total
N. de mujeres	22	23	45
N. de hombres	18	12	30
TOTAL	40	35	75

La probabilidad de escoger un estudiante de grado undécimo, de esta institución, que sea mujer es de $\frac{3}{5}$. Este valor corresponde a la razón entre el número total de mujeres y

- A. El número total de estudiantes de grado undécimo
- B. El número total de hombres de grado undécimo
- C. El número total de mujeres del grado 11B
- D. El número total de hombres del curso 11A

TEST. GRADO ONCE				
Pregunta	Competencia	Componente	Afirmación	Respuesta
1	Resolución	Geométrico - métrico	Resolver problemas de medición utilizando de manera pertinente instrumentos y unidades de medida	A
2	Razonamiento y argumentación	Numérico-variacional	Resolver problemas en situaciones de variación y modelar situaciones de variación con funciones polinómicas y exponenciales en	B

			contextos aritméticos y geométricos	
3	Razonamiento	Numérico-variacional	Interpretar tendencias que se presentan en un conjunto de variables relacionadas	A
4	Comunicación, representación y modelación	Numérico-variacional	Identificar características de gráficas cartesianas en relación con la situación que representan	D
5	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Plantear y resolver situaciones relativas a otras ciencias utilizando conceptos de probabilidad	C
6	Comunicación	Aleatorio	Reconocer la posibilidad o la imposibilidad de ocurrencia de un evento a partir de una información dada o de un fenómeno	C
7	Razonamiento	Espacial-métrico	Generalizar procedimientos de cálculo para encontrar el área de figuras planas y el volumen de algunos sólidos	A
8	Comunicación	Espacial-métrico	Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.	A
9	Planteamiento y resolución de problemas	Geométrico-métrico	Establecer y utilizar diferentes procedimientos de cálculo para hallar medidas de superficies y Volúmenes	C
10	Razonamiento y argumentación	Numérico-variacional	Valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.	D
11	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Resolver, justificar razonamientos y plantear conclusiones usando información estadística	D
12	Comunicación, representación y modelación	Geométrico - métrico	Utilizar técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas	C
13	Comunicación	Numérico-variacional	Describir y representar situaciones de variación relacionando diferentes representaciones	A

14	Razonamiento	Numérico-variacional	Valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.	A
15	Planteamiento y resolución de problemas	Geométrico-métrico	Resolver y formular problemas usando modelos geométricos	A
16	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Resolver y formular problemas a partir de un conjunto de datos presentado en tablas, diagramas de barras y diagrama circular	B
17	Razonamiento	Espacial-métrico	Construir argumentaciones formales y no formales sobre propiedades y relaciones de figuras planas	B
18	Comunicación	Aleatorio	Reconocer relaciones entre un conjunto de datos y sus representaciones	B
19	Comunicación	Espacial-métrico	Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas	C
20	Planteamiento y resolución de problemas.	Aleatorio	Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.	A

Hoja de Respuestas

	Código					Grado														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Procedimientos

Muy comedidamente se solicita para cada pregunta contestada, establecer el procedimiento realizado para seleccionar la respuesta.

1

2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

16
17
18
19
20

Anexo D. Entrevista a Estudiantes.



Universidad Metropolitana de educación, ciencia y tecnología
Facultad de humanidades y ciencias de la educación.
Doctorado en ciencias de la educación

Estimado estudiante, se le solicita de manera cordial para dar respuesta a las siguientes interrogantes, cuyos resultados contribuirán a recolectar información relevante para el desarrollo de una investigación.

Objetivo: medir el aporte de la robótica educativa en el pensamiento matemático.

Código: _____ Genero: _____ Grado: _____

Pregunta.	Respuesta.
Escriba con sus palabras, qué puede significar el concepto “robótica”	
¿Para usted, qué es un Robot y cuál es su función?	
¿Qué tipos de robots conoce?	
Escriba su apreciación sobre las secuencias didácticas trabajadas	
¿Considera que las secuencias desarrolladas le permitieron mejorar procesos relacionados con el pensamiento matemático?	
¿Considera que las secuencias desarrolladas le permitieron mejorar procesos relacionados con el pensamiento matemático?	
Si tiene alguna sugerencia relacionada con las actividades desarrolladas, indíquelas a continuación	

Anexo E. Observación participante.



Guía de observación participante		
Fecha:	Hora de Inicio:	Hora de cierre:
Institución educativa:		Duración:
Descripción de la observación:		
Lugar de la observación:	Número de asistentes:	
Actividad: Secuencia didáctica No (Nombre) Componente Pensamiento Matemático:		
Observación: Inicio Desarrollo Finalización		

Fuente: Adaptado de Barrera (2015).

Anexo F. Consentimiento informado.

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y TECNOLOGÍA – UMECIT



CONSENTIMIENTO INFORMADO

NOMBRE PROYECTO TESIS: Aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del Pensamiento Matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once: caso de estudio, I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo

Nosotros, (Yo) _____, identificado(a) con documento de identidad No. _____ expedido en _____, y _____ identificado(a) con documento de identidad No. _____ expedido En _____, en nuestra (mi) calidad de madre (), padre (), cuidador(a) () o representante legal () de (el/la) estudiante _____ identificado(a) con número de documento _____ expedido en _____ y quien cursa el grado _____, declaro que he sido informado, para permitir que (el/la) estudiante participe dentro de la investigación arriba mencionada de acuerdo a la siguiente información:

Propósito de este documento

La investigación se ha trazado como objetivo analizar el aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once en la I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo de la ciudad de Pasto en los años 2021-2022.

Cuya población objeto de estudio son los y las estudiantes de grados previamente mencionados. Por tal razón, se solicita la autorización para la aplicación de secuencias didácticas e instrumentos de recolección de información en el caso que corresponda.

Este documento se le entrega para ayudarle a comprender las características de la investigación, de tal forma que usted(es) pueda decidir de manera autónoma y voluntariamente si desea que el estudiante a su cargo participe o no en la investigación. Si luego de leer este documento tiene alguna duda, solicite las aclaraciones necesarias al siguiente número telefónico 3166209327 para llamadas o mensajes de WhatsApp o dirección de correo electrónico rosero.calderon@gmail.com

Importancia de la investigación:

La sociedad contemporánea requiere de unos educandos cuenten con unas competencias asociadas al pensamiento matemático para mejorar la capacidad de resolver problemas y de trabajar en equipo. No obstante, esta área del saber genera en los educandos, temores e incluso, conflictos al interior de los hogares.

Por esta razón, el estudio considera la necesidad de establecer alternativas en torno a configurar procesos de formación que desarrollen el pensamiento matemático explotando las motivaciones y los intereses de los educandos por la tecnología. En este caso, se propone acudir al uso de la robótica, en la cual el pensamiento matemático se asocia con diversas disciplinas para resolver problemas de base tecnológica, pero que son

implementados en diversas áreas, como, por ejemplo, la agricultura, la medicina, la geología, entre otras.

Confidencialidad.

Teniendo en cuenta que los participantes son menores de edad, la identidad de los participantes estará protegida, durante todo el estudio solo se utilizará un código numérico que lo diferenciará de los otros participantes en la investigación. La información obtenida será guardada hasta el tiempo del análisis e interpretación de la información. No se publicarán los datos de manera personalizada ni referida a la Unidad Educativa. Los datos individuales sólo serán conocidos por el investigador mientras dura el estudio, quien, en todo caso, se compromete a no divulgarlos. Los resultados que se publicarán corresponden a la información general de todos los participantes.

Durante la investigación se recolectará material filmográfico en las sesiones de clase, que serán utilizados como insumo de análisis pro que no serán incluidas en los informes de la investigación y tampoco serán divulgados por ningún medio.

Responsables de la investigación.

El estudio será dirigido por la estudiante del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad Metropolitana de Ciencia y Tecnología (UMECIT), Panamá: Oscar Andrés Rosero Calderón con número de cedula ciudadanía 13.068.483. Asesorado por el Dr. Jimmy Yordany Ardila Muñoz.

Así mismo, es conveniente expresar que usted(es) no tendrá(n) que hacer gasto alguno durante la participación en la investigación y en el momento que lo considere podrá solicitar información sobre sus resultados al responsable de la investigación.

Riesgos y beneficios.

Según el Informe Belmont en el literal B., en referencia a los principios éticos Básicos, se contempla que “La expresión "principios éticos Básicos" se refiere a aquellos criterios generales que sirven como base para justificar muchos de los preceptos éticos y valoraciones particulares de las acciones humanas. Entre los principios que se aceptan de manera general en nuestra tradición cultural, tres de ellos son particularmente relevantes para la ética de la experimentación con seres humanos: Los principios de respeto a las personas, de beneficencia y de justicia y en el artículo 11 de la Resolución 8430, se mencionan, “las entrevistas los cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta”

Así mismo la investigación se realizará con los principios exigidos por la ética en investigación, como son el de Beneficencia, Justicia, Comprensión y confidencialidad de la Información, Participación voluntaria, entre otros. Por lo anterior este trabajo de investigación se considera sin riesgo, para las personas que participan en el estudio. Así mismo se garantiza que los resultados de la investigación no serán utilizados en perjuicio de los individuos participantes ni de los intereses de las Entidades Educativas.

Con el fin de que los padres de familia y la institución conozcan los resultados del proceso educativo, se convocará al final de la investigación una socialización en la que participarán estudiantes, padres de familia y docentes de la institución.

Declaro que he(hemos) leído este documento en su totalidad y que entendí(entendimos) su contenido, por tanto, acepto(aceptamos) que (el/la) estudiante a mi cargo, participe en la investigación mencionada.

Padre, madre o acudiente:

Firma: _____

Nombre:

C.C. No.

Contacto:

Padre, madre o acudiente:

Firma: _____

Nombre:

C.C. No.

Contacto:

Fecha:

Anexo G. Solicitud Rectoría.

Fecha: abril 2021

Apreciada Rectora:
Magister
Betty Lucia Yela Pérez.
I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo

Por medio de la presente me permito solicitar su autorización y colaboración para iniciar el trabajo de campo del proyecto de investigación: “**Aporte de la Robótica Educativa al desarrollo del Pensamiento Matemático en estudiantes de los grados novenos, décimos y once: caso de estudio, I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo**” en la Institución Educativa Municipal Luis Eduardo Mora Osejo, Pasto, Nariño, institución que usted dirige.

Dicho proceso de investigación se llevará a cabo en calidad de estudiante del Doctorado en ciencias de la educación de la UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (UMECIT) DE PANAMÁ

Sin otro participar,

Atentamente,

Oscar Andrés Rosero Calderón
CC: 13.068.483
Doctorando en ciencias de la educación
UMECIT

Anexo H. Resultados validación de instrumentos de investigación por criterio de panel de expertos.

A continuación, se presenta los resultados de los aspectos de la validación de los Test y Re – test de cada grado:

Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.							
NOVENO							
PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS				VALIDACIÓN pregunta	
n.º	Evaluación	1	2	3	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	(SÍ/NO)
1	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
2	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
3	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
4	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
5	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
6	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
7	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
8	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
9	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
10	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
11	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
12	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
13	Adecuación	6	6		12	6	SÍ

	Pertinencia	6	6		12	6	
14	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
15	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
16	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
17	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
18	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
19	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
20	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	

Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

DÉCIMO							
PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS					VALIDACIÓN pregunta (SÍ/NO)
n. ^º	Evaluación	1	2	3	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
2	Adecuación	1	5		6	3	NO
	Pertinencia	1	5		6	3	
3	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
4	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
5	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
6	Adecuación	1	4		5	2,5	NO
	Pertinencia	1	4		5	2,5	
7	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	

8	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
9	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
10	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
11	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
12	Adecuación	1	4		5	2,5	NO
	Pertinencia	1	4		5	2,5	
13	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
14	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
15	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
16	Adecuación	1	3		4	2	NO
	Pertinencia	1	3		4	2	
17	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
18	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
19	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
20	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	

Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

ONCE

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS					VALIDACIÓN pregunta (SÍ/NO)
n. ^º	Evaluación	1	2	3	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	1	6		7	3,5	NO
	Pertinencia	1	6		7	3,5	
2	Adecuación	6	6		12	6	SÍ

	Pertinencia	6	6		12	6	
3	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
4	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
5	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
6	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
7	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
8	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
9	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
10	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
11	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
12	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
13	Adecuación	1	4		5	2,5	NO
	Pertinencia	1	4		5	2,5	
14	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
15	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
16	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
17	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
18	Adecuación	1	4		5	2,5	NO
	Pertinencia	1	4		5	2,5	
19	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	
20	Adecuación	6	6		12	6	SÍ
	Pertinencia	6	6		12	6	

Anexo I. Hoja de Respuestas Test Pilotos.

Hoja de Respuestas

	Código	Grado																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
A	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
B	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
C	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
D	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	

Una vez se termine de responder las preguntas, se solicita muy comedidamente diligenciar la siguiente información.

Valoración general del cuestionario

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan

sí no

El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente

El cuestionario está formulado con lenguaje apropiado y comprensible

La presentación del cuestionario es ordenada

En caso de considerar preguntas que le causaron inconvenientes, por favor diligenciar la siguiente información:

Observaciones y recomendaciones en general del cuestionario:

N.º de la(s) pregunta(s)

Causa Inconveniente

Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)

Procedimientos

Muy comedidamente se solicita para cada pregunta contestada, establecer el procedimiento realizado para seleccionar la respuesta.

Anexo J. Resultados coeficiente de consistencia interna KR20.

Se denomina validez hacia adentro, donde se busca la concordancia entre el resultado final con el resultado en cada uno de los ítems, para verificar que los puntajes de cada ítem realmente están siendo representados en el total.

Para analizar este aspecto, se tiene en cuenta que el instrumento que estamos construyendo tiene como valor final una variable categórica dicotómica, es un cuestionario para medir el pensamiento matemático, donde solamente hay una alternativa correcta y en caso de no acertar a esta alternativa, el resultado de esta pregunta es incorrecto, entonces, utilizamos el índice de consistencia interna Kuder–Richardson llamado también KR-20.

$$K_{R20} = \frac{K}{K - 1} \left[\frac{S_t^2 - \sum p \cdot q}{S_t^2} \right]$$

Donde:

- p proporción de respuestas correctas (acertadas)
- q proporción de respuestas incorrectas (no acertadas)
- S_t^2 es la varianza de los valores totales observados y
- K es el número de preguntas o ítems

KR20 Noveno.

En el estudio intervienen $n=15$ sujetos.

Para calcular la media: $\bar{x} = \frac{\sum p}{n} = \frac{215}{15} = 14,333$

Para calcular la varianza:

$$S_t^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{217,33}{14} = 15,524$$

Para calcular la sumatoria de $p \cdot q$ $\sum p \cdot q = 3,6355$

$$K_{R20} = \frac{K}{K - 1} \left[\frac{S_t^2 - \sum p \cdot q}{S_t^2} \right] = \frac{20}{19} \left[\frac{15,524 - 3,6355}{15,524} \right] = 1,05 * 0,7658 = 0,8061$$

El valor obtenido, indica que el instrumento tiene un 80,62% de confiabilidad, además ya que está por encima del 80%, tiene una buena confiabilidad, por lo tanto, se puede aplicar a los grupos control y experimento. Se debe tener en cuenta que la validez de contenido se realizó por juicio de expertos y el cuestionario fue aprobado para su implementación.

En el estudio piloto, se puede apreciar que, en dos ítems, la pregunta 8 y 16, se puede mejorar la escritura ya que las respuestas tienen mayor cantidad de incorrectas, se realizará el mismo proceso para las preguntas 1, 13 y 20 ya que se expresan por algunos estudiantes en la pregunta abierta, de manera explícita.

KR20 DÉCIMO.

En el estudio intervienen n=15 sujetos.

$$\text{Para calcular la media: } \bar{x} = \frac{\sum p}{n} = \frac{205}{15} = 13,667$$

Para calcular la varianza:

$$S_t^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{227,33}{14} = 16,238$$

Para calcular la sumatoria de p.q $\sum p \cdot q = 3,884$

$$K_{R20} = \frac{K}{K - 1} \left[\frac{S_t^2 - \sum p \cdot q}{S_t^2} \right] = \frac{20}{19} \left[\frac{16,238 - 3,884}{16,238} \right] = 1,05 * 0,7608 = 0,8008$$

El valor obtenido, indica que el instrumento tiene un 80,08% de confiabilidad, además ya que está por encima del 80%, tiene una buena confiabilidad, por lo tanto, se puede aplicar a los grupos control y experimento. Se debe tener en cuenta que la validez de contenido se realizó por juicio de expertos y el cuestionario fue aprobado para su implementación.

En el estudio piloto, se puede apreciar que, en tres ítems, la pregunta 10, 13 y 15, se puede mejorar la escritura ya que las respuestas tienen mayor cantidad de incorrectas, se realizará el mismo proceso para las preguntas 8 y 20 ya que se expresa la necesidad en la pregunta abierta.

KR20 Once.

En el estudio intervienen n=19 sujetos.

$$\text{Para calcular la media: } \bar{x} = \frac{\sum p}{n} = \frac{251}{19} = 13,2105$$

Para calcular la varianza:

$$S_t^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{307,16}{18} = 17,064$$

Para calcular la sumatoria de p.q $\sum p \cdot q = 4,099$

$$K_{R20} = \frac{K}{K - 1} \left[\frac{S_t^2 - \sum p \cdot q}{S_t^2} \right] = \frac{20}{19} \left[\frac{16,238 - 3,884}{16,238} \right] = 1,05 * 0,7597 = 0,8$$

El valor obtenido, indica que el instrumento tiene un 80% de confiabilidad, por lo tanto, tiene una buena confiabilidad. Es este sentido, se puede aplicar a los grupos control y experimento. Se debe tener en cuenta que la validez de contenido se realizó por juicio de expertos y el cuestionario fue aprobado para su implementación.

En el estudio piloto, se puede apreciar que, en dos ítems, la pregunta 4 y 8, se puede mejorar la escritura ya que las respuestas tienen mayor cantidad de incorrectas, además para la pregunta 8 se expresa la necesidad de modificación en la pregunta abierta

Anexo K. Guías didácticas.

Guías didácticas para grados novenos

Secuencia didáctica 1: introducción a la robótica



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 90000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 1: Introducción a la robótica

Grado: Noveno.

Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno.

Robótica

El mundo está siendo testigo de profundos cambios impulsados por el desarrollo de la cultura digital, en la que la tecnología robótica juega un papel importante. Su ingreso a la escuela es tanto un medio como un propósito educativo, porque al acercar el conocimiento en este campo a los estudiantes, se busca mejorar sus habilidades para que puedan resolver diversos problemas sociales del contexto, crear nuevas oportunidades y hacer un buen trabajo en la integración en el mundo globalizado.



El uso de robots requiere resolver problemas técnicos relacionados con la programación y la informática, y aplicarlos a situaciones y problemas del mundo físico a través de un aprendizaje centrado en la práctica y la experimentación. Esta combinación de conceptos, ejercicios y creatividad estimula la motivación y el interés de Alto nivel de los estudiantes, lo que hace que la robótica sea un recurso de enseñanza importante.

También promueve el pensamiento computacional porque sugiere resolver problemas cotidianos a partir de hipótesis, experimentos y reflexiones para sacar conclusiones.

Hoy asistimos al desarrollo e impacto de la robótica en la vida diaria, lo que nos permite optimizar y automatizar diferentes procesos y tareas. Los avances en tierra, aire (drone) o robots móviles acuáticos que pueden navegar de forma autónoma e interactuar con el entorno tienen un impacto significativo en las siguientes actividades:

- Monitoreo y exploración terrestre (cultivo, área forestal) y acuática;

- Buscar y rescatar personas u objetos;
- Investigar e identificar áreas a las que los humanos tienen dificultades para ingresar;
- Exploración espacial y planetaria;
- Transporte de mercancías y pasajeros;
- Haciendo tareas domésticas;
- Ayuda y cuidado de las personas.

Reto 1

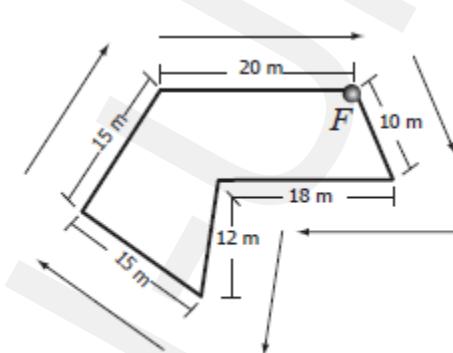
Parte A: Responda los siguientes interrogantes

Explique con sus palabras, porque considera importante la robótica para el futuro de la humanidad.

En las actividades mencionadas, cuál considera la más importante para la aplicación de robots, justifique.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Tres robots, recorren la siguiente ruta, varias veces para entregar pedidos a diferentes clientes, el **Robot1**, se desplaza a una velocidad constante de 1 m/s (metro por segundo), El **Robot 2**, a una velocidad constante de 1,5 m/s, y el **Robot 3**, a una velocidad constante de 2 m/s.



F es el punto de partida de los tres robots, en la dirección que indica las flechas.

Teniendo en cuenta, que los tres iniciaron el recorrido al mismo tiempo, cuando el **Robot 2**, recorra la ruta completa, establecer cuantos metros han recorrido de cada uno de los robots.

Qué es un Robot

Un robot es una entidad o agente artificial electrónico o electromecánico, un dispositivo funcional y programable que puede realizar una o una serie de acciones por sí solo para lograr objetivos específicos en función de su capacidad para percibir el mundo circundante, procesar esta información y tomar decisiones.



Los robots móviles autónomos tienen un ciclo de control, que se resume a continuación: obtienen información del entorno a través de sensores, procesan la información a través de programas informáticos (software) para tomar decisiones en tiempo real, activan comportamientos específicos a través de actuadores, y le permiten moverse e interactuar con el medio ambiente.

Además, hay robots que aprenden de la interacción con el medio ambiente, los humanos u otros robots. Para ello, utilizan algoritmos de aprendizaje automático: programas informáticos que pueden resumir el comportamiento a partir del análisis de datos. Estos robots utilizan la llamada inteligencia artificial. Hay robots que pueden aprender y crear música o pintar: Emmy es un robot que crea música como Vivaldi, Beethoven y Bach, procesa una gran cantidad de información de partituras de estos compositores y detecta patrones repetidos en cada persona. Esta operación es un ejemplo del alcance del *machine learning*.

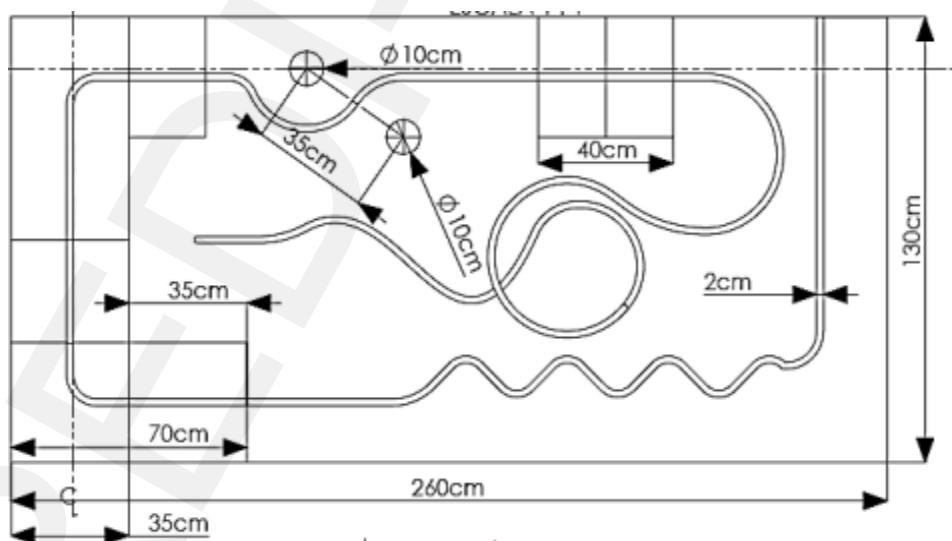
Reto 2:

Parte A: Responda los siguientes interrogantes

Defina con sus palabras ¿Qué es un robot?

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

En un torneo de robótica, se debe realizar una pista que permita a robots seguidores de línea demostrar sus capacidades. La competencia se realizará en una pista de 2.40m. X 1.20m, donde existen dos cilindros, de 10cm de diámetro por 15cm de Alto a una distancia entre ellos de 35cm aproximadamente (distancia de centro a centro), como se muestra en la figura:



Esta pista se debe realizar sobre MDF, calcular el área de la lámina rectangular que se debe comprar.

Tipos de Robots

Suelen dividirse en dos tipos, de servicio e industrial:

Robots industriales: Los robots industriales son robots que se utilizan en entornos de fabricación industrial. Generalmente, se trata de articulaciones y brazos desarrollados para aplicaciones como soldadura, manipulación de materiales, unión de piezas, pintura, etc.



Robots de servicio: incluye cualquier robot utilizado fuera de las instalaciones industriales, aunque se puede subdividir en dos tipos principales: Robots para trabajo profesional Robots para uso personal.



Hoy en día, tenemos robots para el cuidado de personas mayores, con fines militares, para transportar personas e incluso robots que pueden jugar al fútbol.

Actualmente, por la diversificación de los robots, se pueden encontrar otras clasificaciones

Robots domésticos: este tipo de robot incluye muchos dispositivos diferentes, como aspiradoras robóticas, limpiadores de piscinas robóticos, barredoras de calles, limpiadores de desagües y otros robots que pueden realizar diferentes tareas. Además, algunos robots de vigilancia y telepresencia pueden considerarse robots domésticos.

Robots médicos: robots utilizados en instituciones médicas y en la medicina en general, como robots quirúrgicos. Además, también se pueden incluir en este tipo algunos vehículos de guiado automático y alguna maquinaria de elevación de pacientes.

Robots militares: Los robots utilizados en aplicaciones militares, como en la desactivación de bombas, diferentes tipos de robots de transporte, aviones de reconocimiento. A menudo, los robots creados inicialmente para fines militares pueden ser utilizados en la búsqueda y rescate de personas y otros campos relacionados.

Robots de Entretenimiento: Estos robots se los puede reconocer desde los de juguete con simples movimientos y termina con auténticos pesos pesados tales como brazos robóticos articulados usados como simuladores de movimientos.

Robots espaciales: Incluiría robots utilizados en la Estación Espacial Internacional, así como vehículos de Marte y otros robots que se utilizan en el espacio.

Robots educativos: se utilizan específicamente para enseñar tecnología robótica utilizada en escuelas de todo el mundo. Seguidores de línea, Lego, robots de sumo y todos esos robots que son desarrollados con características para aprender.

Robots Humanoides: Robots con aspecto parecido al humano y que realizan tareas propias de un ser humano, incluso expresando emociones.

Reto 3:

Parte A: Desarrolle

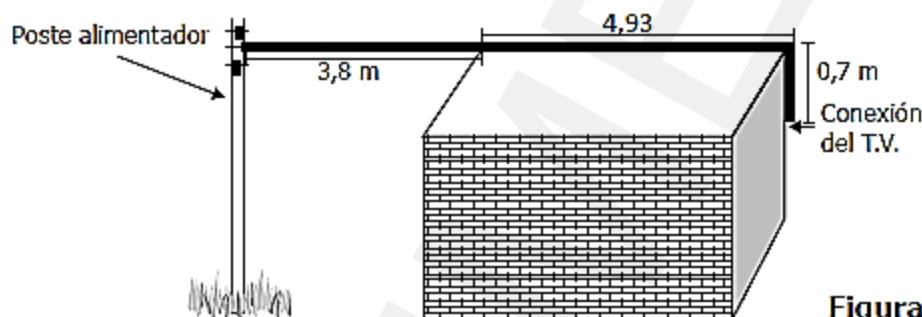
Explique la diferencia entre un robot industrial y uno de servicio.

Diga cuál de las otras clasificaciones, le llamó más la atención y por qué.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot industrial que instala conexiones eléctricas y de cable coaxial para televisión, revisa por medio de imágenes las instalaciones realizadas. Se ha realizado una instalación, como se muestra en la figura.

Al tomar la imagen, logra establecer las medidas indicadas, sin embargo, en la tensión, se necesitan unos centímetros de más.



Figura

Calcular **aproximadamente**, cuántos metros de cable se requieren para realizar la conexión.

Clasificación en función del entorno de trabajo del robot:

Robots Estacionarios: Estos robots son fijos en un lugar y no se pueden mover. Esta categoría incluye robóticos brazos, máquinas-herramientas informáticas, y la mayoría de los robots industriales.

Robots de Suelo: Estos robots están diseñados para operar en la superficie de la tierra o de otro planeta, y por lo general están subclasiifican por su forma de transmisión del movimiento: ruedas, pistas o piernas.

Robots Submarinos: También conocidos como vehículos submarinos autónomos, estos están diseñados para operar Bajo el agua, y muchos de ellos a gran profundidad.

Robots Aéreos: Son vehículos aéreos no tripulados e incluyen diversos tipos de máquinas voladoras robóticas, incluyendo aviones y helicópteros.

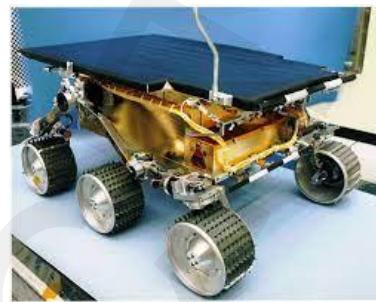
Robots de microgravedad: Los robots que han sido diseñados para funcionar en entornos de baja gravedad, como la órbita terrestre.

Además, hay otros llamados **de trabajo en entornos peligrosos**, que como su propio nombre indica se desarrollan para trabajar en sitio peligrosos, como un robot para desactivar bombas o también llamado robot de artificieros, o los robots de guerra.

Clasificación en función de su autonomía:

Teleoperados: Robots controlados a distancia y que necesitan ser controlados todo el tiempo por un ser humano. Su control puede ser con cable o sin él. Un ejemplo serían los drones o los robots para hacer operaciones.

Semi-automáticos: Tiene cierto grado de autonomía, pero siguen siendo controlados por un ser humano. Un robot clasificador de paquetes podría ser semiautomático o incluso una barrera para abrirse cuando se le introduce una tarjeta (parqueo de coches).



Automáticos: Estos robots pueden tomar sus propias decisiones sin la necesidad de un ser humano. El más conocido últimamente podría ser el coche sin conductor.

Por último, otra clasificación podría ser incluso en **función de su tamaño:** Robots, Microrobots (tamaño de micras) y NanoRobots o NanoBots (tamaño manométrico, el más pequeño).

Reto 4:

Parte A: Desarrolle

Realice un mapa conceptual sobre, la clasificación de los robots **según su autonomía.**

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot de suelo que transporta arena de una mina, debe cargar por cada viaje 12 m^3 de arena, se debe construir un contenedor que permita transportar el material sin que sobre espacio.

Dibuja la forma del contenedor que permita cargar los 12 m^3 de arena, indicando sus medidas.

Sede Central: carrera. 4º # 16-180 Sector Potrerillo. Teléfonos: (2) 7219744 - (2) 7219743
Página Web: www.iemoraosejo.edu.co Email: luiseduardomoraosejo2011@gmail.com
Pasto – Nariño – Colombia



SC-CER440946

Secuencia didáctica 2: Circuitos serie, paralelo y mixtos.



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 2: Circuitos serie, paralelo y mixtos.

Grado: Noveno.

Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno.

CIRCUITOS BÁSICOS (SERIE, PARALELO Y MIXTO)

Un **CIRCUITO EN SERIE**, es aquel que tiene conectados sus receptores uno a continuación del otro. (En el circuito de la derecha, las bombillas y la resistencia están conectadas en serie).

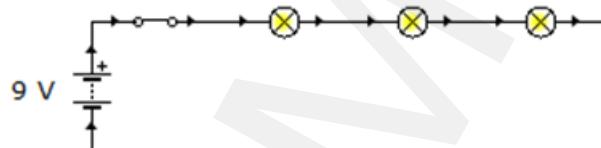


Fig. 1: Circuito donde las tres bombillas están colocadas en serie (una a continuación de las otras).

Las características de este tipo de circuito son:

- Si uno de los elementos del circuito deja de funcionar el resto tampoco funcionan.
- El voltaje de la pila se reparte entre todos los receptores conectados en serie (por eso las bombillas brillan poco)
- La intensidad de la corriente que atraviesa cada receptor es la misma para todos los receptores.

Reto 1

Parte A: Con sus palabras escriba en su cuaderno qué es un circuito en serie, cuáles son sus características y su gráfico.

Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

1. Se va a hacer una actividad compleja que necesita varios tipos de robots, que interactúen entre sí. Se debe trabajar con tres tipos de robots, uno doméstico, uno industrial y otro de entretenimiento. De los robots domésticos Pepper, se selecciona como el que reúne las condiciones para el trabajo, se disponen de 2 robots industriales (Cartesiano y Cílico) y 2 robots de entretenimiento (Cozmo y Vector)
 - Realizar un listado de las cuatro agrupaciones que se pueden establecer con la anterior información

Un **CIRCUITO PARALELO**, es aquel que tiene conectados los terminales de sus receptores unidos entre sí. (En el circuito de la derecha, las bombillas y la resistencia están conectadas en paralelo.)

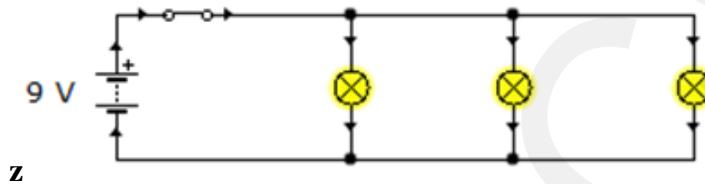


Fig. 2: Circuito donde las tres bombillas están colocadas en paralelo (con los terminales unidos entre sí).

Las características de este tipo de circuitos son:

- Si uno de los elementos deja de funcionar, el resto funciona normalmente, como si no hubiese pasado nada.
- Todos los receptores funcionan con la misma tensión (todas las bombillas lucen con la misma intensidad e igual a como lucirían si estuviesen ellas solas conectadas a la batería).
- La intensidad de la corriente que genere la pila se reparte entre todos los receptores.

Cabe citar que los elementos eléctricos de nuestras viviendas están conectados en paralelo.

Reto 2

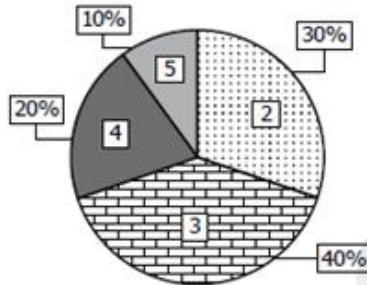
Parte A: Con sus palabras escriba en su cuaderno qué es un circuito en paralelo, cuáles son sus características y su gráfico.

Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

La gráfica muestra los resultados de pruebas realizada por un robot, que, por medio de circuitos en serie y paralelo, logra establecer la intensidad de electricidad de cada circuito por medio de porcentajes. Se realizan 5 pruebas, así:

- En la primera no existe intensidad de corriente (circuito abierto).
- En la segunda, el circuito usa un 30% del total
- En la tercera, el circuito usa un 40% del total
- En la cuarta prueba, el circuito usa un 20% del total
- En la quinta prueba el circuito usa el 10% del total

A continuación, se puede encontrar un gráfico, que permite organizar la información anterior.



- Realizar un gráfico, por medio de barras, donde se logre evidenciar cada una de las 5 pruebas realizadas, con el porcentaje obtenido en cada una de ellas.

Un **CIRCUITO MIXTO**, es aquel que tiene elementos en paralelo y en serie. (Por ejemplo, las bombillas 2 y 3 están conectadas en paralelo; al mismo tiempo que están conectadas en serie con la 1).

Estos circuitos poseen las características de los dos circuitos, por lo que se tiene que resolver poco a poco por partes: en primer lugar, se resuelven los elementos que están en paralelo, y luego los que están en serie

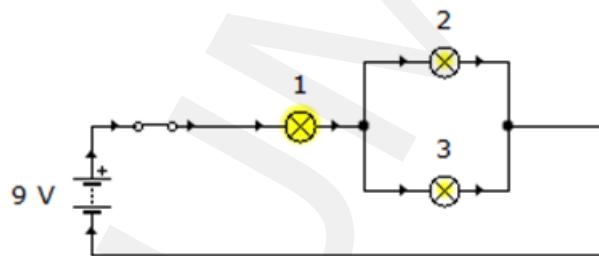


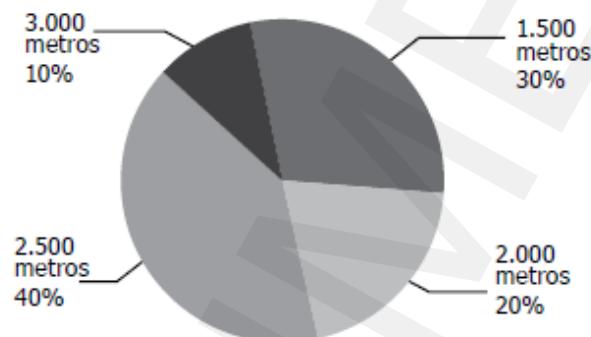
Fig. 3: Circuito mixto, donde la bombilla 1 está en serie con respecto a las bombillas 2 y 3, que están en paralelo una con respecto a la otra.

Reto 3

Parte A: Con sus palabras escriba en su cuaderno qué es un circuito mixto, cuáles son sus características y su gráfico.

Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

Un robot hace entregas de mercancías de manera autónoma, para optimizar la productividad de la empresa, se establece una meta de un promedio de 2.500 metros diarios que le permitirán entregar las encomiendas que se le encargan. Un mes después se revisan los registros de los recorridos realizados y se establecen los porcentajes correspondientes a diferentes distancias recorridas, cómo se indica en la siguiente gráfica:

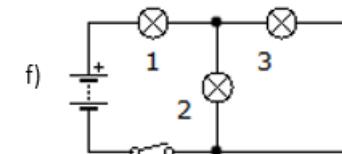
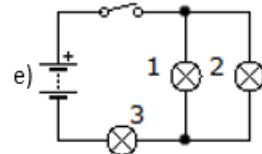
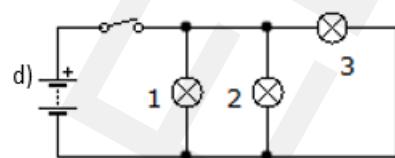
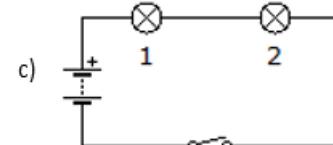
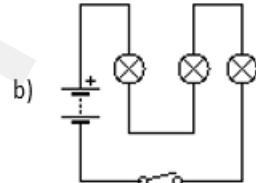
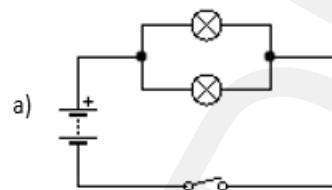


Por ejemplo, recorrió el 30% de 1.500 metros, lo que corresponde a 450 metros.

- Calcular la distancia promedio en metros, que el robot recorre durante el día.

Reto 4

Parte A: Dibuje el gráfico, e identifique si los siguientes circuitos están en serie, paralelo, o configuración mixta.



Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

Un robot, necesita encontrar el espacio apropiado, para ubicar una porta bombillas en un adorno que sobresale en una pared. Por medio de una cámara, detecta los bordes del adorno y establece

por medio de un plano cartesiano de ejes (x) y (y), las coordenadas de las esquinas que forman la figura, así:

$$M\left(-\frac{10}{3}, \frac{10}{3}\right), N\left(-\frac{2}{3}, \frac{10}{3}\right), O\left(-\frac{2}{3}, 2\right), P\left(-2, \frac{4}{3}\right) \text{ y } Q\left(-\frac{10}{3}, 2\right)$$

Sabiendo que:

$$-\frac{10}{3} = -3,33 \quad \frac{10}{3} = 3,33 \quad -\frac{2}{3} = -0,66 \quad \frac{4}{3} = 1,33$$

Ubicar en el plano cartesiano los puntos encontrados por el robot y realizar el gráfico del adorno que sobresale de la pared.

Reto 5

Parte A:

En un circuito se quieren conectar 2 baterías en serie y un voltímetro para medir la tensión resultante. (tal y como muestran las figuras)

¿Cuál es la tensión resultante para cada caso? (observar la polaridad de la pila)



Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

Por medio de fotoceldas, un robot detecta el nivel de luz que se encuentra en el entorno, se colocan varios de estos elementos como sensores, para establecer la sombra que proyecta un árbol de 15 metros de altura a una determinada hora del día, estableciendo un valor de 24 metros.

Se debe hacer el mismo proceso para otro árbol de 10 metros de altura, pero el robot ya calcula el valor sin necesidad de tomar las mediciones.

- Realice los dibujos correspondientes a las dos situaciones
- Establezca el valor de la sombra proyectada por el árbol de 10 metros de altura.

Secuencia didáctica 3: Aplicaciones prácticas



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 3: Aplicaciones prácticas.

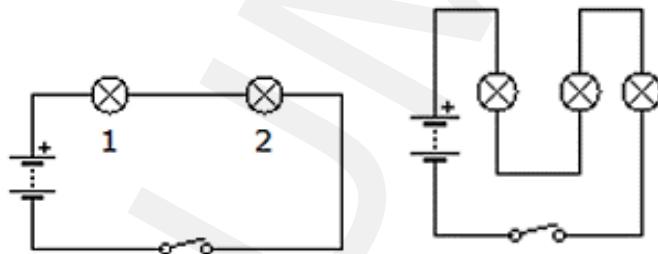
Grado: Noveno.

Realice los montajes físicos de cada uno de los circuitos propuestos.
Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno.

APLICACIONES PRÁCTICAS DE ROBÓTICA

Reto 1

Parte A: Circuito en Serie

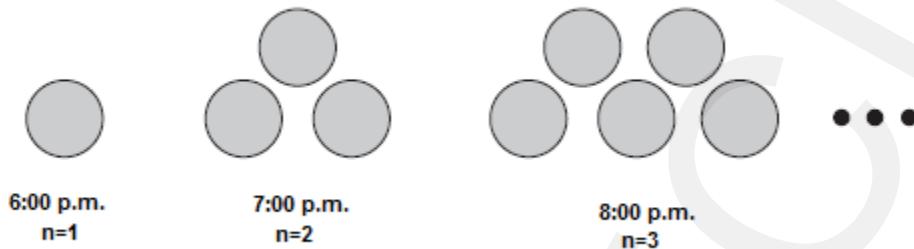


- Medir el voltaje de cada bombilla y sacar conclusiones sobre el manejo de voltajes en circuitos en serie.
- ¿Qué pasa si se quema una bombilla?

Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

Un robot conectado al sistema eléctrico de un edificio, está programado para encender lámparas en determinadas situaciones.

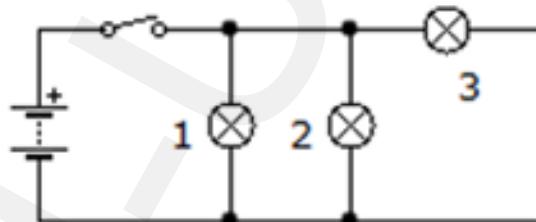
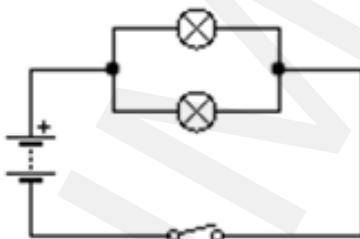
En un caso particular, realiza un proceso que de manera consecutiva incrementa el número de lámparas a medida que avanzan las horas nocturnas, lo que se representa en el siguiente gráfico:



- Si fueran las 10:00 p.m. cuántas lámparas estarán encendidas
- Explica por qué la ecuación $n + (n - 1)$, puede representar el algoritmo que usa el robot para realizar el encendido de las luces.

Reto 2

Parte A: Circuito en Paralelo



- Medir el voltaje de cada bombilla y sacar conclusiones sobre el manejo de voltajes en circuitos en paralelo.
- Qué pasa si se quema una bombilla

Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

El gerente de una empresa de robótica, adquiere un contrato para distribuir mercancías de un almacén de cadena, de manera automática por medio de robots.

Le proponen 2 formas de pago:

Alternativa 1: \$300.000 fijos mensuales por robot.

Alternativa 2: \$100.000 mensuales por robot más \$20.000 por cada entrega realizada.

El gerente necesita establecer, cuantas entregas necesita realizar para que un robot logre generar la ganancia de la alternativa 1.

Después de analizar la situación, parte de la fórmula

$$100.000 + 20.000n = 300.000$$

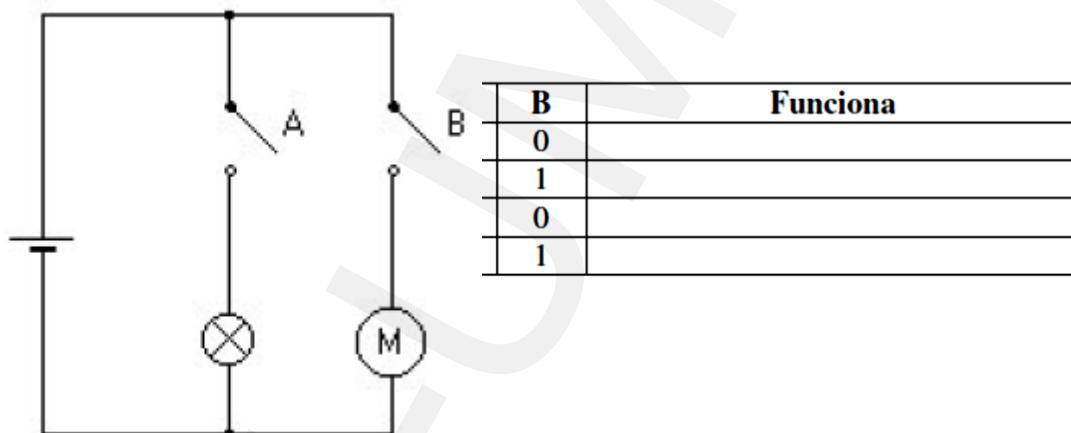
Con lo que establece que el número de entregas es

$$n = \frac{300.000 - 100.000}{20.000} = \frac{200.000}{20.000} = \frac{20}{2} = 10$$

- ¿Considera que el procedimiento está bien realizado? Justifique la respuesta.
- Si usted tuviera que seleccionar una de las dos alternativas, cuál escogería.

Reto 3

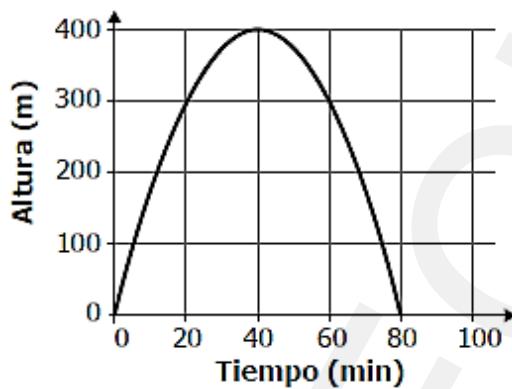
Parte A: Control de elementos con interruptores



- En la tabla, establecer que elementos funcionan, cero significa el interruptor abierto y uno, el interruptor cerrado.
- Qué pasa con el motor y la bombilla al colocar la batería del lado contrario

Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

Un robot militar, lanza un proyectil que se eleva durante un determinado tiempo, hasta lograr su altura máxima, después inicia el descenso hasta tocar el suelo, cómo se indica en la siguiente figura:



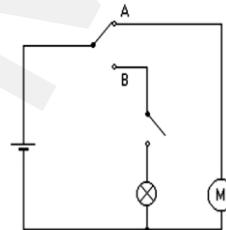
Establecer:

- La altura máxima del proyectil en metros
- El tiempo en el que alcanza la altura máxima.
- El tiempo total desde que se dispara, hasta que toca el suelo.

Reto 4

Parte A: Uso de commutadores e interruptores.

Comutador	Interruptor	Funciona:
A	0	
A	1	
B	0	
B	1	



- En la tabla, establecer que elementos funcionan, cero significa el interruptor abierto y uno, el interruptor cerrado.

Parte B: Encuentra la solución al siguiente problema

Una empresa que está a cargo del mantenimiento de un estadio, debe cambiar 10.000 lámparas que ya han cumplido su vida útil, se contrató personal que logró cambiar en un mes 1000 lámparas y al siguiente mes 1500 lámparas, la junta directiva de la empresa, decide adquirir un robot que realice el trabajo a futuro, ya que por la altura es muy peligroso para las personas. Se genera un algoritmo, que le permite al robot, determinar la cantidad de lámparas que faltan por cambiar, un programador encargado de configurar el robot, establece las siguientes estrategias:

- I. Calcular la diferencia entre las lámparas que ya se han colocado y restarla de 10.000.
- II. Sumar las tres cantidades suministradas.
- III. Sumar las cantidades de lámparas colocados en los dos meses y restar de 10.000 el resultado.

- Cuál de los algoritmos propuestos por el encargado del robot, es el adecuado para lograr identificar la cantidad de lámparas que faltan por cambiar, justifica la respuesta

Guías didácticas para grados décimos

Secuencia didáctica 1. Introducción a la robótica



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 1: Introducción a la robótica

Grado: Décimo.

Solucionar cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Robótica

El mundo está siendo testigo de profundos cambios impulsados por el desarrollo de la cultura digital, en la que la tecnología robótica juega un papel importante. Su ingreso a la escuela es tanto un medio como un propósito educativo, porque al acercar el conocimiento en este campo a los estudiantes, se busca mejorar sus habilidades para que puedan resolver diversos problemas sociales del contexto, crear nuevas oportunidades y hacer un buen trabajo en la integración. En el mundo globalizado.



El uso de robots requiere resolver problemas técnicos relacionados con la programación y la informática, y aplicarlos a situaciones y problemas del mundo físico a través de un aprendizaje centrado en la práctica y la experimentación. Esta combinación de conceptos, ejercicios y creatividad estimula la motivación y el interés de Alto nivel de los estudiantes, lo que hace que la robótica sea un recurso de enseñanza importante. También promueve el pensamiento computacional porque sugiere resolver problemas cotidianos a partir de hipótesis, experimentos y reflexiones para sacar conclusiones.

Hoy asistimos al desarrollo e impacto de la robótica en la vida diaria, lo que nos permite optimizar y automatizar diferentes procesos y tareas. Los avances en tierra, aire (drone) o robots móviles acuáticos que pueden navegar de forma autónoma e interactuar con el entorno tienen un impacto significativo en las siguientes actividades:

- Monitoreo y exploración terrestre (cultivo, área forestal) y acuática;
- Buscar y rescatar personas u objetos;
- Investigar e identificar áreas a las que los humanos tienen dificultades para ingresar;
- Exploración espacial y planetaria;

- Transporte de mercancías y pasajeros;
- Haciendo tareas domésticas;
- Ayuda y cuidado de las personas.

Reto 1

Parte A: Responda los siguientes interrogantes

Explique con sus palabras, porque considera importante la robótica para el futuro de la humanidad.

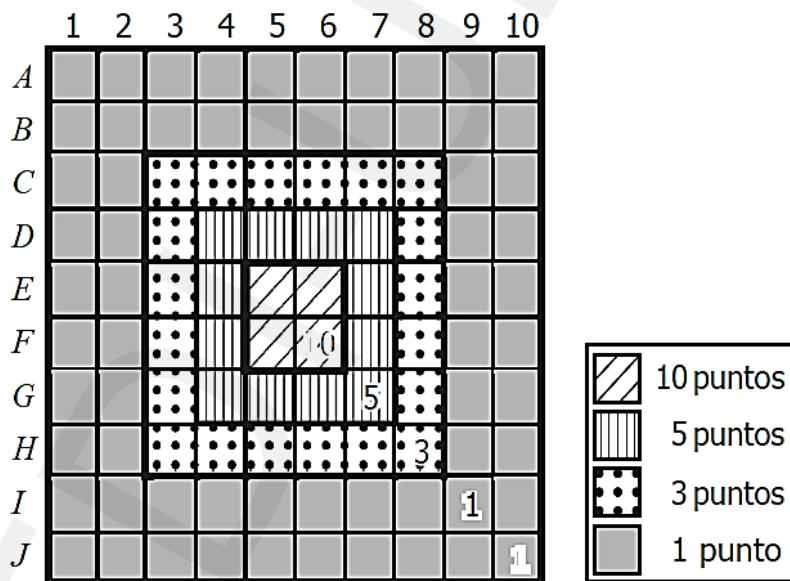
En las actividades mencionadas, cuál considera la más importante para la aplicación de robots, justifique.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot debe recoger paquetes ubicados en diferentes posiciones dentro del espacio presentado a continuación.

La ubicación está dada por la intersección de la fila y la columna.

Cada ubicación tiene un valor de dificultad que le da unos puntos al trabajo del robot.



La dificultad para el trabajo total del robot, se obtiene sumando los puntos asignados a la posición donde se encuentran los paquetes.

Si el robot recogió los paquetes de las ubicaciones E9, E7, H4, F7, E5 y C8 ¿Qué puntaje de dificultad obtuvo el Robot?

Qué es un Robot

Un robot es una entidad o agente artificial electrónico o electromecánico, un dispositivo funcional y programable que puede realizar una o una serie de acciones por sí solo para lograr objetivos específicos en función de su capacidad para percibir el mundo circundante, procesar esta información y tomar decisiones.



Los robots móviles autónomos tienen un ciclo de control, que se resume a continuación: obtienen información del entorno a través de sensores, procesan la información a través de programas informáticos (software) para tomar decisiones en tiempo real, activan comportamientos específicos a través de actuadores, y le permiten moverse e interactuar con el medio ambiente.

Además, hay robots que aprenden de la interacción con el medio ambiente, los humanos u otros robots. Para ello, utilizan algoritmos de aprendizaje automático: programas informáticos que pueden resumir el comportamiento a partir del análisis de datos. Estos robots utilizan la llamada inteligencia artificial. Hay robots que pueden aprender y crear música o pintar: Emmy es un robot que crea música como Vivaldi, Beethoven y Bach, procesa una gran cantidad de información de partituras de estos compositores y detecta patrones repetidos en cada persona. Esta operación es un ejemplo del alcance del *machine learning*.

Reto 2:

Parte A: Responda los siguientes interrogantes

Defina con sus palabras ¿Qué es un robot?

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot para entregar un pedido, revisa en su GPS y establece que debe recorrer 1500 metros para llegar a su destino, si una cuadra mide 100 metros aproximadamente. ¿Establezca cuántas cuadras en total tendrá que recorrer?

Tipos de Robots

Suelen dividirse en dos tipos, de servicio e industrial:

Robots industriales: Los robots industriales son robots que se utilizan en entornos de fabricación industrial. Generalmente, se trata de articulaciones y brazos desarrollados para aplicaciones como soldadura, manipulación de materiales, unión de piezas, pintura, etc.



Robots de servicio: incluye cualquier robot utilizado fuera de las instalaciones industriales, aunque se puede subdividir en dos tipos principales: Robots para trabajo profesional Robots para uso personal.

Hoy en día, tenemos robots para el cuidado de personas mayores, con fines militares, para transportar personas e incluso robots que pueden jugar al fútbol.



Actualmente, por la diversificación de los robots, se pueden encontrar otras clasificaciones

Robots domésticos: este tipo de robot incluye muchos dispositivos diferentes, como aspiradoras robóticas, limpiadores de piscinas robóticos, barredoras de calles, limpiadores de desagües y otros robots que pueden realizar diferentes tareas. Además, algunos robots de vigilancia y telepresencia pueden considerarse robots domésticos.

Robots médicos: robots utilizados en instituciones médicas y en la medicina en general, como robots quirúrgicos. Además, también se pueden incluir en este tipo algunos vehículos de guiado automático y alguna maquinaria de elevación de pacientes.

Robots militares: Los robots utilizados en aplicaciones militares, como en la desactivación de bombas, diferentes tipos de robots de transporte, aviones de reconocimiento. A menudo, los robots creados inicialmente para fines militares pueden ser utilizados en la búsqueda y rescate de personas y otros campos relacionados.

Robots de Entretenimiento: Estos robots se los puede reconocer desde los de juguete con simples movimientos y termina con auténticos pesos pesados tales como brazos robóticos articulados usados como simuladores de movimientos.

Robots espaciales: Incluiría robots utilizados en la Estación Espacial Internacional, así como vehículos de Marte y otros robots que se utilizan en el espacio.

Robots educativos: se utilizan específicamente para enseñar tecnología robótica utilizada en escuelas de todo el mundo. Seguidores de línea, Lego, robots de sumo y todos esos robots que son desarrollados con características para aprender.

Robots Humanoides: Robots con aspecto parecido al humano y que realizan tareas propias de un ser humano, incluso expresando emociones.

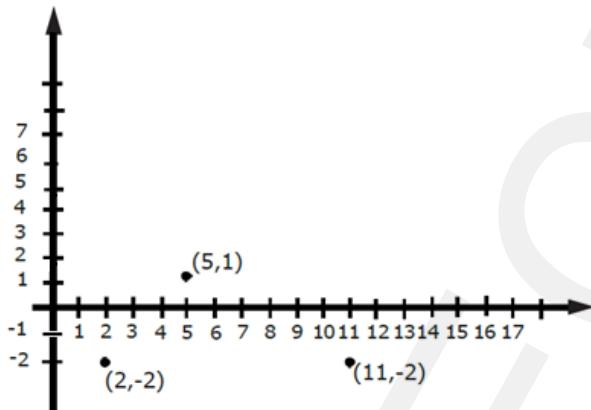
Reto 3:

Parte A: Desarrolle

Realice un mapa mental sobre, las otras clasificaciones que se pueden encontrar por la diversificación de los robots.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot de entretenimiento, se ubica en un plano cartesiano, tiene que pasar por tres ubicaciones antes de volver a su punto de partida. Inicia en el punto (5,1), luego pasa por (2,-2) y después por (11, -2), como se indica a continuación.



Se ha programado que el recorrido a realizar sea un paralelogramo. Establezca una pareja ordenada que corresponda al punto del plano que falta por recorrer.

Clasificación en función del entorno de trabajo del robot:

Robots Estacionarios: Estos robots son fijos en un lugar y no se pueden mover. Esta categoría incluye robóticos brazos, máquinas-herramientas informáticas, y la mayoría de los robots industriales.

Robots De Suelo: Estos robots están diseñados para operar en la superficie de la tierra o de otro planeta, y por lo general están subclasiifican por su forma de transmisión del movimiento: ruedas, pistas o piernas.

Robots Submarinos: También conocidos como vehículos submarinos autónomos, estos están diseñados para operar Bajo el agua, y muchos de ellos a gran profundidad.

Robots Aéreos: Son vehículos aéreos no tripulados e incluyen diversos tipos de máquinas voladoras robóticas, incluyendo aviones y helicópteros.

Robots de microgravedad: Los robots que han sido diseñados para funcionar en entornos de baja gravedad, como la órbita terrestre.

Además, hay otros llamados **de trabajo en entornos peligrosos**, que como su propio nombre indica se desarrollan para trabajar en sitios peligrosos, como un robot para desactivar bombas o también llamado robot de artificieros, o los robots de guerra.

Clasificación en función de su autonomía:

Teleoperados: Robots controlados a distancia y que necesitan ser controlados todo el tiempo por un ser humano. Su control puede ser con cable o sin él. Un ejemplo serían los drones o los robots para hacer operaciones.

Semi-automáticos: Tiene cierto grado de autonomía, pero siguen siendo controlados por un ser humano. Un robot clasificador de paquetes podría ser semiautomático o incluso una barrera para abrirse cuando se le introduce una tarjeta (parqueo de coches).





Automáticos: Estos robots pueden tomar sus propias decisiones sin la necesidad de un ser humano. El más conocido últimamente podría ser el coche sin conductor.

función de su tamaño: Robots, Microrobots (tamaño de micras) y NanoRobots o NanoBots (tamaño manométrico, el más pequeño).

Reto 3:

Parte A: Desarrolle

Realice un mapa conceptual sobre, la clasificación de los robots **según su autonomía**.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Algunos robots se deben coordinar para cargar paquetes de una ubicación a otra, cada uno según su tipo, tiene la capacidad de cargar los pesos que se indican a continuación:

Tipo de Robot	Capacidad de Peso en Kilogramos
Estacionarios	60
De Suelo	62.5
Submarinos	58.6
Aéreo	61.3
De microgravedad	65.2
Entornos peligrosos	59.4

Se debe coordinar a grupos de 2 robots de diferente tipo, para que realicen una actividad. La diferencia de capacidad de peso entre los robots que conforman una pareja no debe sobrepasar los 3 kilogramos.

Establezca la diferencia de pesos entre las siguientes parejas de robots.

- e. Estacionarios y Submarinos
- f. Aéreo y Entornos peligrosos
- g. De microgravedad y Submarinos
- h. De Suelo y Aéreo

Secuencia didáctica 2. Características de Arduino



Institución Educativa Municipal

Luis Eduardo Mora Osejo

DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004

CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1

"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 2: Características de Arduino

Grado: Décimo.

Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Ventajas de Arduino

Hardware Libre: Arduino está basado en los microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos de los módulos están publicados bajo licencias Creative Commons, por lo que cualquiera puede hacer su propia versión de las placas Arduino. Sí, se puede armar una placa Arduino en casa



Código Abierto: El software Arduino también es Open Source.

Amplia comunidad internacional que brinda apoyo, comparte conocimientos y elabora librerías y código fuente publicando los proyectos con Arduino por diferentes medios.

Bajo Precio: Las placas y módulos para Arduino son más baratas que la mayoría de las demás plataformas. Se pueden conseguir clones por un par de dólares en páginas de compras chinas.

Multiplataforma: Podemos ejecutar el IDE de Arduino en los sistemas operativos más utilizados (Windows, Macintosh y Linux). Por lo general el resto de las plataformas sólo están disponibles para Windows.



IDE Arduino: El entorno de desarrollo integrado de Arduino es simple y claro, lo que facilita el uso por parte de usuarios sin experiencia y en entornos educativos, disponiendo en una sola herramienta de editor de código, depurador, compilador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Facilita además la carga del programa ya compilado en la memoria flash de la placa.

Entre las placas de Arduino, la versión Uno, es de las más utilizadas por su versatilidad a continuación se van a mencionar a continuación

Tiene todo lo necesario para manejar el controlador, simplemente conectamos al computador por medio del cable USB o una fuente de poder externa, que puede ser un adaptador AC-DC o una batería, cabe aclarar que si se alimenta a través del cable USB en el ordenador no es necesario una fuente externa.

Reto 1

Parte A: Realiza un mapa mental con las ventajas en Arduino.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Cuatro estudiantes: Juan, Pedro, Carlos y Jorge deben comprar tres tarjetas Arduino de diferente tipo para sus proyectos de robótica. A continuación, se relaciona el costo de cada una de las tarjetas adquiridas.

Tarjeta	Dinero empleado por Juan (en pesos)	Dinero empleado por Pedro (en pesos)	Dinero empleado por Carlos (en pesos)	Dinero empleado por Jorge (en pesos)
---------	-------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

Uno	30.000	22.000	16.000	25.000
R3				
Nano	15.000	24.000	18.000	20.000
Mega	15.000	26.000	20.000	18.000

Realice e indique el cálculo de los gastos por estudiante. También, establezca cuál gastó menos dinero.

Características

Microcontrolador: ATmega328

Voltaje Operativo: 5v

**Voltaje de Entrada
(Recomendado):** 7 – 12 v

Pines de Entradas/Salidas

Digital: 14 (De las cuales 6 son salidas PWM)

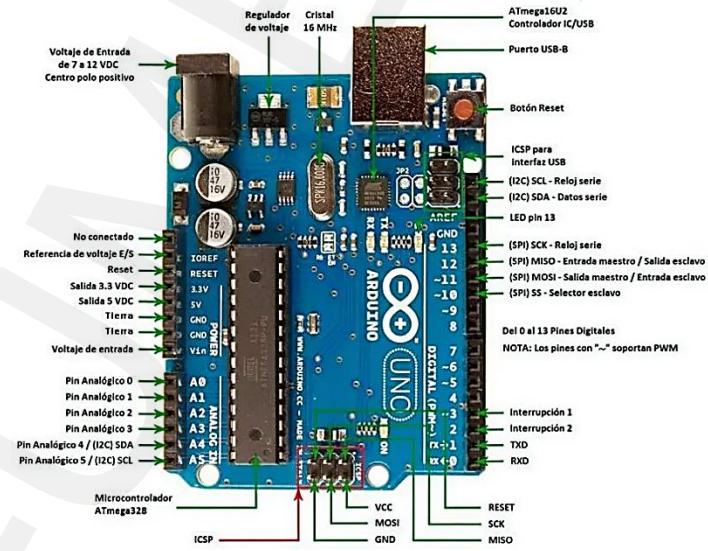
Pines de Entradas Análogas: 6

Memoria Flash: 32 KB
(ATmega328) de los cuales 0,5 KB es usado por Bootloader.

SRAM: 2 KB (ATmega328)

EEPROM: 1 KB (ATmega328)

Velocidad del Reloj: 16 MHZ.



Reto 2

Parte A: Realiza el gráfico de la placa Arduino Uno con sus partes, y complementa el gráfico con lo que se pueda identificar de las características indicadas.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

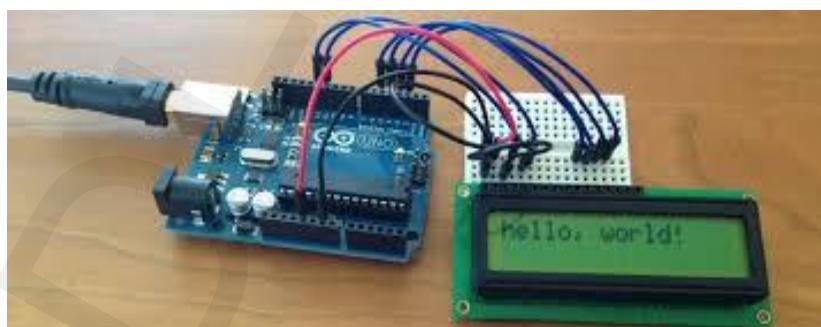
Una tarjeta Arduino, recibe datos de entrada por sus puertos analógicos de un sensor de movimiento, como se indica a continuación.

Dato Encontrado	Número de mediciones
1	2
2	6
3	18
4	10
5	4

Realice una gráfica de barras que represente correctamente los resultados de la tabla de **Dato encontrado Vs Número de mediciones.**

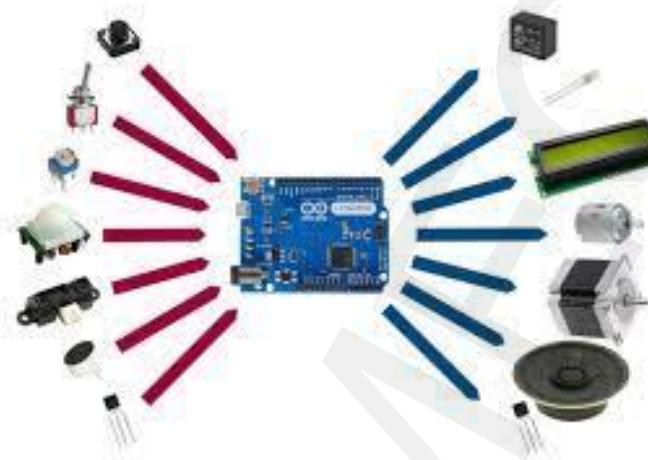
Cómo funciona Arduino

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.



El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedes utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores.



También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores.



Qué podemos hacer con uno

La enorme flexibilidad y el carácter libre y abierto de Arduino hacen que puedas utilizar este tipo de placas prácticamente para cualquier cosa, desde relojes hasta básculas conectadas, pasando por robots, persianas controladas por voz o tu propia máquina de ventas.

Reto 3

Parte A: Diga con sus propias palabras, cómo funciona la placa Arduino

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Se necesita realizar un dispositivo, que, de manera automática, y leyendo la identificación, logre establecer la cantidad de personas que van a la biblioteca por semana, se realiza el dispositivo usando Arduino. Sin embargo, se puede establecer que algunas veces la misma persona va más de una vez por semana.

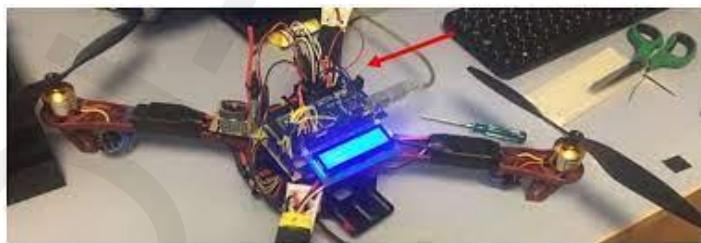
Después de mes y medio, el dispositivo arroja la información que se presenta en la siguiente tabla

No	Número de veces que va a la biblioteca por semana	Número de personas
1	Una	5.000
2	Dos	3.000
3	Tres	1.500
4	Cuatro o más	300

Si al dispositivo se le solicitara entregue el dato que representa mejor la cantidad de veces que una persona va a la biblioteca, que opción de las cuatro mostraría por medio de su pantalla. Justifique la respuesta.

Planificación y Diseño de Proyectos con Arduino

Cuando nos planteamos un nuevo proyecto con Arduino, es aconsejable seguir una serie de pasos para conseguir el éxito. Además de los pasos que habría que seguir en cualquier proyecto, es muy importante hacer una buena planificación antes de empezar a comprar los elementos y ponernos a programar.



- Analizar los requisitos de nuestro proyecto, obtenido el número de entradas y salidas digitales y analógicas que vamos a necesitar, los tipos de comunicación que vamos a utilizar y los shields que vamos a usar. Con todo ello debemos elegir la placa más adecuada para nuestro proyecto.
- Hacer la elección de los sensores, actuadores, periféricos. Para ello debemos buscar qué dispositivos se adaptan a nuestras necesidades y posteriormente asegurarse para cada dispositivo como va a interactuar con Arduino y si vamos a necesitar drivers para los

actuadores/periféricos. Comprobaremos que las librerías que acompañan a cada dispositivo tienen las funcionalidades que hay en los requisitos del proyecto.

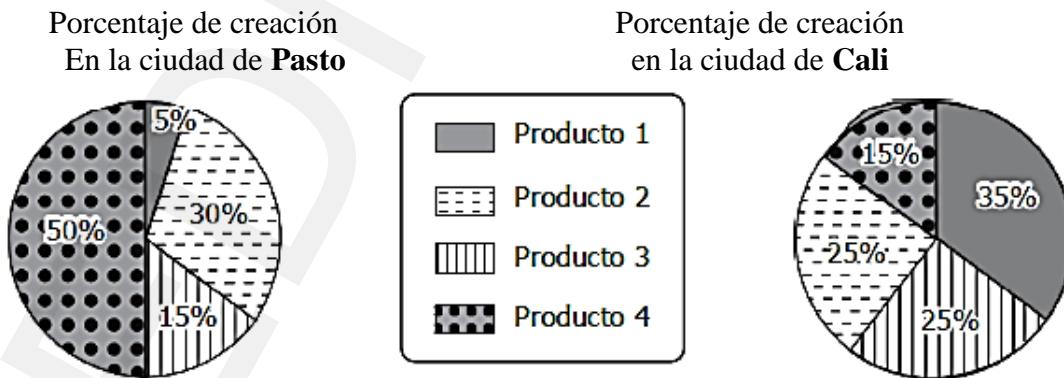
- En la parte de hardware es importante hacer el esquema eléctrico y obtener las partes o piezas que vamos a usar, para ello nos podemos ayudar de fritzing como hemos visto anteriormente.
- El siguiente paso es planificar la programación, buscar las librerías que vamos a necesitar y asegurarse de tener todas las librerías importadas y en el caso que trabajemos varias personas en proyecto, que usemos todos, las mismas librerías con las mismas versiones.
- Realizar el diagrama de flujo en la fase de diseño para mejorar el software y asegurarse de programar todas las opciones.

Reto 4

Parte A: Haga un mapa conceptual con la información presentada en Planificación y Diseño de Proyectos con Arduino

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot diseñado con Arduino, crea diferentes productos a una empresa, sin embargo, se ve afectado por el calor, por lo tanto, tiene diferente rendimiento en clima frío y caliente según el material del producto que este desarrollando. Se somete a una prueba en las ciudades de **Pasto** y **Cali**. Durante una semana de prueba, se crearon 1.200 unidades productos en la ciudad de **Pasto** y 800 unidades en la ciudad de **Cali**. Las siguientes gráficas muestran los porcentajes de creación de productos en las dos ciudades.



¿En qué clima, la máquina, tiene mejor rendimiento?, justifique la respuesta

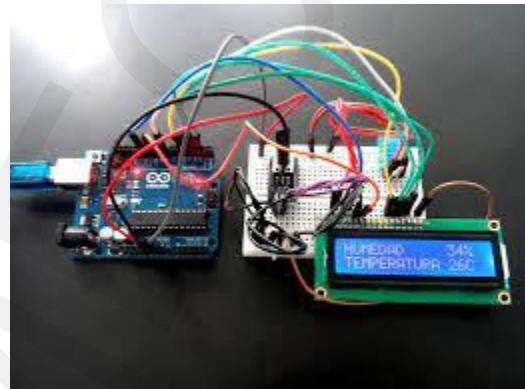
Realizar una tabla, donde se establezca cuántas unidades de cada producto se desarrollaron en Pasto

Ejemplos de proyectos en Arduino

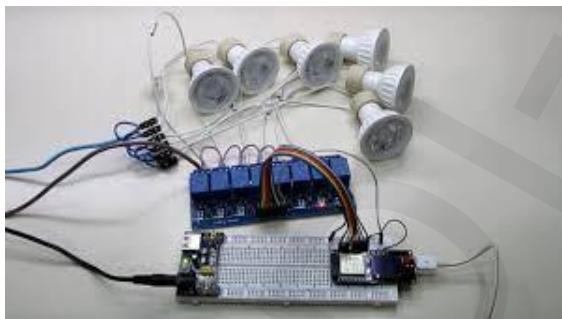
A continuación, encontrarás los pequeños proyectos que hacer con tu placa de desarrollo, todos ellos relativamente sencillos y económicos. Por supuesto hay infinidad de proyectos y más cosas que podrás realizar

Una pequeña estación meteorológica

Este es uno de los mejores proyectos Arduino para principiantes. Requiere que construyas una pequeña pantalla para mostrar los datos, y la programación te permitirá incluso incluir la previsión de días posteriores. Para este proyecto necesitarás una placa Adafruit HUZZAH (al menos es la que recomiendan los expertos), una pequeña pantalla OLED y una carcasa.



Sensor de presencia para encender luces



¿Alguna vez te has levantado de la cama y te has tropezado con algo por no dar la luz? Con este proyecto podrías construir un sensor de presencia para que detecte cuándo te levantas de la cama y que se encienda una tira LED colocada Bajo esta para que puedas ver el suelo.

Para este proyecto necesitarás una tira LED y sensores para la placa Arduino. Te recomendamos que cuando lo programes establezcas un horario para que no se encienda cuando es de día.

Sensor de huellas para abrir puertas

Otro proyecto muy interesante por su utilidad es crear un sensor de huellas dactilares que permita abrir puertas. Imagina por ejemplo que la puerta de tu garaje está motorizada... con este proyecto podrías hacer que se abriera automáticamente al poner tu huella en el sensor.



Sistema detector de humos Arduino

Otro de los proyectos que tiene una utilidad en la vida real es un detector de humos. La idea es usar una placa Arduino en conjunto con el nuevo sensor MQ-2 para la plataforma, además de añadir un altavoz o buzzer para avisar cuando se detecte. Se le puede añadir también un display para mayor información.

Reto 5

Parte A: Teniendo en cuenta los ejemplos de proyectos en Arduino, imagine una necesidad de su contexto y exprese lo más detalladamente posible como considera que puede lograr solucionarlo aplicando conocimientos de electrónica y la placa Arduino como medio de desarrollo.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un motor tiene un dispositivo, que, por medio de Arduino en sus entradas analógicas, permite medir la velocidad en revoluciones por minuto, la velocidad va incrementando por cada minuto. En la siguiente tabla se muestra las velocidades que ha adquirido el motor en los 1, 2, 3 y 4 minutos.

Tiempo (minutos)	1	2	3	4	...
Velocidad en RPM	1.000	3.000	9.000	27.000	...

Si el motor continúa incrementando la velocidad de la misma manera, determine cuántas revoluciones por minuto alcanzara a los 6 minutos.

Secuencia didáctica 3. Uso de Arduino



Institución Educativa Municipal

Luis Eduardo Mora Osejo

DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004

CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1

"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 3: Uso de Arduino

Grado: Décimo.

Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Referentes Conceptuales

Entradas o salidas digitales.

Como se mencionó en la secuencia anterior, Arduino está formado básicamente por pines de entrada, un microcontrolador en el medio y pines de salida. Los pines de entrada sirven para escuchar y capturar información del exterior, ejem: pulsadores, sensores, lectoras, etc.; el microcontrolador sirve para procesar el programa cargado y finalmente los pines de salida sirven para enviar información desde la tarjeta Arduino hacia el exterior.

Al hablar de Entradas o Salidas digitales se entiende que tanto la información que escuchan como las respuestas pueden tener solamente dos estados: +5voltios o 0 voltios. En Arduino las señales digitales pueden manejar los siguientes valores o estados:

Estado digital	5 voltios	0 voltios
Opción 1	HIGH	LOW
Opción 2	1	0
Opción 3	TRUE	FALSE

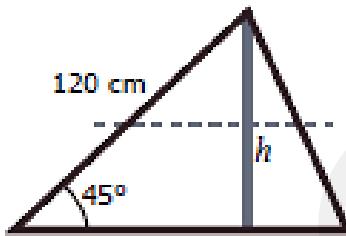
Reto 1

Parte A:

De su interpretación del cuadro, donde aparecen las tres opciones del estado digital

Parte B: Logre resolver el siguiente problema

Un robot debe establecer un algoritmo, que le permita identificar la mitad de la altura (h) de los objetos, al identificar por medio de una cámara, la forma de un objeto triangular cómo el que se presenta a continuación, logra establecer los siguientes datos, que superpone en la imagen:



Una vez obtenida la distancia, la ubica en una línea punteada, para posteriormente, realizar un corte con un láser.

Conociendo que $\operatorname{sen}(45^\circ) = \frac{h}{120}$, y teniendo en cuenta que $\operatorname{sen}(45^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,71$.

- Escriba los pasos que tuvo que hacer el robot, para lograr su tarea.
- Encuentra la distancia aproximada a la que se cortó la altura del triángulo

Funciones Básicas en Arduino

Por otra parte, todo programa en Arduino debe tener dos funciones básicas: `setup()` y `loop()`. La sintaxis (forma de escribir) es la siguiente:

```
//librerías
// variables y constantes

void setup(){
// instrucciones de configuración
}
void loop(){
// instrucciones del ciclo infinito
}
```

La función `setup()` sirve para definir el comportamiento inicial de mi placa Arduino, es decir cuando la a una fuente de alimentación (pila, batería). Algunos ejemplos de uso de la función `setup()` son: Que pines voy a utilizar, cuáles serán entradas y cuáles salidas, iniciar alguna variable, etc.

La función `loop()` sirve para definir todas las tareas que Arduino ejecutará repetidamente mientras esté conectada. Por ejemplo: Leer el valor de las entradas, escribir en los pines de salida, enviar alertas, emitir sonidos, enviar mensajes por el puerto serial, etc.

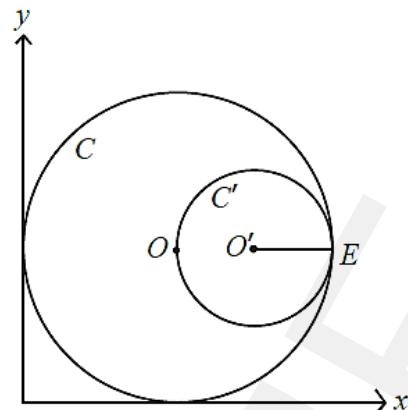
Reto 2.

Parte A:

- Escriba, para qué sirve la función `setup()` y `loop()` en Arduino, complemente la información consultando otras fuentes.

Parte B: Logre resolver el siguiente problema

Un dron realiza un vuelo de rutina en un parque, y debe establecer el diámetro del objeto más grande que logra captar en una disposición geométrica, que se indica a continuación:



Al realizar el análisis de la imagen obtenida, establece que se encuentran 2 circunferencias, donde la circunferencia C' , está dentro la circunferencia C . Las circunferencias son tangentes en el punto E . y logra identificar los centros con O y O' .

Teniendo en cuenta que el robot volador, para determinar las medidas, ubica el análisis de la imagen sobre un plano cartesiano y según la distancia a la que fue tomada la imagen reconoce que las coordenadas de O y O' son $(2,2)$ y $(3,2)$ respectivamente, en metros.

- Realiza el dibujo en el cuaderno, que permita ubicar los valores de los ejes del plano cartesiano,
- Identificar los puntos de O y O'
- Establecer cuántos metros mide el diámetro de C

Ejercicio 1. Simular el siguiente ejercicio en proteus, codificando en Arduino.

Para este ejemplo, se simulará el siguiente circuito y necesitaremos las siguientes partes:

1. *Una tarjeta Arduino UNO*
2. *5 Leds de colores (rojo, verde, amarillo, azul, naranja).*
3. *1 Switch*
4. *5 resistencias de $330\ \Omega$*
5. *1 resistencia de $10\ k\Omega$*

Codificación:

El lenguaje de Arduino está basado en Processing que es un lenguaje muy parecido al C++ y a Java.

Lo primero que encontramos es la función `setup()` donde se definen los parámetros iniciales de la aplicación.

El comando void significa que la función no devuelve nada.

Los paréntesis () son obligatorios y en algunas ocasiones se ubican valores dentro de ellos llamados argumentos o parámetros.

Seguidamente encontramos las llaves {}, las cuales nos indican el inicio y el fin de la función, dentro colocamos los comandos que queremos que se ejecuten dentro de la función.

En el ejemplo usamos

`pinMode(numero de pin [valor entero], tipo [HIGH/LOW])`

La cual define el comportamiento del pin en la placa Arduino

Ir ubicando en el programa Arduino el código que se indica a continuación en cada una de las partes, guardarlo en su carpeta, con el nombre Ej1

```
int Led1 = 2;
int Led2 = 3;
int Led3 = 4;
int Led4 = 5;
int Led5 = 6;

void setup(){
//SE CONFIGURAN LOS PINES COMO SALIDAS
    pinMode(Led1, OUTPUT);
    pinMode(Led2, OUTPUT);
    pinMode(Led3, OUTPUT);
    pinMode(Led4, OUTPUT);
    pinMode(Led5, OUTPUT);
}
```

La siguiente función es **loop()** la cual se ejecuta continuamente cientos de veces por segundo, por lo tanto, es importante saber cómo controlar este proceso repetitivo.

La primera instrucción o comando es **digitalWrite(*número de pin [valor entero]*, *tipo [HIGH/LOW]*)**. Este comando lo que hace enviar un valor al pin de salida el cual puede ser 0 ó 5 voltios. De esta manera, se explica cómo es que un pin puede mandar el voltaje necesario para encender un Led.

Primero encendemos un led con el valor HIGH, luego con la función delay(500) creamos un retardo de medio segundo. Con la función delay(), hay que tener mucho cuidado ya que cada vez que se llama detiene la ejecución del bloque loop(), dejando como en un estado suspendido a Arduino.

```
void loop(){
    //SE ENCIENDEN LOS PINES DEL 2 AL 7 CADA MEDIO SEGUNDO
    digitalWrite(Led1,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(Led2,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(Led3,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(Led4,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(Led5,HIGH);
    delay(500);....
```

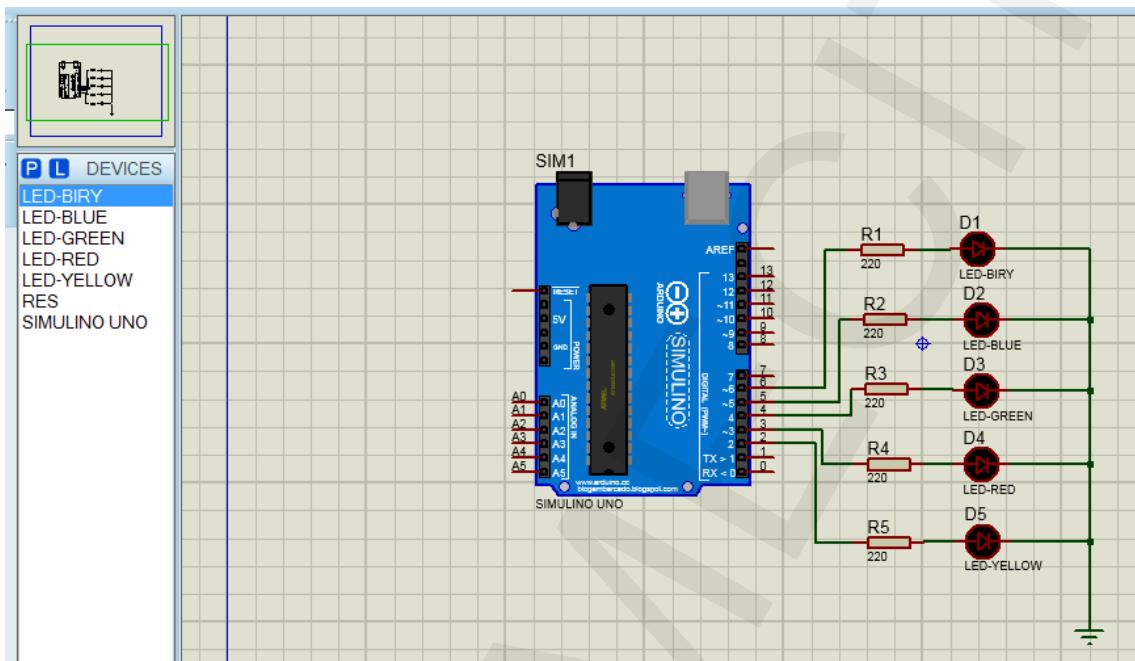
Finalmente volvemos a llamar a la función digitalWrite(*pin, LOW*) para apagar los pines. El parámetro LOW indica que se enviará un nivel Bajo al pin, es decir 0 voltios. Nótese que se dejan apagados por 1 segundo con el comando delay(1000).

```
//SE APAGAN LOS PINES DEL 2 AL 6
digitalWrite(Led1,LOW);
digitalWrite(Led2,LOW);
digitalWrite(Led3,LOW);
digitalWrite(Led4,LOW);
digitalWrite(Led5,LOW);
//LOS MANTENEMOS APAGADOS POR 1 SEGUNDO
delay(1000);
}
```

Seleccionar Archivo – Salvar, que es lo mismo que guardar, e ir por programa – exportar binarios compilados.

Simulación en Proteus

Guardar la simulación en la misma carpeta donde está guardado el código .ino, con el nombre Ej1Prot

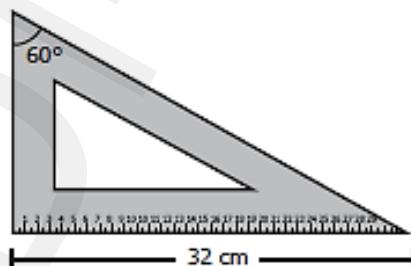


Reto 3.

Parte A: Después de ejecutar la simulación, explique detalladamente, qué hace el programa anterior.

Parte B: Logre resolver el siguiente problema

Por medio de una cámara, un robot, logra establecer que un objeto es un *cartabón*, ya que, tiene forma de triángulo rectángulo escaleno, de modo que su hipotenusa mide el doble del cateto de menor longitud. Particularmente, para el objeto detectado, identifica que el cateto más largo tiene 32cm, y en la parte Superior tiene un ángulo de 60° , como se indica a continuación:



Si el robot, entre su programación tiene una librería de matemáticas con las funciones trigonométricas y están almacenadas en su memoria así:

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} \alpha &= \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Hipotenusa}} \\ \cos \alpha &= \frac{\text{Cateto adyacente}}{\text{Hipotenusa}} \\ \tan \alpha &= \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto adyacente}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} 30^\circ &= \frac{1}{2} & \operatorname{sen} 60^\circ &= \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos 30^\circ &= \frac{\sqrt{3}}{2} & \cos 60^\circ &= \frac{1}{2} \\ \tan 30^\circ &= \frac{1}{\sqrt{3}} & \tan 60^\circ &= \sqrt{3}\end{aligned}$$

- Escriba los pasos que tuvo que hacer el robot, para lograr encontrar el valor del cateto menor.
- Encuentre las medidas correspondientes al cateto menor

Ejercicio 2. Simular el siguiente ejercicio en Proteus, codificando en Arduino.

Teoría instrucción For:

La instrucción for() es un contador y ejecuta una tarea repetitiva el número de veces que se le indique.

Tiene tres partes separadas por (;) y la sintaxis es la siguiente:

```
for (inicialización; condición; expresión)
{
    Instrucciones
}
```

A manera de ejemplo, si se desea encender y apagar las 10 primeras patas del Arduino, se puede simplificar el código así:

```
for (int x=0; x<10; x++)
{
    digitalWrite(x, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(x, LOW);
    delay(500);
}
```

Para mejorar el código ya trabajado, se va a utilizar el ciclo for en los lugares donde se hace cosas repetitivas.

Ir ubicando en el programa Arduino el código que se indica a continuación en cada una de las partes, guardarlo en su carpeta, con el nombre Ej2

```
void setup(){
//SE CONFIGURAN LOS PINES COMO SALIDAS
for(int i=2;i<7;i++)
{
    pinMode(i, OUTPUT);
}
```

En la línea `for (int i= 2; i<7; i++)` se define lo siguiente:

Inicialización: Se declara una variable de tipo entero llamada “*i*” (`int i`) con el valor 2.

Condición: el contador irá desde 2 (valor asignado en la Inicialización) hasta 6.

Expresión: `i++` indica que el valor incrementará de 1 en 1, es decir tomará los valores 2,3,4,5,6.

Finalmente encendemos y apagamos los pines 2,3,4,5,6 usando nuevamente la instrucción `for()`.

Esta vez se ubica el valor 1 (uno) en lugar de HIGH ya que *HIGH*, *TRUE* y `1` tiene el mismo valor al escribir una salida. Además, de 0 (cero) en lugar de LOW ya que *LOW*, *FALSE* y `0` tiene el mismo valor al escribir una salida.

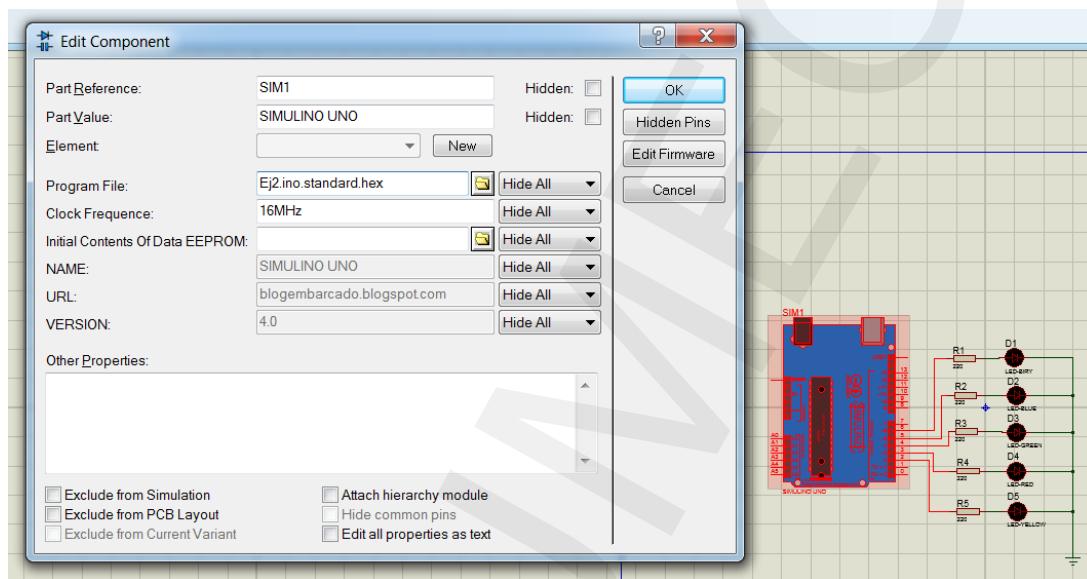
```
void loop()
//SE ENCIENDEN LOS PINES DEL 2 AL 6 CADA MEDIO SEGUNDO
for(int j=2;j<7;j++)
{
    digitalWrite(j,1);
    delay(500);
}
//SE APAGAN LOS PINES DEL 2 AL 6
for(int j=2;j<7;j++)
{
    digitalWrite(j,0);
}
//LOS MANTENEMOS APAGADOS POR 1 SEGUNDO
delay(1000);
```

Seleccionar Archivo – Salvar, que es lo mismo que guardar, e ir por programa – exportar binarios compilados.

Simulación en Proteus

Ya que se optimizó el ejercicio anterior, abrir la simulación de Proteus y guardarla en la misma carpeta donde está guardado el nuevo código. ino, con el nombre Ej2Prot

Dar doble clic en el simulino para seleccionar el binario compilado que se generó



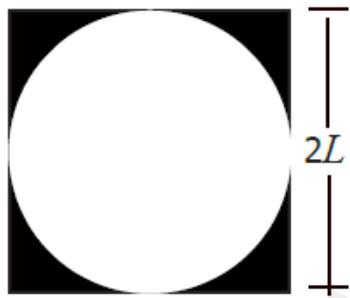
Reto 4.

Parte A: Analice la utilización del ciclo for en el ejercicio.

Parte B: Logre resolver el siguiente problema

Un robot, usa un sensor de ultrasonido, para establecer la forma de un objeto a una determinada distancia, cada vez que el disparador se activa, se envía una onda que, al detectar el objeto, en una matriz va estableciendo valores de uno, y al no detectar nada, ubica el valor de cero. Posteriormente para representar el objeto por medio de una pantalla, donde es uno ubica el color blanco y donde es cero, el color negro.

Por la distancia que se realiza la medición se puede establecer el tamaño del objeto con un cuadrado que tiene de lado el valor de $2L$. Generando el gráfico que se indica a continuación.



- Establecer el radio de circunferencia encontrada, en función de L
- Si la distancia L, fuera de 4 metros. ¿Cuál sería el valor del radio de la circunferencia?

Sede Central: carrera. 4º # 16-180 Sector Potrerillo. Teléfonos: (2) 7219744 - (2) 7219743
Página Web: www.iemoraosejo.edu.co **Email:** luiseduardomoraosejo2011@gmail.com
Pasto – Nariño – Colombia



SC-CER440946

Secuencia Didáctica 4: Montaje de proyectos y pruebas



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 4: Montaje de proyectos y pruebas

Grado: Décimo.

Solucionar cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Reto 1.

Un programa, diseñado para facilitar el conteo de la resolución (capacidad de detección) de unos sensores de sonido, utiliza una variable denominada **valor** de tipo vector, que permite almacenar los datos equivalentes a la cantidad de bits de resolución de los tipos de sensores.

Existen 64 tipos de sensor, según su resolución y a medida que se tiene mayor cantidad de bits de resolución, incrementa el precio.

Ya que el sensor trabaja con bits, estos pueden tener dos estados, lo que genera una cadena de unos y ceros. A continuación, se muestra la información almacenada de unas posiciones de la variable **valor**

Tipo de sensor de sonido	Variable (vector)	Resolución	Valor de resolución
1	valor (0)	2^0	1
2	valor (1)	2^1	2
3	valor (2)	2^2	4
4	valor (3)	2^3	8

- Se desea conocer las características del **tipo de sensor de sonido 15**. Encuentre cada uno de los parámetros que se ubican en el encabezado de la tabla anterior, para este sensor.

Reto 2

Parte A: Montaje del proyecto

Para implementar físicamente el proyecto, se necesitan los siguientes materiales, solicitarlos al docente.

6. Una tarjeta Arduino UNO
7. 5 Leds.
8. 1 Pulsador
9. 6 resistencias de $330\ \Omega$
10. 1 resistencia de $10\ k\Omega$
11. Cables

12. 1 protoboard

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema

Una empresa que produce adornos navideños en la ciudad de Pasto, para empácalos, tiene un robot, capaz de establecer cuál es la mejor combinación de cajas de tres tamaños diferentes. En una caja grande caben 40 unidades. En una caja mediana caben 30 unidades. En una caja pequeña caben 20 unidades.

Por ejemplo, llega un pedido de 450 adornos, entonces el robot establece cuantas cajas de cada tipo necesita para realizar el empacado y empaca los productos.

Una opción válida sería 10 cajas grandes, 1 mediana y una pequeña, obteniendo la siguiente función:

$$10*(40) + 1*(30) + 1*(20) = 400+30+20=450$$

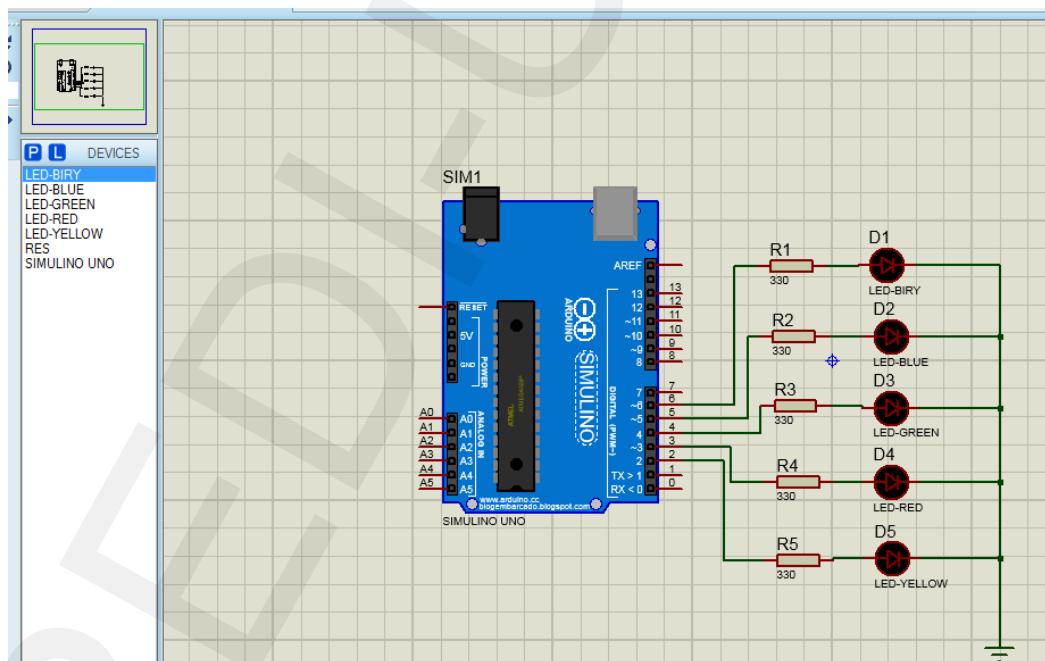
Otra opción válida puede ser 5 cajas grandes, 5 cajas medianas y 5 cajas pequeñas
 $5*(40) + 5*(30) + 5*(20) = 200+150+100=450$

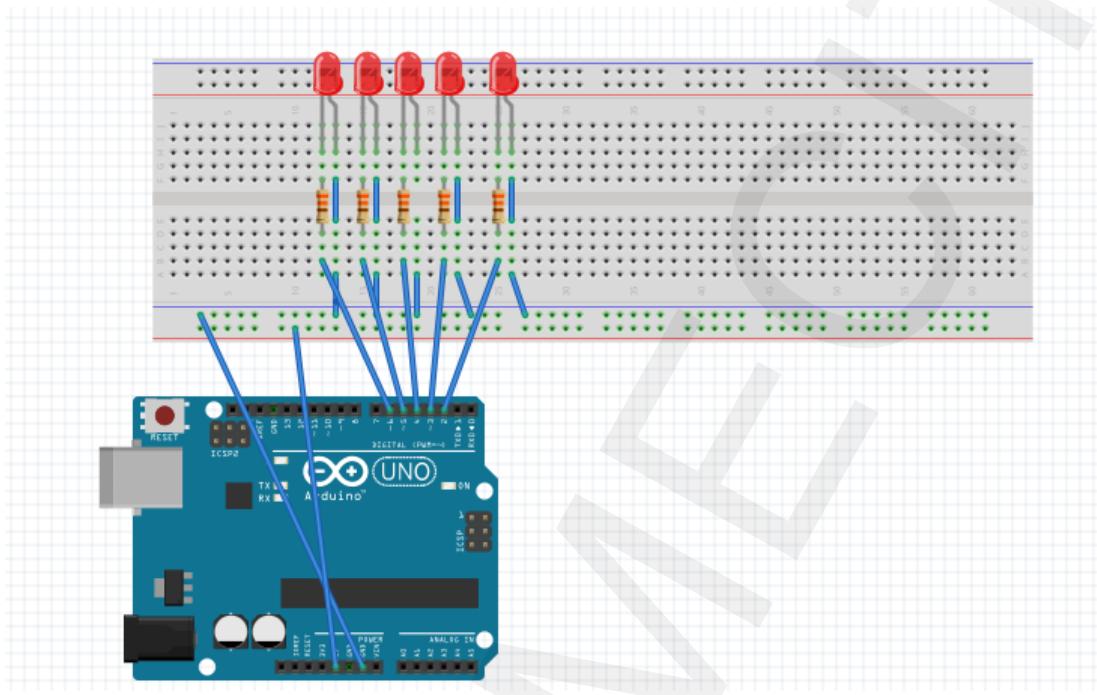
La empresa ha recibido un pedido de 300 adornos.

- Encuentre dos grupos de cajas puede emplear el robot para empacar el pedido

Reto 3.

Parte A: Se va a realizar el montaje en protoboard del siguiente circuito





Parte B: Logra solucionar el siguiente problema

Un robot que expende de manera automática diferentes tipos de productos a estudiantes de una I:E:M de Pasto, al finalizar la semana el dueño del robot, revisa lo obtenido y encuentra un valor de \$450.000 en billetes de \$20.000 y de \$50.000, que están distribuidos en 15 billetes.

Con la ecuación

$$20.000X + 50.000Y = 450.000$$

$$X+Y=15$$

Donde **X** es la cantidad de billetes de 20.000 y **Y** es la cantidad de billetes de 50.000

Resuelva la ecuación presentada para establecer cuantos billetes de cada tipo se obtienen.

Reto 4.

Parte A:

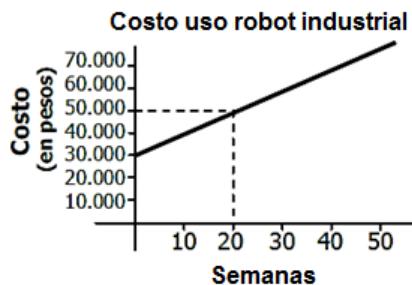
Se debe conectar la placa Arduino, se va por el menú Herramientas- Puerto y seleccionar el Com que este habilitado, ya que depende de qué entrada USB del equipo se conecte el cable del Arduino.

Introducir en la placa los códigos realizados en la secuencia anterior. Probar con la secuencia tradicional y la mejorada con el ciclo for.

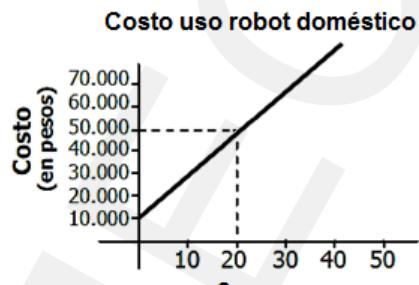
Sacar una foto del resultado del montaje del proyecto y enviarla al docente.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema

A continuación, se presentan dos gráficas. La **gráfica 1** representa la relación entre el costo **C**, de recubrir un piso utilizando cerámica y el área **x** del piso en metros cuadrados. La **gráfica 2** representa la relación entre el costo **C**, de recubrir un piso utilizando mármol y el área **x** del piso en metros cuadrados.



Gráfica 1



Gráfica 2

En las dos gráficas se presenta un valor inicial que corresponde al alquiler de algunas máquinas que se utilizan para realizar el trabajo.

Ubicar F (falso) o V (verdadero) en las siguientes afirmaciones

- () Para cualquier cantidad de semanas, es más costoso usar un robot doméstico que uno industrial.
- () El costo por cada semana después de las 20, es mayor cuando se utiliza un robot doméstico.
- () A las 20 semanas exactas, tiene el mismo costo usar un robot doméstico o uno industrial.

Reto 5.

Parte A:

- Hacerle una mejora al proyecto. Por ejemplo, colocar un botón que permita controlar el encendido y apagado de los leds o colocar otros leds adicionales.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema

Un robot, está programado para apilar mercancía, se lo puede configurar para que realice el trabajo en progresión aritmética (cada término es igual al anterior más un valor constante) o geométrica (cada término es igual al anterior multiplicado por un valor constante). En la geométrica, la razón es el valor que se multiplica

Por ejemplo, si se va a trabajar con una progresión geométrica de grado 2, el robot apila mercancía de la siguiente forma



- Representar una progresión geométrica de grado 4

Sede Central: carrera. 4º # 16-180 Sector Potrerillo. Teléfonos: (2) 7219744 - (2) 7219743
 Página Web: www.iemoraoosejo.edu.co Email: luiseduardomoraosejo2011@gmail.com
 Pasto – Nariño – Colombia



Guías didácticas para grados once

Secuencia didáctica 1. Introducción a la robótica



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
 DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
 CODIGO DANE 152001005027 NIT: 90000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 1: Introducción a la robótica

Grado: Once.

Solucionar cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Robótica

El mundo está siendo testigo de profundos cambios impulsados por el desarrollo de la cultura digital, en la que la tecnología robótica juega un papel importante. Su ingreso a la escuela es tanto un medio como un propósito educativo, porque al acercar el conocimiento en este campo a los estudiantes, se busca mejorar sus habilidades para que puedan resolver diversos problemas sociales del contexto, crear nuevas oportunidades y hacer un buen trabajo en la integración. En el mundo globalizado.



El uso de robots requiere resolver problemas técnicos relacionados con la programación y la informática, y aplicarlos a situaciones y problemas del mundo físico a través de un aprendizaje centrado en la práctica y la experimentación. Esta combinación de conceptos, ejercicios y creatividad estimula la motivación y el interés de Alto nivel de los estudiantes, lo que hace que la robótica sea un recurso de enseñanza importante. También promueve el pensamiento computacional porque sugiere resolver problemas cotidianos a partir de hipótesis, experimentos y reflexiones para sacar conclusiones.

Hoy asistimos al desarrollo e impacto de la robótica en la vida diaria, lo que nos permite optimizar y automatizar diferentes procesos y tareas. Los avances en tierra, aire (drone) o robots móviles acuáticos que pueden navegar de forma autónoma e interactuar con el entorno tienen un impacto significativo en las siguientes actividades:

- Monitoreo y exploración terrestre (cultivo, área forestal) y acuática;
- Buscar y rescatar personas u objetos;
- Investigar e identificar áreas a las que los humanos tienen dificultades para ingresar;
- Exploración espacial y planetaria;
- Transporte de mercancías y pasajeros;
- Haciendo tareas domésticas;
- Ayuda y cuidado de las personas.

Reto 1

Parte A: Responda los siguientes interrogantes

Explique con sus palabras, porque considera importante la robótica para el futuro de la humanidad.

En las actividades mencionadas, cuál considera la más importante para la aplicación de robots, justifique.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Se desea calcular el espacio para ubicar un robot que permite medir el nivel de ruido, la tarjeta se va a ubicar en un espacio cuadrado de lado k , y los sensores en un espacio semicircular. Representado en la siguiente figura, donde:



Sabiendo que el área de un cuadrado es $A_c = \text{Lado} * \text{Lado}$, donde el lado es k y el área del semicírculo es $A_s = \frac{\pi * r^2}{2}$. Para calcular el área que va a ocupar el robot en la pared, se empleó el siguiente procedimiento:

$$\text{Paso 1. } A_c = k * k = k^2$$

$$\text{Paso 2. } A_s = \frac{\left(\frac{k}{2}\right)^2 \pi}{2} = \frac{\frac{k^2 \pi}{4}}{2} = \frac{k^2 \pi}{8}$$

$$\text{Paso 3. } A_f = A_c + A_s$$

Paso 4. $A_f = k^2 + \frac{k^2\pi}{8} = k^2 \left(1 + \frac{\pi}{8}\right)$

Seleccione la respuesta correcta.

- El anterior procedimiento es
 - A.** correcto, pues el radio equivale a $\frac{k}{2}$.
 - B.** incorrecto, ya que A_s equivale a $k^2\pi$.
 - C.** correcto, ya que se ha sumado A_c y $\frac{A_s}{4}$
 - D.** incorrecto, pues A_s equivale a $\frac{k^2\pi}{4}$
- Si el lado k es equivalente a 20 cm, ¿cuál sería el valor de la figura?

Qué es un Robot

Un robot es una entidad o agente artificial electrónico o electromecánico, un dispositivo funcional y programable que puede realizar una o una serie de acciones por sí solo para lograr objetivos específicos en función de su capacidad para percibir el mundo circundante, procesar esta información y tomar decisiones.

Los robots móviles autónomos tienen un ciclo de control, que se resume a continuación: obtienen información del entorno a través de sensores, procesan la información a través de programas informáticos (software) para tomar decisiones en tiempo real, activan comportamientos específicos a través de actuadores, y le permiten moverse e interactuar con el medio ambiente.

Además, hay robots que aprenden de la interacción con el medio ambiente, los humanos u otros robots. Para ello, utilizan algoritmos de aprendizaje automático: programas informáticos que pueden resumir el comportamiento a partir del análisis de datos. Estos robots utilizan la llamada inteligencia artificial. Hay robots que pueden aprender y crear música o pintar: Emmy es un robot que crea música como Vivaldi, Beethoven y Bach, procesa una gran cantidad de información de partituras de estos compositores y detecta patrones repetidos en cada persona. Esta operación es un ejemplo del alcance del *machine learning*.

Reto 2:

Parte A: Responda los siguientes interrogantes

Defina con sus palabras ¿Qué es un robot?

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot que aprende de la interacción con el medio ambiente, por medio de algoritmos de aprendizaje automático, establece que, para ubicar unas figuras dentro de unos empaques, debe seguir una secuencia, después de cierto tiempo ya puede predecir la ubicación de una figura.

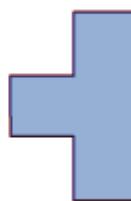


Figura 1

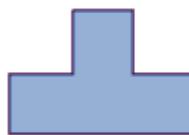


Figura 2



Figura 3

...

Continúe la secuencia de las figuras y establezca la posición que ubicaría el robot al llegar a la Figura 7.

Tipos de Robots

Suelen dividirse en dos tipos, de servicio e industrial:

Robots industriales: Los robots industriales son robots que se utilizan en entornos de fabricación industrial. Generalmente, se trata de articulaciones y brazos desarrollados para aplicaciones como soldadura, manipulación de materiales, unión de piezas, pintura, etc.



Robots de servicio: incluye cualquier robot utilizado fuera de las instalaciones industriales, aunque se puede subdividir en dos tipos principales: Robots para trabajo profesional Robots para uso personal.



Hoy en día, tenemos robots para el cuidado de personas mayores, con fines militares, para transportar personas e incluso robots que pueden jugar al fútbol.

Actualmente, por la diversificación de los robots, se pueden encontrar otras clasificaciones

Robots domésticos: este tipo de robot incluye muchos dispositivos diferentes, como aspiradoras robóticas, limpiadores de piscinas robóticos, barredoras de calles, limpiadores de desagües y otros robots que pueden realizar diferentes tareas. Además, algunos robots de vigilancia y telepresencia pueden considerarse robots domésticos.

Robots médicos: robots utilizados en instituciones médicas y en la medicina en general, como robots quirúrgicos. Además, también se pueden incluir en este tipo algunos vehículos de guiado automático y alguna maquinaria de elevación de pacientes.

Robots militares: Los robots utilizados en aplicaciones militares, como en la desactivación de bombas, diferentes tipos de robots de transporte, aviones de reconocimiento. A menudo, los

robots creados inicialmente para fines militares pueden ser utilizados en la búsqueda y rescate de personas y otros campos relacionados.

Robots de Entretenimiento: Estos robots se los puede reconocer desde los de juguete con simples movimientos y termina con auténticos pesos pesados tales como brazos robóticos articulados usados como simuladores de movimientos.

Robots espaciales: Incluiría robots utilizados en la Estación Espacial Internacional, así como vehículos de Marte y otros robots que se utilizan en el espacio.

Robots educativos: se utilizan específicamente para enseñar tecnología robótica utilizada en escuelas de todo el mundo. Seguidores de línea, Lego, robots de sumo y todos esos robots que son desarrollados con características para aprender.

Robots Humanoides: Robots con aspecto parecido al humano y que realizan tareas propias de un ser humano, incluso expresando emociones.

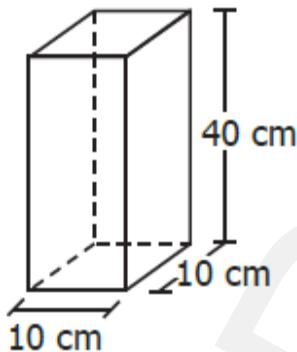
Reto 3:

Parte A: Desarrolle

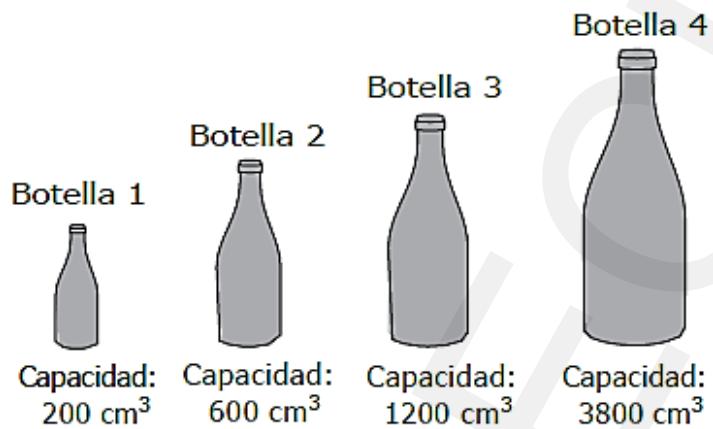
Realice un mapa mental sobre, las otras clasificaciones que se pueden encontrar por la diversificación de los robots.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot industrial debe seleccionar la combinación óptima de unas botellas de diferentes tamaños y capacidades, para llenar un líquido que está almacenado en un recipiente de las siguientes características.



Se desea que todo el líquido del recipiente se vacíe en las botellas y estas queden en su máxima capacidad.



Que combinaciones de botellas posibles, encontraría el robot, para lograr que el contenido del recipiente se vacíe en su totalidad, llenando las botellas a su máxima capacidad.

Clasificación en función del entorno de trabajo del robot:

Robots Estacionarios: Estos robots son fijos en un lugar y no se pueden mover. Esta categoría incluye robóticos brazos, máquinas-herramientas informáticas, y la mayoría de los robots industriales.

Robots De Suelo: Estos robots están diseñados para operar en la superficie de la tierra o de otro planeta, y por lo general están subclasiifican por su forma de transmisión del movimiento: ruedas, pistas o piernas.

Robots Submarinos: También conocidos como vehículos submarinos autónomos, estos están diseñados para operar Bajo el agua, y muchos de ellos a gran profundidad.

Robots Aéreos: Son vehículos aéreos no tripulados e incluyen diversos tipos de máquinas voladoras robóticas, incluyendo aviones y helicópteros.

Robots de microgravedad: Los robots que han sido diseñados para funcionar en entornos de baja gravedad, como la órbita terrestre.

Además, hay otros llamados **de trabajo en entornos peligrosos**, que como su propio nombre indica se desarrollan para trabajar en sitio peligrosos, como un robot para desactivar bombas o también llamado robot de artificieros, o los robots de guerra.

Clasificación en función de su autonomía:

Teleoperados: Robots controlados a distancia y que necesitan ser controlados todo el tiempo por un ser humano. Su control puede ser con cable o sin él. Un ejemplo serían los drones o los robots para hacer operaciones.

Semi-automáticos: Tiene cierto grado de autonomía, pero siguen siendo controlados por un ser humano. Un robot clasificador de paquetes



podría ser semiautomático o incluso una barrera para abrirse cuando se le introduce una tarjeta (parqueo de coches).



Automáticos: Estos robots pueden tomar sus propias decisiones sin la necesidad de un ser humano. El más conocido últimamente podría ser el coche sin conductor.

Por último, otra clasificación podría ser incluso en **función de su tamaño**: Robots, Microrobots (tamaño de micras) y NanoRobots o NanoBots (tamaño manométrico, el más pequeño).

Reto 3:

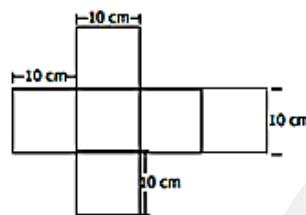
Parte A: Desarrolle

Realice un mapa conceptual sobre, la clasificación de los robots **según su autonomía**.

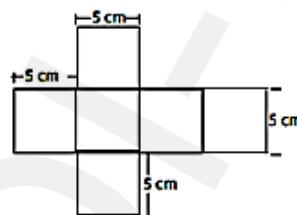
Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot estacionario está programado para seleccionar los moldes adecuados, que permitan armar cajas de empaque donde se va a introducir balones esféricos de diferentes tamaños. En un almacén deportivo quieren empacar balones de 10 centímetros de radio en cajas cúbicas. Adquieren el robot y le introducen como parámetros la información de los siguientes moldes para armar las cajas:

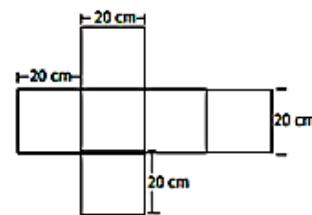
Molde 1



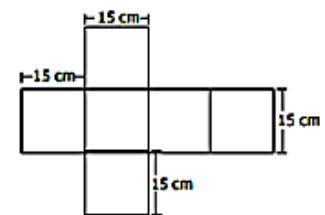
Molde 2



Molde 3



Molde 4



Establezca cuál es el molde que seleccionaría el robot para hacer el proceso y justifique el por qué.

Secuencia Didáctica 2: Robótica y el contexto.



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 2: Robótica y el contexto.

Grado: Once.

Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Contexto y problemática

Después de analizar el contexto de la institución, el grupo de automática y robótica determinó que el colegio tenía necesidades reales que podían ser solucionadas a partir de la tecnología.

Un grupo de estudiantes ha detectado un problema de salud común entre sus compañeros y algunos de sus docentes, muchos de ellos, manifestaron problemas para conciliar el sueño, estrés, depresión, pérdida auditiva, dolor de cabeza, entre otros.

Luego de hacer una búsqueda sobre posibles causantes de estos síntomas, se dieron cuenta, que estaban relacionados con los ambientes expuestos a Altos ruidos. Se realizó una medición con un sonómetro y se encontró que en las aulas de clase se alcanzaban ruidos de más de 90 decibeles; un nivel de ruido bastante Alto teniendo en cuenta que la Organización Mundial de la Salud (OMS) dictamina un nivel de confort acústico óptimo entre los 25 y 40 decibelios.

Por esta razón, el equipo de automatización y robótica institucional debe desarrollar un dispositivo electrónico capaz de medir los niveles de ruido dentro de un salón de clase, indicando Bajo herramientas luminosas los niveles de ruido óptimo, medio y Alto, al igual que un indicador sonoro. Esto favorecerá el proceso de aprendizaje, mejorando la concentración y disminuyendo conflictos.

Reto 1

Luego de realizar una encuesta sobre el ruido en los salones, a los profesores del colegio Luis Eduardo Mora Osejo, se concluyó que, de cada 10 docentes, 7 consideran que se presenta ruido excesivo en los salones de clases, de los cuales 2 son hombres.

De acuerdo a los resultados de la encuesta, ¿cuál es la probabilidad de encontrar en un grupo de 10 personas a una mujer que considere que en los salones de clase se presenta ruido excesivo?:

Recursos

ID	Nombre	Espec.	Cantidad
1	Arduino UNO		1
2	Protoboard		1
3	Porta Baterías AA		Para 4 baterías
4	Baterías AA Li-Ion		-Voltaggio 3v-9v
5	Matriz Led 8x8 con MAX7219		400 puntos
6	KY-038 ó KY-037		módulo de sensor de sonido
7	Cables de conexión		10
8	Resistencia		220
9	LED		1

Reto 2

Un robot detecta el ruido en un salón de clases en los estudiantes de la mañana y de la tarde mostrando en una matriz de leds los valores de ruido en una escala de 1 al 12. Luego suma los valores para establecer el ruido que obtuvo el salón en día.

En la jornada de la mañana mostró los números 2, 4, 6, 8 ,10, 12, los cuales no están ordenados según el día de la toma de la muestra.

En la jornada de la tarde mostró los números 1, 3, 5, 7, 9, 11, los cuales no están ordenados según el día de la toma de la muestra.

Establece los posibles ruidos del salón por día que el robot puede encontrar.

Grupos y Roles de Trabajo

Es indispensable generar escenarios que posibiliten la reflexión e indagación en los estudiantes, sobre el contexto establecido para abordar el problema. Se recomienda organizar grupos de 5 integrantes y definir los diferentes roles que van a desempeñar.

Desarrollador:

Encargado del desarrollo del programa para el correcto funcionamiento del medidor de nivel de ruido, debe pensar el algoritmo y programarlo usando el IDE Arduino usando librerías y segmentos de códigos trabajados en la guía.

Electrónico:

En este rol, el estudiante deberá realizar el montaje del circuito eléctrico completo, tanto el bloque de entrada de información correspondiente a la configuración del sensor de sonido, como el bloque de salida, concerniente a la matriz Led 8x8 y el buzzer como indicador sonoro.

Coordinador:

Esta persona será encargada de liderar y administrar los recursos del proyecto. Este debe verificar el avance de sus compañeros y buscar estrategias para ayudar en cada una de las dificultades a sus colegas.

Reto 3

Las siguientes tablas muestran los niveles de ruido detectados por un robot, en un salón de clases de la institución, en un día. Está programado, para hacer una lectura cada hora, tomando en total, 5 mediciones en la mañana y 5 en la tarde.

Hora (a.m.)	Ruido
6:00	14
7:00	14
8:00	15
9:00	16
10:00	16
11:00	15

Mañana

Hora (p.m.)	Ruido
12:00	17
1:00	16
2:00	17
3:00	15
4:00	15
5:00	16

Tarde

¿Cuál es el promedio del ruido registrado desde las 9:00 a.m. hasta la 1:00 p.m.?

Código a desarrollar.

```
#include "LedControl.h"
/*
Now we need a LedControl to work with.
***** These pin numbers will probably not work with your hardware *****
pin 7 is connected to the DataIn
```

```

pin 5 is connected to the CLK
pin 6 is connected to LOAD
We have only a single MAX72XX.
*/
LedControl lc=LedControl(7,5,6,1);
// los valores se refieren a que pin de ARDUINO tiene conectado
// 7 para DIN, 5 para clk, 6 para cs, 1 es el numero de matrices.
int ruido = 0;

byte normal[] =
{
  B00111100,
  B01000010,
  B10100101,
  B10000001,
  B10100101,
  B10011001,
  B01000010,
  B00111100
};

byte medio[] =
{
  B00111100,
  B01000010,
  B10100101,
  B10000001,
  B10000001,
  B10111101,
  B01000010,
  B00111100
};

byte Alto[] =
{
  B00111100,
  B01000010,
  B10100101,
  B10000001,
  B10011001,
  B10100101,
  B01000010,
  B00111100
};

void setup() {
  lc.shutdown(0,false);
  lc.setIntensity(0,8); // intensidad entre 1 y 15
  lc.clearDisplay(0);

  pinMode(A0, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(9, OUTPUT);
}

```

```

void loop()
{
    ruido = analogRead(A0);
    Serial.println(ruido);
    if (ruido > 600)
    {
        mostrar_Alto();
        tone(9, 294, 1000);
        delay(1000);
    } else
    {
        if (ruido>300)
        {
            mostrar_medio();
            delay(1000);
        } else
        {
            mostrar_normal();
            delay(1000);
        }
    }
    delay(10);
}

void mostrar_normal()
{
    for(int i=0;i<8;i++)
    {
        lc.setRow(0,i,normal[i]);
    }
}

void mostrar_medio()
{
    for(int i=0;i<8;i++)
    {
        lc.setRow(0,i,medio[i]);
    }
}

void mostrar_Alto()
{
    for(int i=0;i<8;i++)
    {
        lc.setRow(0,i,Alto[i]);
    }
}

```

Reto 4

Un robot trata de establecer que docentes llegan tarde y temprano a la institución. Para ello identifica los rostros de cada uno y registra la hora de ingreso, con esta información y los horarios

de los docentes, logra establecer quienes llegaron tarde, mostrando en una matriz de leds una cara triste y quienes llegaron temprano, mostrando en una matriz de leds una cara feliz:

De los 30 docentes hombres, 20 llegan temprano.

De las 50 docentes mujeres, 36 llegan temprano.

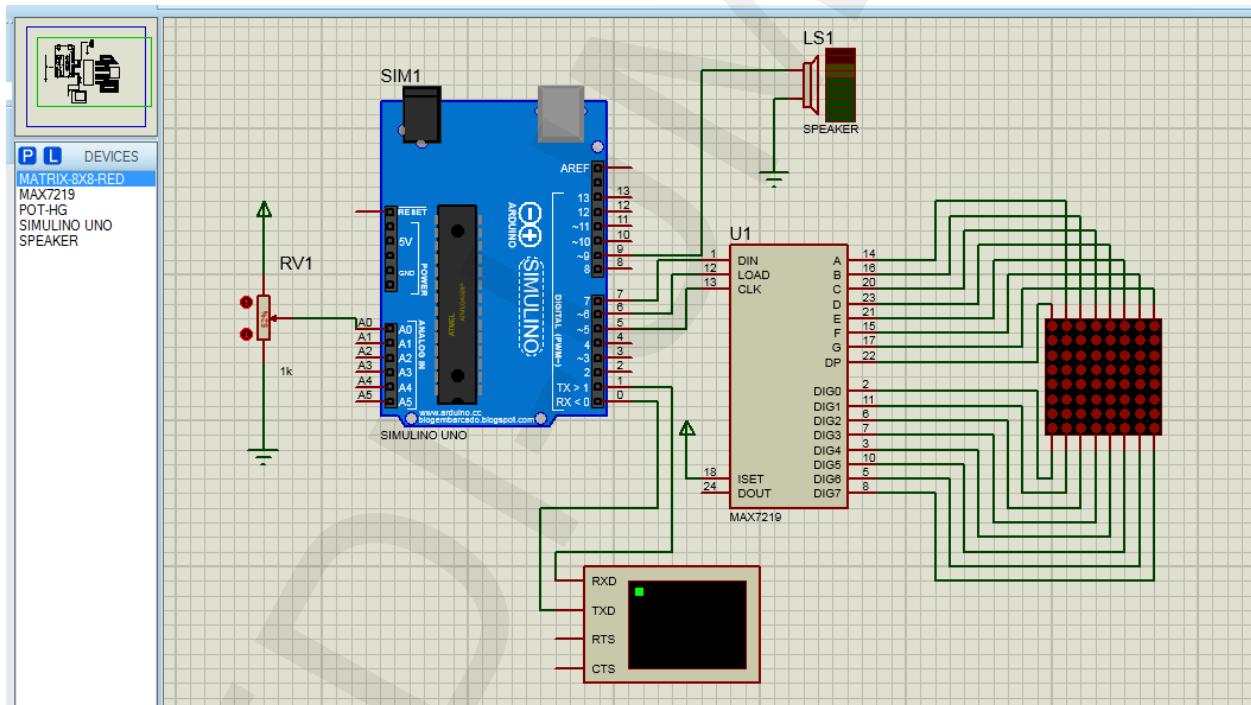
Realiza la gráfica que representa correctamente la información suministrada por el robot, teniendo en cuenta la siguiente leyenda.

Htar: Hombres que llegan tarde.

Mtar: Mujeres que

llegan tarde

Gráfico de la simulación



Reto 5

Un robot, necesita escoger una estudiante, a la que se le realizará una entrevista que permita identificar la afectación del ruido del salón en los procesos académicos y emocionales. Para esto, pasa por dos salones de grado 11 y obtiene los datos de los estudiantes que están presentes:

Curso 11A

Curso 11B

Total

N. de mujeres	22	23	45
N. de hombres	18	12	30
TOTAL	40	35	75

Establezca la probabilidad de escoger un estudiante de grado undécimo, de esta institución, que sea mujer.

Referencias:

<https://www.arduinolibraries.info/libraries/led-control>
<https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/5367/experiencias-creativas-para-docentes-y-estudiantes/>

Actividades a desarrollar

1. **Establecer los roles dentro del grupo.**
2. **Escribir el código en arduino y exportar los binarios compilados**
3. **Vincular el archivo standard.hex obtenido con la simulación de Proteus**
4. **Realizar una mejora al circuito realizado.**
5. **Explicar el funcionamiento del circuito detalladamente.**

Sede Central: carrera. 4º # 16-180 Sector Potrerillo. Teléfonos: (2) 7219744 - (2) 7219743
 Página Web: www.iemoraosejo.edu.co Email: luiseduardomoraosejo2011@gmail.com
 Pasto – Nariño – Colombia



SC-CER440946

Secuencia Didáctica 3: Uso de sensores y receptores



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 3: Uso de sensores y receptores

Grado: Once.

Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Contexto y problemática

Después de analizar el contexto de la institución, el grupo de automática y robótica determinó que el colegio tenía las siguientes necesidades reales que podían ser solucionadas a partir de la tecnología.

Con el COVID-19 las instituciones educativas tuvieron que replantear el tema del aforo, y surgió la necesidad de encontrar un dispositivo que, de manera automática al conocer el área de un recinto, indicara el número máximo de personas que, según la normatividad vigente, pueden estar en el lugar.

Referentes conceptuales

Aplicaciones del sonido

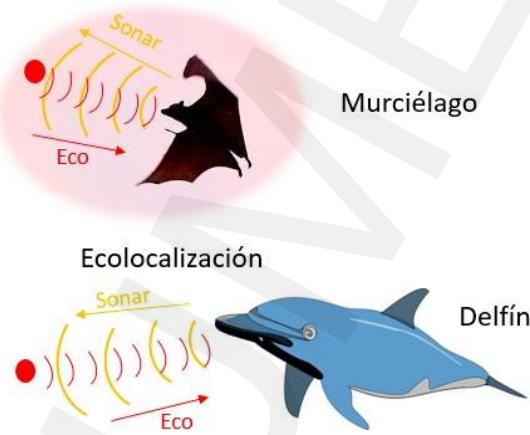
Diferentes estudios y experiencias han mostrado cómo la naturaleza ha dotado a los organismos de diferentes órganos sensoriales para leer y reconocer el medio donde se desenvuelven y, de esta forma, sobrevivir al encontrar alimento, evitar obstáculos o huir de depredadores.

Los ojos, por ejemplo, son órganos que traducen la luz en señales de imágenes para que el cerebro las procese y las reconozca, sin embargo, a pesar de ser un órgano muy potente presenta limitaciones cuando las condiciones de luz no son las adecuadas y por esta razón, distintas especies han desarrollado y potenciado otros sentidos.

La ecolocalización, por ejemplo, es el sistema sonar de la naturaleza, y es una adaptación de ciertas especies para desenvolverse en un medio con limitaciones de iluminación. Por lo tanto, en esta adaptación un animal emite una onda de sonido que rebota en un objeto y devuelve su eco, el cual proporciona información sobre la distancia y el tamaño de dicho objeto. Son varias las especies que poseen esta capacidad, pero entre las más conocidas están los murciélagos y los odontocetos.

Los murciélagos quizás son los animales más representativos de la ecolocalización, llegando a detectar objetos tan delgados como un pelo humano. Estos emiten, reciben y procesan con gran eficacia señales ultrasónicas en una gama de frecuencias comprendida entre 20 y los 100 kHz, la mayoría de frecuencias por encima de la capacidad auditiva del oído humano (de 20 Hz a 20 kHz).

En el océano también era de esperarse la adaptación de la ecolocalización, y más cuando el sonido viaja cinco veces más rápido que por el aire. Los delfines son un ejemplo de ello. Al igual que los murciélagos, estos animales generan señales ultrasónicas para obtener información de la topografía que los rodea, como también para localizar presas.



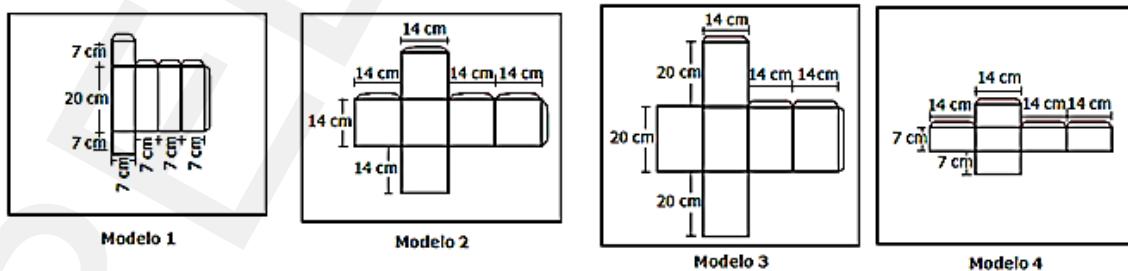
Reto 1

Parte A

Explique que es la ecolocalización, y porque es importante en la robótica.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un robot debe empacar un repuesto de un vehículo que tiene forma cilíndrica, este objeto tiene 20 cm de altura y 7 cm de radio, el robot cuenta con un sensor ultrasónico, con el que puede calcular el tamaño de las cajas que han sido diseñadas con los moldes que se indican a continuación.



Identifique el molde que seleccionaría el robot y explique por qué.

Uso del sensor Ultrasónico

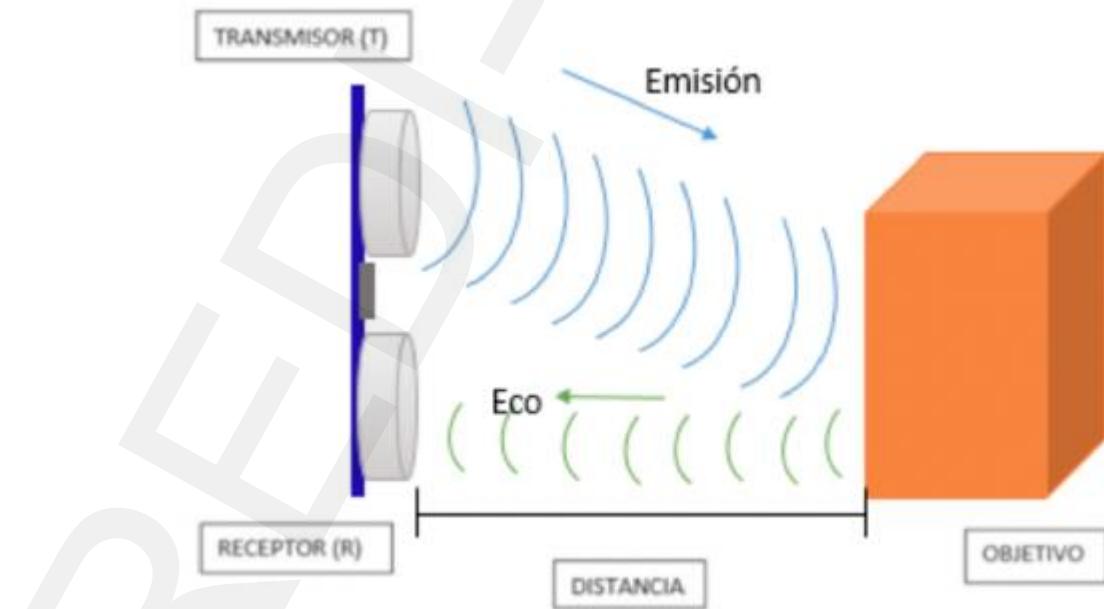
Esta experiencia creativa emplea el sensor ultrasónico HC-SR04, el cual utiliza el principio físico de la ecolocalización para su funcionamiento.



Figura 9. Sensor Ultrasónico HC-SR04.

Este dispositivo pertenece a la familia de sensores de proximidad, su característica es detectar objetos a distancia sin la necesidad de tener contacto físico alguno con dicho objeto. La detección se realiza mediante ondas de ultrasonido y para esto se tienen dos transductores, un emisor y un receptor, que funcionan de la siguiente manera.

El emisor emite pulsos ultrasónicos de 40 kHz luego de recibir la orden por el pin TRIG, las ondas de sonido viajan por el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote (eco) es detectado por el receptor del sensor, y así el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada. De esta forma el tiempo del pulso Echo es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto.



Así, con el sensor ultrasónico emitiendo y recibiendo ondas, y un sistema microcontrolado que pueda realizar operaciones matemáticas, se puede trabajar con dos magnitudes importantes como son el tiempo y la distancia.

Por su parte la física y las matemáticas aportan a la solución de problemáticas del entorno.

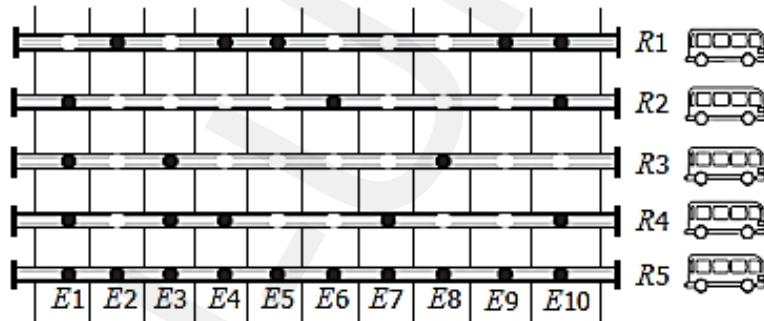
Reto 2

Parte A

Explique cómo funciona un sensor ultrasónico.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Un sistema de transporte masivo tiene varias estaciones ($E_1, E_2\dots$) sobre una avenida. Un robot ya ha calculado por medio de sensores ultrasónicos los tiempos en condiciones normales. De una estación a otra, un bus se demora 4 minutos, y en cada parada, 30 segundos. En la figura, los círculos sombreados representan las paradas de cada ruta ($R_1, R_2\dots$); si no está sombreado, no realiza la parada.



Un robot de servicio, debe calcular la ruta más óptima para los usuarios que lo consultan, el programador del robot, estableció un algoritmo que permite calcular las rutas en el menor tiempo posible. Un usuario quiere ir de E_1 a E_{10} , le consulta al robot, y este le informa por medio de una LCD, que le convenía tomar era R_2 y el algoritmo con él estimó el tiempo que tardaría viajando en el bus es el siguiente:

- I. Contó la cantidad de tramos entre estaciones consecutivas que había en su recorrido: 10
- II. Multiplicó el número obtenido en I (10) por la cantidad de minutos (4) que tardará entre dos estaciones consecutivas: 40 minutos.
- III. Al resultado anterior le sumó 30 segundos por la parada que hará en E_6 : 40,5 minutos.

Establecer en que paso(s), el procedimiento es incorrecto, justifique la respuesta

Cálculo de la distancia de un objeto al sensor de ultrasonido

Se debe tener en cuenta los siguientes referentes:

La velocidad del sonido: Debido a que es la velocidad con la que se propaga la onda de sonido en el aire.

$$v = 343 \text{ m/s}$$

Tiempo de duración del pulso: Es el tiempo que el pin ECHO dura en ALTO y es leído por el microcontrolador.

Ecuación de la distancia: Esta es igual a la velocidad por el tiempo.

$$d = v * t$$

La anterior ecuación calcula la distancia con base a dos tiempos en total. Debido a que toma en cuenta el tiempo en que tarda la señal en salir del sensor y volver a él, como tal el resultado es el doble de lo necesario, pues estaría calculando la distancia del sensor al objeto y de vuelta.

Como solo se desea calcular la distancia entre el objeto y el sensor, se debe tener en cuenta un solo tiempo. Así la ecuación cambia a:

$$d = \frac{(v * t)}{2}$$

Ejemplo: Una persona dirige un sensor ultrasónico a un objeto y el sonido tardó 0,025 segundos en retornar.

La distancia del objeto al sensor sería:

$$d = \frac{(343 * 0,025)}{2} = 4,28 \text{ m}$$

El objeto se encuentra a 4,28 metros del sensor.

Ahora, para proyectos de detección de pequeñas distancias, la unidad ideal para los resultados de la lectura del sensor son los centímetros cm, por lo tanto, se realiza una conversión. Se pasa la velocidad del sonido que se encuentra normalmente en metros, sobre segundos a centímetros, sobre microsegundos.

$$343 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{100 \text{ cm}}{1\text{m}} * \frac{1\text{s}}{1000000\text{us}} = 0,0343 \frac{\text{cm}}{\text{us}} = \frac{1}{29,1} \frac{\text{cm}}{\text{us}}$$

De esta forma para programar que el microcontrolador realice las operaciones necesarias para calcular la distancia en centímetros del objeto al sensor, se debe establecer la siguiente ecuación:

$$d = \frac{(0,0343 \frac{cm}{us} * t(us))}{2}$$

Lo anterior es un buen ejemplo de cómo la tecnología desarrolla dispositivos que funcionan simulando fenómenos en la naturaleza, como la ecolocalización, y cómo los avances y descubrimientos científicos permiten calcular diferentes magnitudes necesarias para resolver algún problema específico del entorno, como en este caso lo fue conocer la relación entre distancia igual a velocidad por tiempo.

Reto 3

Parte A:

Con tres tiempos diferentes en us, calcula la distancia que mediría un sensor ultrasónico.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

Otra forma de determinar objetos con robots es por medio del uso de cámaras y análisis de imágenes. Un robot industrial debe seleccionar algunos elementos que tengan forma piramidal, que están pasando por una cinta transportadora, para esto utiliza una cámara y procesa los datos, los que tienen forma piramidal son sacados de la cinta y ubicados en otra cinta para ser procesados

De las siguientes figuras, cuáles considera el robot va a sacar de la cinta transportadora

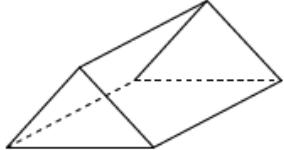


Figura 1.

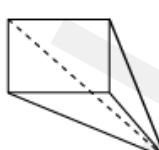


Figura 2.

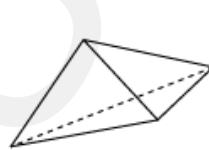


Figura 3.

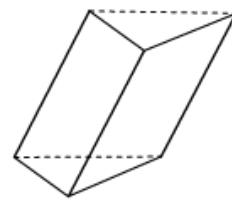


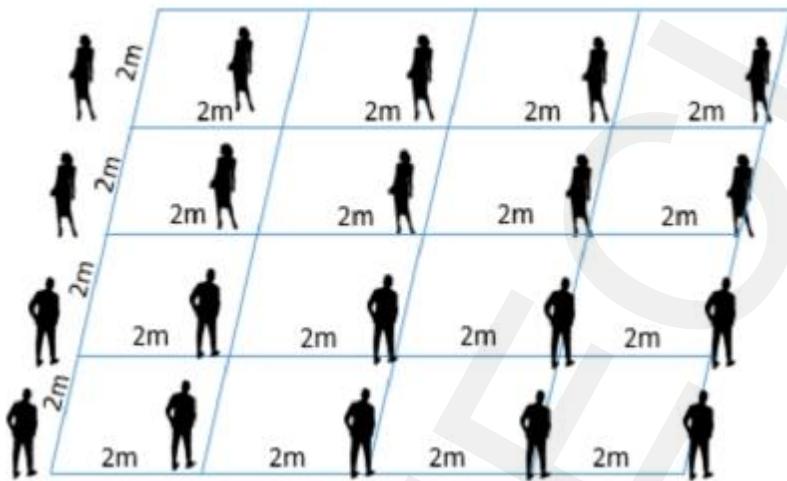
Figura 4.

Establezca las características que considera debe tener en cuenta el robot, para seleccionar los objetos piramidales.

Problema a solucionar

Es así como para resolver el problema de la creación de un dispositivo que permita el cálculo automático del aforo permitido según la normatividad vigente, el sensor de ultrasonido ofrece una solución al tener la capacidad de detectar las personas que entran a un recinto y con ayuda de un microcontrolador, realizar las operaciones necesarias para generar la alerta cuando el aforo dentro del recinto haya llegado a su límite.

El espacio ocupado por una persona, el cual garantiza una distancia de dos metros a cada lado, es aquel generado por un área de $2m * 2m = 4m^2$.



¿Cómo calcular el aforo máximo permitido en un recinto si la normatividad indica un distanciamiento de dos metros?

Para realizar el cálculo se debe dividir la superficie útil transitable del recinto entre 4 m^2 .

Para este ejemplo hay que realizar el cálculo del aforo permitido para un recinto con forma de rectángulo con un largo de nueve (9) metros, un ancho de siete (7) metros y un distanciamiento entre personas de dos (2) metros.

El recinto tiene algunos muebles y escritorios que ocupan un área de 13 m^2 .

Se calcula el área total del recinto. Como indican que su forma es un rectángulo entonces el área total es

$$9\text{m} * 7\text{m} = 63 \text{ m}^2$$

Hay que estimar la superficie útil transitable dentro del recinto. Se debe restar el área que ocupa los muebles y los escritorios del área total del recinto. $63 \text{ m}^2 - 13 \text{ m}^2 = 50 \text{ m}^2$.

Ahora hay que calcular el área mínima que ocupa una persona con la normatividad del problema.

$$2 \text{ m} * 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2.$$

Se divide la superficie útil transitable entre 4 m^2 .

El aforo máximo teórico calculado con esta metodología es de $50/4 = 12$ personas

Reto 4:

Parte A:

Si la distancia establecida, fuera de un metro a cada lado, cuál sería el aforo en el ejemplo presentado.

Parte B: Logra solucionar el siguiente problema:

En un hospital se trabaja con robots médicos que apoyan a los cirujanos en las operaciones y robots domésticos que asisten las necesidades básicas y emocionales de los pacientes, unos usan sensores ultrasónicos y otros, cámaras para ubicar objetos. Se realiza un inventario de los 100 robots que más se utilizan y arroja la siguiente información:

- El 60 % del grupo son robots médicos.
- El 20 % de los robots médicos utilizan sensores ultrasónicos.
- El 40 % de los robots domésticos se utilizan cámaras.

Representar la información de los robots mediante una tabla que indique el tipo de robot, y el medio de desplazamiento.

Recursos

Foto	Nombre	Cantidad
	Arduino UNO	1
	Sensor Hc-sr04 Ultrasonido Arduino.	1
	Display LCD.	1
	Protoboard	1
	Cables de conexión.	1

Grupos y Roles de Trabajo

Es indispensable generar escenarios que posibiliten la reflexión e indagación en los estudiantes, sobre el contexto establecido para abordar el problema. Se recomienda organizar grupos y definir los diferentes roles que van a desempeñar.

Coordinador:

Será el encargado de gestionar el buen funcionamiento del proyecto. Controlará y administrará los recursos tanto personales, como los dispositivos, todo con el fin de cumplir el plan y objetivo.

Además, se encargará de que todo funcione según lo establecido y que los integrantes del grupo se sincronicen y trabajen juntos. Brindará informe sobre los avances y estado del proyecto al docente encargado. Su misión es cumplir con los requisitos del problema.

Desarrollador:

Es el encargado de traducir en código las especificaciones del problema. Esta persona debe conocer el lenguaje de programación y generar las instrucciones necesarias que ejecutará el microcontrolador para resolver el problema.

Electrónico:

Deberá hacer el montaje del circuito electrónico. Tendrá que contar con conocimientos de circuitos, dispositivos, elementos y herramientas. Su misión es simular todo el circuito electrónico y adecuar el montaje para resolver el problema.

Construcción del prototipo**Código a desarrollar.**

```
/*
The circuit:
* LCD RS pin to digital pin 12
* LCD Enable pin to digital pin 11
* LCD D4 pin to digital pin 5
* LCD D5 pin to digital pin 4
* LCD D6 pin to digital pin 3
* LCD D7 pin to digital pin 2
* LCD R/W pin to ground
* LCD VSS pin to ground
* LCD VCC pin to 5V
* 10K resistor:
* ends to +5V and ground
* wiper to LCD VO pin (pin 3)
*/
// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

int led=13;
int trigger=8; /*Pin para controlar el Sensor ultrasónico, pin Trig sensor, pasador 8 Arduino */
```

```

int echo=7; /*Pin para recibir el pulso ECHO, pin ECHO, pasador 7 Arduino */
double tiempo=0; /*Se inicializan las variables en cero */
double distancia=0;
int contador=0;
float aforo=0;
float distanciamiento=1; /*distancia mínima que debe haber entre personas, según
reglamentación*/
float arearecinto=14; /*En esta variable se define el área del recinto, por ejemplo 14 m2 */
/*Si el recinto es más grande, en esta variable escriben el valor del área*/

void setup() {
lcd.begin(16,2); /*Se inicializa el LCD*/
lcd.clear();
Serial.begin(9600);

/*Se le indica al Arduino que pasadores se usan*/

pinMode(led,OUTPUT); /* En el pasador 2 del Arduino se puede conectar un led o un zumbador
que genere una señal cada vez que cuenta*/
pinMode(trigger,OUTPUT); /*En el pasador 8 del Arduino se conecta el pin Trig del sensor*/
pinMode(echo,INPUT); /*En el pasador 7 del Arduino se conecta el pin Echo del sensor*/
}

void loop() {

/*En estas líneas se prepara el disparo de la señal de ultrasonido*/
digitalWrite(trigger,LOW);
delay(2);
digitalWrite(trigger,HIGH);
delay(10);
digitalWrite(trigger,LOW);

/*Se inicia el cálculo del tiempo que tarda el eco en regresar al sensor*/
tiempo=pulseIn(echo,HIGH);
distancia=(tiempo/2)/29; /*Se calcula la distancia con la formula d= v*t pero se divide entre 2
porque solo se necesita el tiempo que tarda la señal desde el objeto al sensor nuevamente */

aforo= arearecinto/(distanciamiento*distanciamiento); /*Se calcula el aforo máximo permitido en
el recinto*/

Serial.print("Tiempo:");
Serial.println(tiempo);
Serial.print("Distancia:");
Serial.println(distancia);
Serial.print("Aforo:");

```

```

Serial.println(aforo);
delay(100);

/*Condicional para determinar la distancia a la que el sensor va a reconocer objetos*/
/*Se define que reconozca a objetos a menos de 20 cm de distancia*/
if(distancia< 20){
    digitalWrite(led,HIGH); /*Cada vez que reconozca un objeto encienda un led o active un
zumbador*/
    delay(100);
}else{
    digitalWrite(led,LOW);
    contador=contador;
}
if(digitalRead(led)==HIGH)
{
    contador++; /* Si ha reconocido un objeto aumento la variable contador en uno*/
    delay(300);
}

/*Si el contador llegó al número máximo del aforo permitido, generar una alerta*/
if(contador>aforo){
    contador=0; /*Se reinicia el contador*/

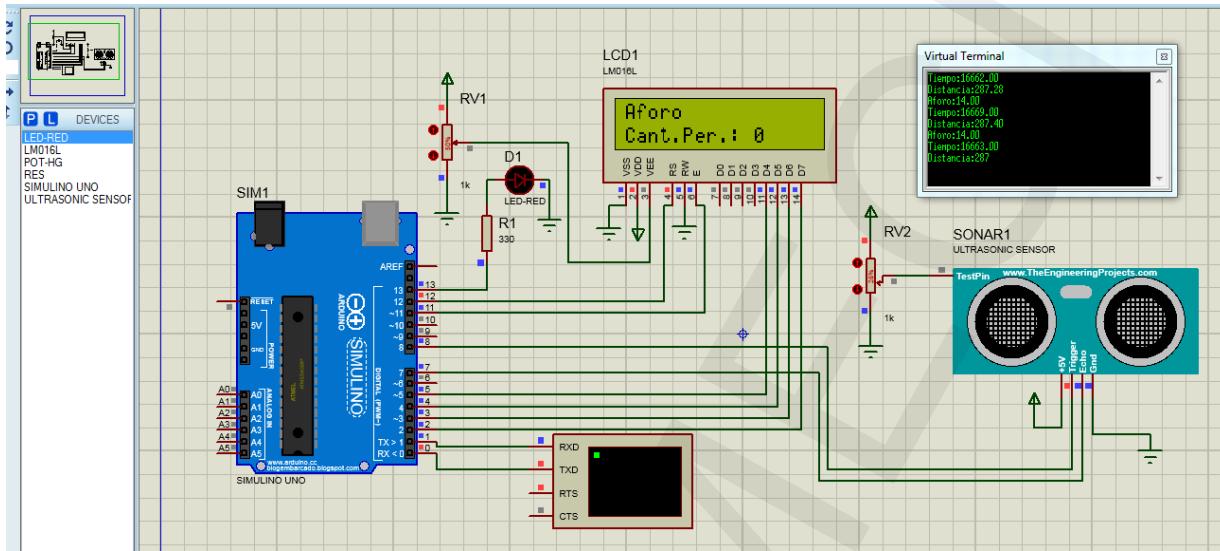
    /*Se escriben los mensajes en el LCD*/
    lcd.setCursor(0,0); /*Coordenada primer renglon*/
    lcd.print("Alerta");
    lcd.setCursor(0,1); /*Coordenada segundo renglon*/
    lcd.print("Aforo Maximo");
    delay(100);
    lcd.print(contador);
    delay(3000);
    lcd.clear();
}

/*Se escriben los mensajes en el LCD*/
lcd.setCursor(0,0); /*Coordenada primer renglon*/
lcd.print("Aforo");
lcd.setCursor(0,1); /*Coordenada segundo renglon*/
lcd.print("Cant.Per.: "); /*Muestra la cantidad de personas*/
delay(50);
lcd.print(contador);
delay(50);

}

```

Gráfico de la simulación



Referencias:

- <http://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/664-cyt-numero-54/1260-medicion-de-distancias-mediante-un-sensor-ultrasonico-y-arduino>
- <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/32027/retrieve>
- <https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Guide/Introduction>
- <https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/5367/experiencias-creativas-para-docentes-y-estudiantes/>

Actividades a desarrollar

1. Establecer los roles dentro del grupo.
2. Realizar cada uno de los retos propuestos.
3. Escribir el código en arduino y exportar los binarios compilados
4. Vincular el archivo standard.hex obtenido con la simulación de Proteus
5. Realizar una mejora al circuito realizado.
6. Explicar el funcionamiento del circuito detalladamente.

Sede Central: carrera. 4º # 16-180 Sector Potrerillo. Teléfonos: (2) 7219744 - (2) 7219743
 Página Web: www.iemoraosejo.edu.co Email: luisduardomoraosejo2011@gmail.com
 Pasto – Nariño – Colombia



SC-CER440946

Secuencia Didáctica 4: Uso de robots con ruedas



Institución Educativa Municipal
Luis Eduardo Mora Osejo
DECRETO ALCALDIA DE PASTO No 0359 DEL 25 DE JUNIO DE 2004
CODIGO DANE 152001005027 NIT: 900000585-1
"Por una educación crítica y creadora con sentido social"

Unidad didáctica

Robótica Educativa y el Pensamiento Matemático

Secuencia Didáctica 4: Uso de robots con ruedas

Grado: Once.

Solucione cada uno de los retos planteados en el cuaderno de electrónica.

Contexto y problemática

En la empresa de Químicos Don Eduardo, hubo un fallo de un contenedor de una peligrosa sustancia para el ser humano. Debido a esta falla, la sustancia se derramó y la empresa fue evacuada.

Para evitar que esta peligrosa sustancia haga mayores estragos, se deberegar un químico de limpieza que lo anule.

Debido a la peligrosidad de esta sustancia, ningún humano puede realizar esta tarea, por lo que se requiere crear un dispositivo que haga la tarea y pueda ser operado a distancia.

Al realizar una revisión a la literatura científica, se observa que los robots son una adecuada solución a este problema, ya que pueden ser operados a distancia y ejecutan tareas mecánicas, como es el caso de esta problemática.

Debido a la actual pandemia COVID-19, las importaciones de estos dispositivos están bloqueadas. Por lo que la empresa, comenzó el desarrollo del dispositivo de limpieza, sin embargo, requiere que su equipo fabrique una plataforma que permita el desplazamiento del dispositivo y que pueda ser operada a distancia.

Reto 1

Parte A: Por motivo de este infortunio, la empresa cuenta con poco presupuesto para el desarrollo, por lo que se le pide realizar una construcción económica que cumpla con criterios técnicos.



Establezca 5 características que considera, debería tener el robot, para poder realizar la actividad solicitada.

Parte B: logra solucionar el siguiente problema:

Un robot, tiene un algoritmo, que le permite identificar el tiempo que tarda un objeto en alcanzar determinada altura, para una prueba, se necesita que en un entorno peligroso lance una roca a 14 m de altura hacia arriba y luego debe quitarse de la trayectoria. Entonces, calcula el tiempo de caída del objeto, estableciendo la siguiente ecuación $5t^2 - 3t - 14 = 0$, donde t es el tiempo medido en segundos.

Establecer el tiempo (t) que tiene el robot para quitarse de la trayectoria de la roca.

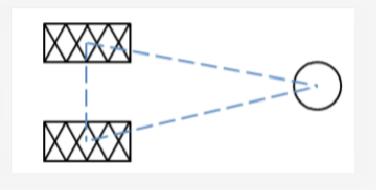
Referentes conceptuales

Con el fin de comprender de manera correcta el problema, es necesario conocer los elementos Básicos que componen esta plataforma robótica.

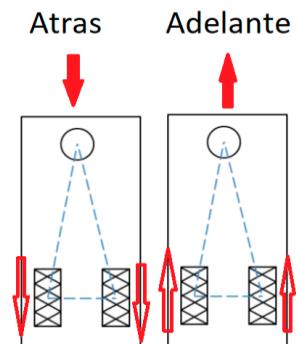
Revisando los contenidos científicos, se observa que las plataformas robóticas estables y económicas, pueden ser construidas con dos motores y una rueda loca.

Los motores tienen como objetivo dar tracción y dirección a la plataforma, mientras que la rueda da estabilidad para realizar el movimiento.

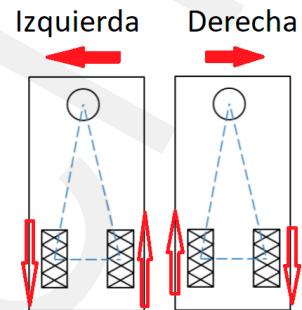
Si los motores giran en la misma dirección, el carro se desplazará hacia adelante o atrás, como se observa en la figura:



Si los motores giran en direcciones contrarias, el carro se desplazará hacia la derecha o izquierda, como se observa en la figura:



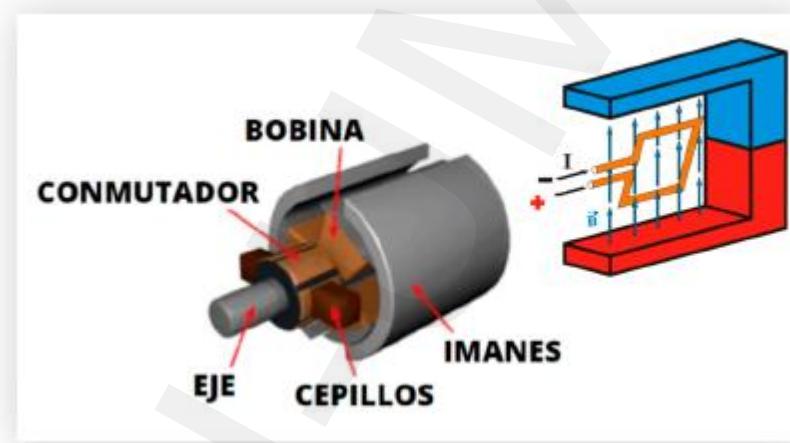
Entendiendo que el elemento fundamental del desplazamiento es un motor, la ciencia explica que un motor es una máquina que produce movimiento gracias a la transformación de un tipo de energía.



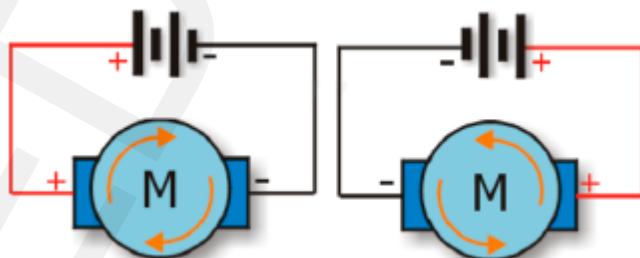
Funcionamiento de Motores

En la robótica los motores suelen usar energía eléctrica para transformarla en energía mecánica rotacional.

Un motor eléctrico utiliza el campo magnético producido por la bobina al ser excitada por electricidad para dar movimiento al eje. Como se observa en la siguiente figura:



Dependiendo de la polaridad con la que se conecte el motor, este cambiará la dirección de giro. Ver la siguiente imagen:



Debido a que los motores funcionan con electricidad, existen diferentes componentes que garantizan el giro.

Reto 2

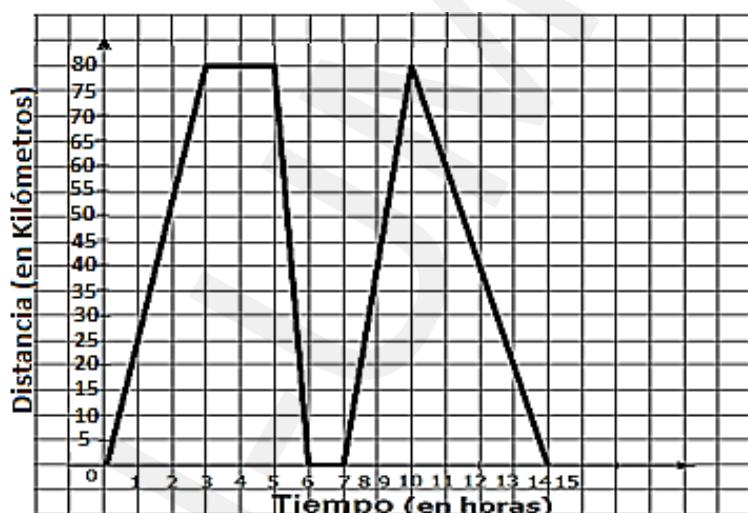
Parte A:

Explique con sus palabras, cómo es el funcionamiento y control de los motores. Cómo se diferencia la manera de trabajar del prototipo, con el ya trabajado en clases

Parte B: logra solucionar el siguiente problema:

Un robot, que extrae muestras de un volcán, se desplaza a control remoto por la zona, va al lugar donde debe extraer las muestras y se demora el tiempo necesario, para que la muestra salga limpia de cualquier impureza. En el primer recorrido, se demora más en recolectar la muestra, porque debe cavar un agujero lo suficientemente profundo para obtener el material que necesita, regresa y entrega la muestra debidamente protegida, y los operarios, demoran un tiempo en almacenar el material y lograr que el robot vuelva solamente a recoger algunos elementos que quedaron en el sitio.

La situación descrita se representa en la siguiente gráfica.



- Establecer el tiempo que el robot necesitó para abrir el agujero y recolectar la primera muestra.
- Analizar los tiempos que el robot se demora en ir y regresar, establezca posibles causas por las que existe variación en esos tiempos.
- Al finalizar el proceso, cuánto tiempo duró y donde queda ubicado el robot.

Otros Componentes

El primer componente es la batería, la cual tiene como objetivo excitar las bobinas del motor hasta lograr transformar una reacción química en energía eléctrica.



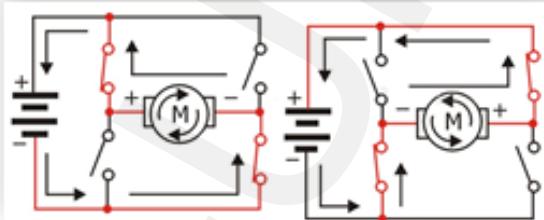
Cómo se requiere una fuente de 5V y las baterías son de un voltaje mayor, se utiliza un regulador de voltaje. Este dispositivo tiene como objetivo entregar 5V, cuando es alimentado con una tensión mayor.



La versión comercial de este dispositivo es LM7805. En la siguiente figura se observa su diagrama de conexión. Entre input y ground se realiza la conexión de la batería. El pin 3 es la salida de 5V.

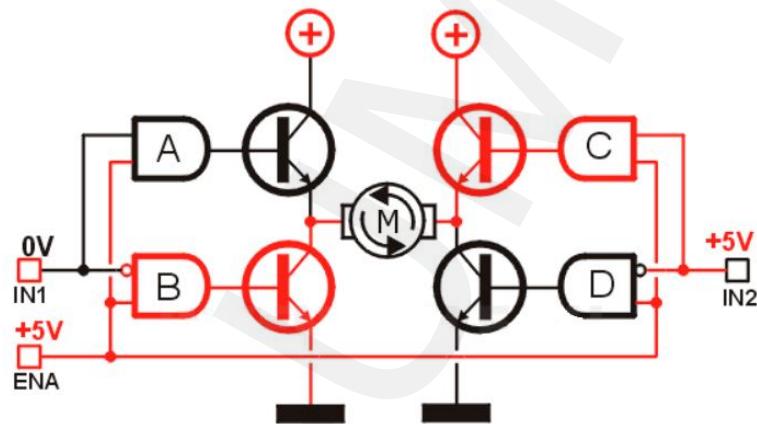
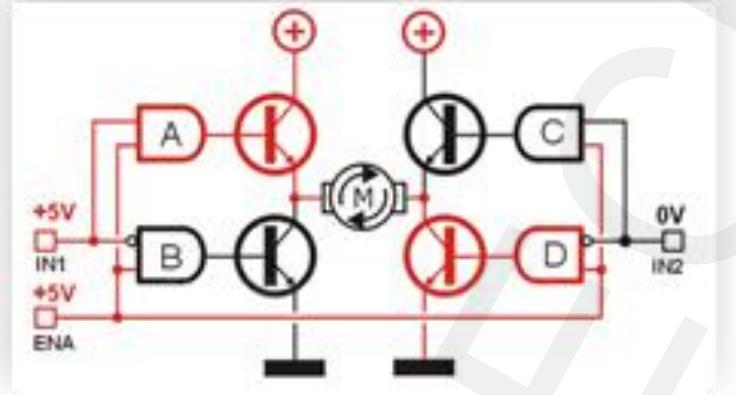
El otro elemento, es el encargado de permitir el giro del motor, se conoce como puente H, este tiene interruptores electrónicos conocidos como transistores que controlan el fluido eléctrico en una dirección, con el objetivo de dar diferentes polaridades al motor.

En la figura se observa en color rojo, los caminos que da la electricidad y que permiten cambiar el giro.



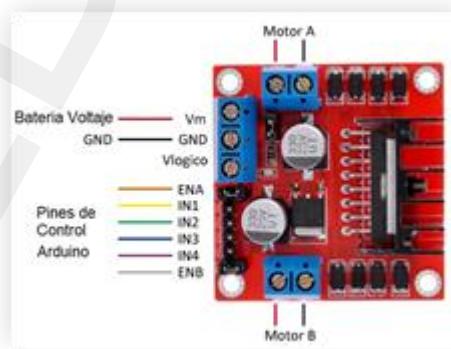
Los transistores tienen como objetivo comportarse como un switch que facilita o impide el flujo de energía eléctrica. Esto garantiza la polarización del motor.

Para abrir y cerrar ese elemento, se utilizan voltajes de control de 5V, los cuales son provistos por un microcontrolador. En las siguientes figuras se observan estos voltajes. El símbolo +, representa la batería anteriormente nombrada.



La versión comercial de un puente H, es el L293D. Este circuito electrónico permite el control de dos motores.

En la siguiente figura se observa la funcionalidad de cada uno de los pines

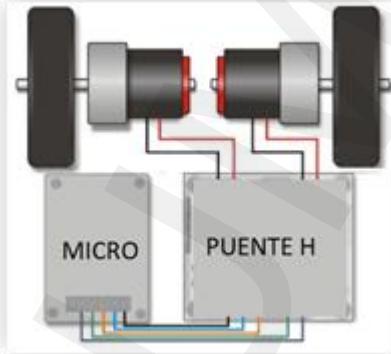


Cómo se requiere el cambio de giro, según la orden de una persona. Se utiliza un microcontrolador. Este es un dispositivo lógico programable, que realiza actividades de cálculo y operaciones lógicas.

Este dispositivo permite crear un algoritmo o programa que detecte cuando se genera una orden de giro y este a través de sus puertos digitales proveerá voltajes 0V o 5V al puente H, según la necesidad de giro.

Para controlar el giro de un motor se requieren dos pines digitales. Esto quiere decir que para nuestro robot requerimos de 4 pines.

Existe otro pin adicional que tiene como objetivo apagar o prender todo el puente H, este se conoce como enable, y también se excita con 5V. En la siguiente figura se puede observar:



Reto 3

Parte A:

Escriba para qué sirve el puente H, y porqué es importante en la implementación del prototipo, para lograr solucionar el problema encontrado.

Parte B: logra solucionar el siguiente problema:

Se necesita comprar tarjetas de desarrollo, sensores y actuadores para armar un robot de trabajo en entornos peligrosos.

Se hace una cotización en dólares, para la compra y se establece un costo de 1500 dólares.

Si se compra con tarjeta a plazos, no se tiene descuento, pero si se compra de contado, se da un descuento del 3%.

Teniendo en cuenta que la tasa de cambio está a 3.876 pesos por dólar, calcular el costo de la compra en pesos.

Con tarjeta

De contado.

Después de hacer el cálculo, establecer si da lo mismo sacar el 3% antes o después de convertir el valor en dólares.

Comunicaciones

Una de las necesidades más importantes de este proyecto, es garantizar que este dispositivo pueda ser controlado a distancia.

Para esto es necesario conectar el robot de forma inalámbrica al controlador de movimiento.

Para lograr esta tarea existen dispositivos de comunicación inalámbrica que utilizan protocolos como LoRA, XBee, WIFI, Bluetooth, etc. Estos sistemas aprovechan el espectro electromagnético para enviar señales a dispositivos electrónicos como microcontroladores.

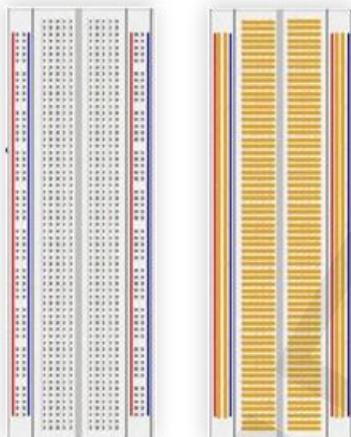
El protocolo Bluetooth, es uno de los más populares, debido a su confiabilidad y capacidad de envío de información. Según Wikipedia, “es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos. Los dispositivos habilitados con Bluetooth (tales como ordenadores personales, teléfonos, etcétera) pueden conectarse entre sí a través de un receptor y un emisor”.

Dada a la popularidad de este protocolo, se podría utilizar un celular como emisor y un HC-06 como receptor. Ver la siguiente figura:



Otro elemento fundamental es la Protoboard, la cual permite unir todos los dispositivos e interconectarlos para lograr un correcto funcionamiento.

Una Protoboard o breadboard, es una tabla rectangular llena de diferentes agrupaciones de orificios que están interconectados entre sí. Como se muestra en las figuras siguientes:



La mayoría de componentes electrónicos tiene patas largas de metal las cuales tienen como fin conectarse con diferentes elementos.

La Protoboard está diseñada para que estos elementos estén incrustados en los orificios de esta, permitiendo que los elementos estén en su lugar y así implementar diferentes circuitos de prueba.

Reto 4

Parte A:

Cómo se representa el módulo bluetooth en proteus

Porque se utiliza la protoboard, para realizar el montaje de los proyectos simulados.

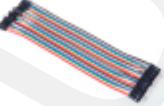
Justifique porque el proyecto a desarrollar, se lo puede clasificar como un robot.

Parte B: logra solucionar el siguiente problema:

Un robot tiene un sensor de gases tóxicos, que permite establecer el nivel de toxicidad en el ambiente, con una precisión de dos decimales. En un accidente empresarial en una generadora de energía eléctrica nuclear, se filtran gases contaminantes al ambiente, en una escala de 0 a 1024, establece en una medida un valor de 650,29 y en otra medición un valor de 650,30.

¿Si se tuviera otro robot, con un sensor de diferentes características y una mayor precisión, es posible que entregue una medida diferente?, Si su respuesta es afirmativa ubique 3 ejemplos de valores que el robot puede captar.

Recursos

ID	Nombre	Especificación	Cantidad
1	Microcontrolador		1
2	Driver Para Motor Puente H Mx1508 Mini L298n (placa de circuito)		1
3	Regulador 7805		1
4	Módulo Bluetooth Hc-06		1
5	Cable Jumper Macho/Macho		25
6	Protoboard		1
7	Kit chassis carro		1
8	Batería cuadrada		1

Grupos y Roles de Trabajo

Es indispensable generar escenarios que posibiliten la reflexión e indagación en los estudiantes,

sobre el contexto establecido para abordar el problema. Se recomienda organizar grupos y definir los diferentes roles que van a desempeñar.

Coordinador:

Será el encargado de gestionar el buen funcionamiento del proyecto. Controlará y administrará los recursos tanto personales, como los dispositivos, todo con el fin de cumplir el plan y objetivo.

Además, se encargará de que todo funcione según lo establecido y que los integrantes del grupo se sincronicen y trabajen juntos. Brindará informe sobre los avances y estado del proyecto al docente encargado. Su misión es cumplir con los requisitos del problema.

Desarrollador:

Es el encargado de traducir en código las especificaciones del problema. Esta persona debe conocer el lenguaje de programación y generar las instrucciones necesarias que ejecutará el microcontrolador para resolver el problema.

Electrónico:

Deberá hacer el montaje del circuito electrónico. Tendrá que contar con conocimientos de circuitos, dispositivos, elementos y herramientas. Su misión es simular todo el circuito electrónico y adecuar el montaje para resolver el problema.

Construcción del prototipo

Código a desarrollar

```
int IN1 = 3;  
int IN2 = 4;  
int IN3 = 6;  
int IN4 = 7;  
  
char env;  
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    pinMode (IN1,OUTPUT); //MOTOR IZQ/A  
    pinMode (IN2,OUTPUT); //MOTOR IZQ/A  
    pinMode (IN3,OUTPUT); //MOTOR DER/B  
    pinMode (IN4,OUTPUT); //MOTOR DER/B  
}  
  
void loop() {  
if (Serial.available()>0)  
{  
    env=Serial.read();  
}  
switch (env){  
    case 'F':
```

```

ADELANTE();
break;
case 'B':
ATRAS();
break;
case 'L':
IZQUIERDA();
break;
case 'R':
DERECHA();
break;
case 'G':
ADELANTE_IZQUIERDA();
break;
case 'T':
ADELANTE_DERECHA();
break;
case 'H':
ATRAS_IZQUIERDA();
break;
case 'J':
ATRAS_DERECHA();
break;
case 'S':
PARAR();
break;
default:
PARAR();
break;
}
}

void ADELANTE () {
digitalWrite (IN1,LOW); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,HIGH);

digitalWrite (IN3,HIGH); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,LOW);
}

void ATRAS () {
digitalWrite (IN1,HIGH); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,LOW);

```

```
digitalWrite (IN3,LOW); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,HIGH);
}

void IZQUIERDA () {

digitalWrite (IN1,HIGH); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,LOW);

digitalWrite (IN3,HIGH); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,LOW);
}

void DERECHA () {

digitalWrite (IN1,LOW); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,HIGH);

digitalWrite (IN3,LOW); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,HIGH);
}

void ADELANTE_IZQUIERDA () {

digitalWrite (IN1,HIGH); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,LOW);

digitalWrite (IN3,HIGH); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,LOW);
}

void ADELANTE_DERECHA () {

digitalWrite (IN1,LOW); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,HIGH);

digitalWrite (IN3,LOW); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,HIGH);
}

void ATRAS_IZQUIERDA () {

digitalWrite (IN1,LOW); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,HIGH);
```

```

digitalWrite (IN3,LOW); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,HIGH);
}

void ATRAS_DERECHA () {

digitalWrite (IN1,HIGH); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,LOW);

digitalWrite (IN3,HIGH); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,LOW);
}

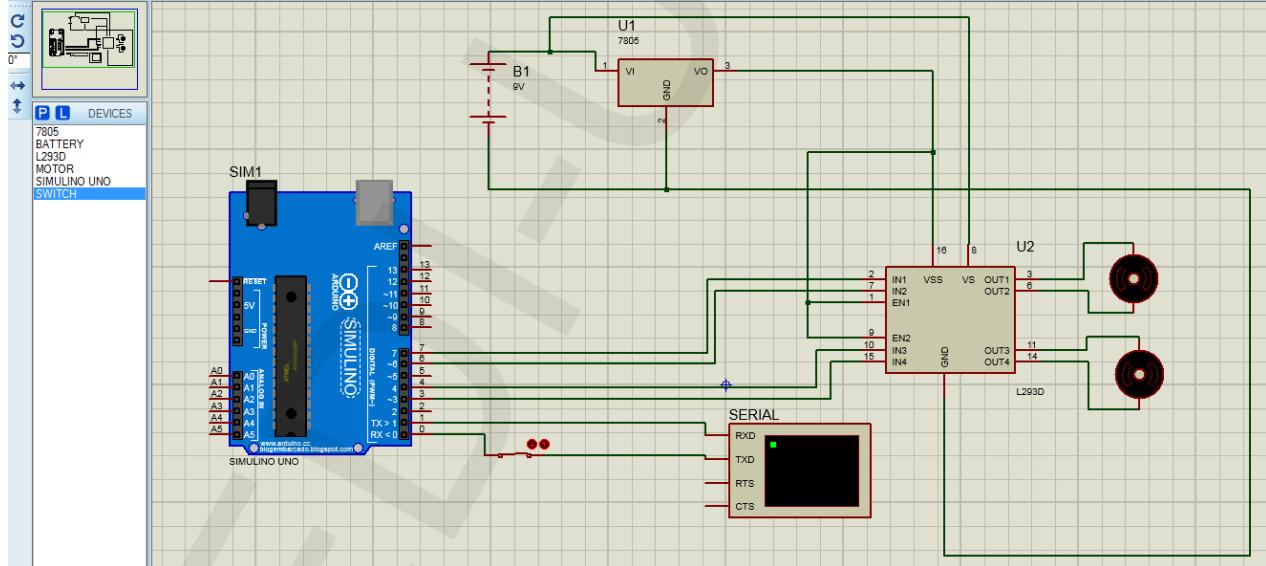
void PARAR () {

digitalWrite (IN1,LOW); //MOTOR IZQ
digitalWrite (IN2,LOW);

digitalWrite (IN3,LOW); //MOTOR DER
digitalWrite (IN4,LOW);
}

```

Simulación del prototipo



Referencias:

- https://laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/student_papers/SP649.pdf
- <http://robots-argentina.com.ar/didactica/manejo-de-potencia-para-motores-con-el-integrado-l293d/>
- <https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/5367/experiencias-creativas-para-docentes-y-estudiantes/>

Actividades a desarrollar

- 7. Establecer los roles dentro del grupo.**
- 8. Realizar cada uno de los retos propuestos.**
- 9. Escribir el código en arduino y exportar los binarios compilados**
- 10. Vincular el archivo standard.hex obtenido con la simulación de Proteus**
- 11. Realizar una mejora al circuito realizado.**
- 12. Explicar el funcionamiento del circuito detalladamente.**

Sede Central: carrera. 4º # 16-180 Sector Potrerillo. Teléfonos: (2) 7219744 - (2) 7219743
Página Web: www.iemoraosejo.edu.co Email: luiseduardomoraosejo2011@gmail.com
Pasto – Nariño – Colombia



SC-CER440946

Anexo L. Resultados Observación participante

Observación participante grados noveno

Tabla 39

Guía de observación participante. Grados novenos. Secuencia 1

Guía de observación participante				
Fecha: Martes 2 de noviembre 2021 Martes 9 de noviembre 2021	Hora de Inicio: 1:45 p.m. 3:45 p.m.	Hora de cierre: 3:15 p.m. 5:15 p.m.		
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo	Duración: 4 horas clase			
<p>Descripción de la observación: El aula de clases del grado 9-4, es un espacio apropiado para realizar el proceso, se cuenta con sillas tipo universitario, buena iluminación y la posibilidad de desplazar los pupitres de los estudiantes para generar los grupos de trabajo.</p> <p>Es importante reconocer el apoyo de compañeros docentes de otras áreas que muy amablemente cedieron su espacio de clases para lograr desarrollar la secuencia propuesta, ya que el tiempo de la asignatura de tecnología es solamente de una hora semanal los días viernes.</p> <p>Para la primera secuencia de trabajo a partir de la segunda hora de clases, en este espacio se genera bastante calor, lo que en ocasiones genera que algunos estudiantes tengan menos disposición al desarrollo de los trabajos, por tanto, es importante realizar procesos de motivación constante para lograr mantener la atención y lograr un avance adecuado de la secuencia.</p> <p>La segunda sesión se realiza en otra fecha, pero el mismo día, en otras horas que fueron solicitadas a un docente de la institución. A diferencia de la aplicación anterior, se desarrolla el trabajo después del descanso y no se evidencia demasiado calor, ni demasiado frío, se logra abordar todo lo planeado para la secuencia y se logra hacer la integración de las dos partes del proceso sin dificultades.</p>				
Lugar de la observación: Aula de clases grado 9-4.	Número de asistentes: 22			
Actividad: Secuencia didáctica 1 (Introducción a la robótica)				
Componente Pensamiento Matemático: Geométrico – métrico				

Observación:**Inicio**

El docente presenta la guía de trabajo a desarrollar, además da la explicación de cómo se debe hacer el proceso. Estableciendo grupos de trabajo que permitan solucionar los aspectos que se han planteado.

En este sentido, se identifican los roles que cada estudiante va a desempeñar dentro del desarrollo de la secuencia, se establecen reglas de trabajo y se indican los tiempos necesarios para el desarrollo de la actividad.

Desarrollo

Se entregan las secuencias diseñadas de forma impresa y los estudiantes inician el desarrollo en sus cuadernos de tecnología.

En el aspecto relacionado con la robótica en cuanto a definición y clasificación, no se presentan mayores complicaciones, sin embargo, cuando se realizan los procesos asociados a la vinculación del pensamiento matemático con la robótica educativa, si inician los estudiantes a preguntar cómo se deben desarrollar los diferentes retos establecidos y si los desarrollos realizados se hacen de manera adecuada.

Se evidencia que algunos estudiantes tienen mayor facilidad para desarrollar los procesos aritméticos y el entendimiento del componente geométrico métrico que es el que se está desarrollando en la secuencia inicial, otros no le dan la importancia que necesita al desarrollo de la propuesta.

Ya que el tiempo no alcanza para solucionar todo lo propuesto, es necesario solicitar horas extras de trabajo para complementar el proceso con el apoyo de docentes de diferentes asignaturas.

Entonces se explica a los estudiantes cómo se desarrollará la etapa siguiente de la guía y se establecen unos posibles horarios para solicitar el permiso correspondiente.

Secuencia 1 parte 2

Se hace una breve introducción a la secuencia recordando el trabajo realizado y haciendo énfasis en las situaciones asociadas al pensamiento matemático qué fueron más recurrentes en el trabajo inicial de la secuencia 1, se organizan los mismos grupos de trabajo y se continúa con el desarrollo de la secuencia.

Es necesario hacer en el intermedio de la clase, una realimentación general de los aspectos que más tienen preguntas y necesitan una explicación más específica del proceso a desarrollar. Después de las indicaciones presentadas, se observa un mejor desempeño y actitud por parte de la mayoría de los estudiantes se evidencia que se interesan por mejorar el desarrollo de los aspectos establecidos en la secuencia, pues en particular, quieren profundizar en los conceptos vinculados a la robótica y los tipos de robots con su clasificación.

Finalización

Los estudiantes terminan la secuencia, y se procede a organizar el aula para que se tenga un ambiente y espacio para la escucha adecuada, posteriormente se hace énfasis en la importancia y el propósito de la investigación, se hace una realimentación textos que generaron mayor dificultad, y se pregunta al líder de los grupos qué aprendieron con la actividad, se puede establecer que sobre el trabajo en particular, no se realiza una reflexión profunda por parte de los estudiantes y en general se puede concluir según lo que expresan, que lo aprendido les puede aportar al proceso de formación en el área de matemáticas.

Tabla 40

Guía de observación participante. Grados novenos. Secuencia 2

Guía de observación participante		
Fecha:	Hora de Inicio:	Hora de cierre:
Viernes 12 de noviembre 2021 Jueves 18 de noviembre 2021	4:30 p.m. 3:45 p.m.	6:00 p.m. 5:15 p.m.
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo		Duración: 4 horas clase
Descripción de la observación: El espacio para desarrollar la secuencia didáctica, es el aula de clases del grado 9-4, que cuenta con sillas universitarias individuales, en este espacio ya se había desarrollado la secuencia anterior, se pudo establecer que es un lugar adecuado para el trabajo propuesto.		
La primera parte de la secuencia, se trabaja en las últimas horas de clases del día viernes, solicitando el espacio al docente encargado de la penúltima hora ya que la última si es el espacio para la asignatura de tecnología e informática, el clima es adecuado para el trabajo		

de los estudiantes, sin embargo, se puede notar en algunos de ellos el cansancio de la semana académica.

La segunda parte de la secuencia se desarrolla el día jueves, solicitando el favor a la docente de castellano, las horas después del descanso, el clima es agradable y se evidencia una mayor disposición para el trabajo.

Lugar de la observación: Aula de clases grado 9-4.	Número de asistentes: 22
Actividad: Secuencia didáctica 2 (Circuitos serie, paralelo y mixtos)	
Componente Pensamiento Matemático: Aleatorio	
Observación:	
Inicio El docente inicia la clase explicando la importancia del proceso a realizar y como está relacionado con la robótica educativa. Expresa qué los circuitos eléctricos son la base del entendimiento de los procesos electrónicos y existen diferentes configuraciones que permiten conectar los elementos eléctricos. Por otra parte, se hace referencia al componente aleatorio del pensamiento matemático, donde se presentan cuatro retos asociados a la vinculación de la robótica educativa con este tipo de pensamiento en particular. Se expresa que el trabajo es similar al desarrollado en la guía anterior, y se mantiene el grupo de trabajo, además del líder de cada una de las mesas. En otro sentido, se opta por crear un solo escrito por grupo, como evidencia del trabajo realizado.	
Desarrollo El desarrollo de la secuencia se realiza en dos fases, por el tiempo limitado tiene para trabajar con los estudiantes. En la primera fase, se abarcan dos retos iniciales y la segunda etapa está destinada para los 2 retos restantes. Igual que en el desarrollo de la secuencia anterior, se observan algunos grupos más pendientes del proceso que otros, y prestos a realizar los ejercicios solicitados.	

Los estudiantes se motivan por el tema y realizan preguntas relacionadas a los procesos vinculados al reconocimiento de circuitos en sus diferentes configuraciones, como de los aspectos asociados a la relación de la robótica educativa con el pensamiento matemático.

Se presentan interrogantes similares sobre los aspectos a trabajar, en general los estudiantes mantienen la organización de los grupos, el desarrollo de los roles entregados por el líder y la anotación de las soluciones.

Se finaliza el tiempo establecido para la primera parte de la secuencia, se indica la necesidad de solicitar un nuevo horario adicional de otra asignatura y se llega a consensos con los estudiantes especificando posibles horarios y días para desarrollar los procesos pendientes.

Secuencia 1 parte 2

Se inicia la clase, realizando una retroalimentación general de la guía trabajada en la primera parte de la secuencia 2, se especifican las principales características: circuitos en serie, paralelo y mixtos, además una explicación general a los problemas asociados al componente aleatorio del pensamiento matemático y solución a los interrogantes planteados por los estudiantes.

Luego, se procede a organizar los grupos en la misma forma que vienen trabajando, se evidencia que cada vez los estudiantes realizan el proceso de una forma más ágil, no se encuentran mayores inconvenientes trabajando en los retos 3 y 4, tanto en el ámbito relacionado a circuitos eléctricos, como a los problemas específicos del pensamiento matemático.

Se observa una menor solicitud de explicaciones y mayor fluidez del trabajo por la mayoría de los grupos, se mantienen estudiantes que no están prestos a colaborar como se espera, sin embargo, realizan los ejercicios planteados.

Se mantiene una constante explicación de las ventajas de realizar el proceso, buscando así la motivación de los estudiantes.

Finalización

Los grupos finalizan el proceso en el tiempo especificado y se procede a dar explicaciones generales en cuanto a la importancia del trabajo realizado, además de, aclaraciones y solución de interrogantes de la secuencia didáctica en sí, se pregunta a los líderes del grupo sobre los aprendizajes y dificultades obtenidos, dónde se notan observaciones

positivas al proceso, uno de los grupos solamente expresa qué no realizaron el trabajo de forma adecuada, pero se comprometen a mejorar actitudes en el siguiente trabajo.

Se finaliza haciendo una invitación para trabajar la última secuencia de la mejor manera posible.

Tabla 41

Guía de observación participante. Grados novenos. Secuencia 3

Guía de observación participante				
Fecha:	Hora de Inicio:	Hora de cierre:		
Viernes 19 de noviembre 2021 Miércoles 24 de noviembre 2021	4:30 p.m. 4:30 p.m.	6:00 p.m. 6:00 p.m.		
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo				
Duración: 4 horas clase				
<p>Descripción de la observación: La observación se desarrolla en el aula especializada en electrónica y tecnología de la institución educativa.</p> <p>La secuencia se realiza en dos partes, teniendo en cuenta que en las dos aplicaciones se trabaja en el mismo horario, en diferentes días y en las últimas horas de clases.</p> <p>Ya que en el espacio asignado en el horario académico es la última hora del día viernes, es necesario solicitar al docente de la penúltima hora el espacio para realizar la secuencia, el clima es adecuado ya que a esta hora ya ha bajado la temperatura en el aula.</p> <p>Se puede observar al inicio del proceso, algo de resistencia, pero al observar los elementos físicos de electricidad a usar, se despierta un interés en el trabajo a realizar.</p> <p>Se debe mantener constante motivación con los estudiantes para lograr que la actividad se culmine de forma satisfactoria.</p>				
Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.	Número de asistentes: 22			
Actividad: Secuencia didáctica 3 (Aplicaciones prácticas)				
Componente Pensamiento Matemático: Espacial-métrico y Numérico-variacional				
Observación: Inicio				

El docente explica a los estudiantes la importancia de la etapa práctica y la aplicación de los conceptos teóricos en soluciones de situaciones reales qué permiten que los aprendizajes se profundicen y se relacionen tanto en las situaciones del pensamiento matemático como de los montajes a realizar.

Se explica a los estudiantes que este proceso se realizará en dos sesiones, aunque por la finalización del año y además de los espacios para las actividades institucionales qué se están haciendo, se ve limitado el tiempo. Además, se indica que el proceso se realizará en un aula especializada en tecnología y electrónica qué tiene la institución, qué cuenta con 8 mesas adaptadas realizar trabajo en grupo y desarrollar prototipos que solucionan situaciones particulares.

Se hace énfasis en cuanto al uso de las mesas, sillas y demás elementos del lugar, se realizará el préstamo de un equipo portátil para que los estudiantes realicen la simulación de los circuitos propuestos y después de observar el funcionamiento procedan a realizar los montajes.

El líder del grupo debe establecer los roles de trabajo, se entregan las libretas de apuntes, dónde los integrantes del grupo anotaran las soluciones de los retos planteados en la secuencia entregada.

Por otra parte, al líder del grupo, se le entregarán materiales cómo pilas, porta pilas, interruptores, conmutadores, bombillos, motores, mesas de montaje, cables o conductores, para que realicen el proceso.

Desarrollo

Los estudiantes se distribuyen en el aula de clases en los grupos de trabajo qué se han venido realizando en las secuencias anteriores, el líder de cada uno de los grupos se acerca donde el docente para que reciba el equipo portátil, y posteriormente recibe los materiales de trabajo.

Trabajan en un simulador Básico qué se encuentra en los equipos denominado crocodrile clips donde tienen las simulaciones prediseñadas de los montajes a realizar y observan el comportamiento de los circuitos.

Recibidos todos los elementos necesarios, inician el montaje de los circuitos propuestos y entre los compañeros empiezan a intercambiar ideas de cómo deben conectar los

circuitos. Sin embargo, al hacer un llamado al orden de la secuencia por parte del docente, se puede apreciar que el proceso vinculado al pensamiento matemático, en cada uno de los retos planteados, los grupos no lo abordan y se puede apreciar que algunos compañeros, se entretienen con los objetos entregados y no se concentran en la solución de problemas necesarios para avanzar en la secuencia. Por lo tanto, nuevamente, el docente hace una llamada de atención y explica la importancia de ir haciendo el proceso paso a paso, y se encarga a los líderes de cada mesa para que generen un orden dentro de los grupos.

Al finalizar la primera parte de la secuencia, los diferentes grupos han avanzado en la solución de los retos planteados y se solicita a los líderes que identifiquen los aspectos en los que tuvieron mayores inconvenientes al realizar los ejercicios planteados, es importante reconocer que, a diferencia de las aplicaciones anteriores, los estudiantes realizaban constantes preguntas sobre los dos ámbitos, del montaje que debían realizar y sobre los problemas del pensamiento matemático.

Secuencia 1 parte 2

Al iniciar la última parte de la secuencia final, se hace una retroalimentación de los aspectos que generaron algún tipo de inconveniente, además de una reflexión sobre la importancia de desarrollar el trabajo de la mejor manera, identificando aspectos relevantes de las ventajas de realizar los procesos propuestos en el orden establecido, además se recuerda que ya es la última sesión de trabajo con las secuencias y la forma de realizarlas será un aspecto muy importante al momento de realizar el Re -Test final de pensamiento matemático.

Los estudiantes continúan con el desarrollo de la secuencia y se observa que el proceso lo hacen más rápido que en la primera parte, la organización de los roles y los grupos, ya está establecido, los líderes de cada mesa ya conocen los elementos que van a utilizar, los retiran y los distribuyen eficientemente.

Se observa qué los estudiantes preguntan sobre cómo conectar los elementos y una vez terminan los montajes, se concentran enfocan con mayor rapidez en la realización de los problemas, para poder avanzar en el siguiente montaje.

Es necesario estar pasando por cada una de las mesas, para que los estudiantes mantengan la atención, desarrollos los ejercicios y hagan los procesos de manera adecuada.

En algunas ocasiones algunos de los materiales entregados presentaron fallas, qué fue necesario corregir y entregar nuevos materiales para que desarrollen el trabajo sin mayores interrupciones.

Finalización

Terminados los montajes y la solución de problemas por parte de los estudiantes, se realiza una realimentación del proceso, explicando los ejercicios dónde los estudiantes tuvieron dificultades, además haciendo énfasis qué la robótica educativa necesita el montaje de prototipos qué solucionen necesidades, que permite mejorar diferentes habilidades en los estudiantes y puede potenciar el pensamiento matemático.

Se realiza una socialización de lo logrado en el proceso a los estudiantes, dónde se encuentra un gran interés y motivación en los procesos, las apreciaciones por cada uno de los grupos son positivas y queda solamente la recomendación por parte de los estudiantes qué este tipo de procesos son interesantes, llaman la atención, son alternativas nuevas de aprendizaje, pero necesita mayor tiempo para su desarrollo. Es una apreciación muy valiosa ya que en el caso de qué estrategia se siga implementando se puede adaptar las secuencias en mayores espacios de tiempo, y la realización de otros montajes de circuitos más avanzados.

Observación participante grados DÉCIMO

Tabla 42

Guía de observación participante. Grados DÉCIMO Secuencia 1

Guía de observación participante		
Fecha: Martes 2 de noviembre 2021 jueves 4 de noviembre 2021	Hora de Inicio: 6:30 a.m. 6:30 a.m.	Hora de cierre: 8:00 a.m. 8:00 a.m.
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo		Duración: 4 horas clase
Descripción de la observación: La observación a realizarse, se desarrolla en al aula especializada en electrónica y tecnología de la institución educativa. Es un espacio adecuado para realizar el proceso, cuenta con 8 mesas especiales que tienen tomas eléctricas y espacio suficiente para realizar el trabajo en grupo.		

Si bien es cierto, que el primer proceso a desarrollar es una introducción a la robótica, es muy importante ya que genera en los estudiantes una dinámica de trabajo que permitirá llevar un orden específico en los siguientes espacios a utilizar.

Se utilizan los espacios de clase de la asignatura de electrónica, que, a diferencia del grado noveno, si cuenta con varias horas de trabajo en el grupo, por lo tanto, no es necesario solicitar horas por fuera a otros compañeros de otras áreas.

Se observa a los estudiantes motivados por la experiencia y listos a realizar el trabajo, a pesar que el grupo es relativamente pequeño y ya cuentan con conocimientos previos de electricidad, electrónica y simulación, por lo que les llama la atención el tema a desarrollar.

Las dos sesiones de trabajo se llevan a cabo en el mismo horario en diferentes fechas, se realizan al inicio de la jornada escolar y se pudo evidenciar que, en los dos espacios, el clima es agradable y no se observa una afectación por la temperatura en el aula.

Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.	Número de asistentes: 10
---	---------------------------------

Actividad: Secuencia didáctica 1 (Introducción a la robótica)

Componente Pensamiento Matemático: Geométrico – métrico

Observación:

Inicio

El docente reproduce un video a manera de introducción, donde se indican los diferentes tipos de robots en algunas clasificaciones preestablecidas, además de las potencialidades de los mismos.

A continuación, da una explicación de cuál es la vinculación de la robótica con el pensamiento matemático y la importancia de la investigación a desarrollar.

Posteriormente da las indicaciones de cómo realizar el trabajo, expresa que se debe dividir el curso en varios grupos y ya que el grado tiene pocos integrantes, se establece en grupos de tres personas para desarrollar las secuencias.

Dentro de cada grupo debe existir un líder que será encargado de recibir y entregar los materiales, establecer los diferentes trabajos que realizará cada miembro del equipo y el suyo

propio, estar atento a las indicaciones del docente y entregar resultados del proceso, además de compartir las apreciaciones de la experiencia con el grupo.

En otro sentido, se explica cómo está establecida la secuencia didáctica y en qué consisten los retos que deben realizar cada uno de los grupos, se hace énfasis en qué el trabajo se va a realizar en un aula especializada en tecnología y electrónica, qué contiene mobiliario, mesas, sillas especiales para el trabajo en grupo y aspectos asociados con la robótica. Por lo tanto, se debe hacer uso adecuado de los espacios y materiales.

Desarrollo

Los estudiantes se distribuyen en el aula en dónde cada grupo se ubica una mesa diferente, se entregan las guías de trabajo a los líderes que han sido seleccionados internamente entre los compañeros e inician el desarrollo de la secuencia didáctica.

Se indica en el tablero la cantidad de retos ubicados en la secuencia y qué cada uno tiene una parte asociada a la robótica educativa y otra a problemas qué relacionan la robótica y el pensamiento matemático, se hace énfasis en qué se va a trabajar en este espacio en particular, en el pensamiento geométrico.

Los grupos inician el trabajo y preguntan en aspectos más asociados al ámbito de los problemas de pensamiento matemático, ya que al ser de la modalidad técnica en electrónica tienen algunos conocimientos Básicos en los elementos relacionados con la robótica.

Entre los grupos dialogan sobre las posibles soluciones a los problemas y se observa una mejor y mayor organización de los procesos qué el grado noveno. También, a diferencia del grado noveno, todos los estudiantes se los observa interesados en el desarrollo de las actividades propuestas y van realizando los procesos de forma adecuada, preguntan más y se observa el interés en el tema.

Al finalizar las dos primeras horas de trabajo, se solicita a los líderes de cada mesa, que realicen un listado de los aspectos en los que tuvieron algún tipo de problema, además a medida que se iban realizando preguntas asociadas a la secuencia se hacen las respectivas realimentaciones del proceso y solución de los interrogantes, solicita a los estudiantes que avancen adecuadamente y que se continuará con la secuencia en la siguiente sesión de trabajo.

Secuencia 1 parte 2

Se inicia la clase, indicando a los estudiantes y de manera general la solución a los diversos inconvenientes presentados en la primera parte de la aplicación de la secuencia, se reconoce que en la mayor parte están relacionados con el aspecto vinculado a los problemas de pensamiento matemático, se explica la importancia de esta primera etapa para conocer e identificar conceptos relacionados con la robótica y su clasificación.

Los estudiantes se organizan nuevamente en las mesas en la misma forma que lo hicieron en la primera parte, los líderes van a recibir las secuencias impresas y los equipos portátiles para realizar consultas si lo consideran necesario, inician a trabajar y el proceso es más fluido que en la primera parte.

Realizan las correcciones pertinentes según las explicaciones dadas al inicio de la clase y continúan con el trabajo propuesto, cuando tienen alguna inquietud sobre alguno de los aspectos tratados, realizan la pregunta correspondiente y se explica la situación a todos los integrantes del grupo.

Se logra finalizar el proceso y todos los estudiantes de los diferentes grupos, desarrollan la secuencia planteada en los tiempos establecidos.

Finalización

Una vez terminado el desarrollo de la secuencia se hace una retroalimentación general del proceso, se explican cómo se debían desarrollar cada uno de los puntos vinculados a robótica y a la solución de las situaciones asociadas a problemas con el pensamiento matemático.

Los estudiantes participan del proceso y se logran identificar qué hay algunos de ellos que se preocupan más qué otros por el desarrollo de las actividades, sin embargo, las realizan.

Se hace una socialización por parte de cada uno de los líderes de cada mesa, para preguntar sobre las problemáticas y percepciones de cada uno de los grupos, se reconoce la dificultad en el aspecto vinculado a los procesos de pensamiento matemático y se establece en general qué el desarrollo de las secuencias aporta positivamente en la solución de problemas vinculados al pensamiento matemático.

Tabla 43

Guía de observación participante. Grados DÉCIMO Secuencia 2

Guía de observación participante				
Fecha: Lunes 8 de noviembre 2021 Martes 16 de noviembre 2021	Hora de Inicio: 10:00 a.m. 6:30 a.m.	Hora de cierre: 11:30 a.m. 8:00 a.m.		
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo	Duración: 4 horas clase			
<p>Descripción de la observación: La observación del proceso a desarrollar en la secuencia didáctica, se llevará a cabo en el aula especializada en electrónica y tecnología de la institución educativa.</p> <p>El proceso se llevar a cabo en dos sesiones de trabajo, la primera a desarrollarse después del descanso y la segunda al inicio de la jornada.</p> <p>En la primera sesión el día es caluroso, los estudiantes llegan de su descanso y están un poco sofocados por el calor, el aula genera altas temperaturas y esto hace que los estudiantes se sientan un poco incomodos al trabajar, es necesario mantener el orden y hacer constantemente procesos de motivación, explicando los beneficios del proceso a nivel personal e institucional.</p> <p>La segunda sesión se realiza al inicio de la jornada académica, se han presentado lluvias y hace un poco de frio, sin embargo, este aspecto no afecta negativamente el comportamiento de los estudiantes al desarrollar la secuencia.</p> <p>Se tienen los espacios y los materiales para llevar a cabo el proceso, se cuenta con las mesas ideales para realizar el trabajo en grupo y los kits de electrónica que permitirán que los estudiantes aproximen sus conocimientos teóricos con los materiales físicos que se utilizaran en el desarrollo de esta y las siguientes actividades.</p>				
<p>Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.</p> <p>Actividad: Secuencia didáctica 2 (Características de Arduino)</p> <p>Componente Pensamiento Matemático: Aleatorio</p> <p>Observación: Inicio</p>				

El docente inicia la sesión indicando qué es Arduino, y mostrando una placa física qué contiene el microcontrolador Atmel, particularmente es la Arduino uno R3, además, se indica cómo está distribuida la secuencia, qué consta de 5 retos, qué se encuentran divididos en una parte asociada aspectos relacionados con Arduino, sus ventajas, características, funcionamiento y posibles proyectos qué se pueden desarrollar con la placa. La otra parte, está relacionada aleatorio del pensamiento matemático, todos los problemas presentados con Arduino y por sus potencialidades.

Explica qué se va a mantener los grupos y los roles ya establecidos en la secuencia anterior, además se comunica líder de cada mesa, que debe recibir los Kits con los materiales y los portátiles para observar las guías, además se debe profundizar sobre la temática a trabajar, cuándo se considere necesario.

Desarrollo

Se reúnen los estudiantes en cada una de las mesas en los grupos establecidos, el líder pasa tomar la secuencia, recoge los portátiles asignados para el ejercicio e inician la solución de los cinco retos planteados, ya que la sesión es de 4 horas, se desarrolla el trabajo en dos días.

A medida que se avanza en el proceso, los grupos realizan preguntas más que todo vinculadas a los procesos relacionados con la solución de problemas del pensamiento matemático.

Se solicita al líder de cada grupo, que realice un listado de los aspectos de la secuencia que más les generaron dificultades, para poder hacer una realimentación general del proceso en la siguiente sesión, además es importante reconocer que se lograron solucionar las dudas e inquietudes de todos los grupos en esta primera parte del proceso.

Secuencia 2 parte 2

En el segundo espacio asignado para desarrollar el proceso, es necesario realizar una explicación general de algunos aspectos presentados en la secuencia y se continúa con el trabajo. En general, los estudiantes no tienen inconvenientes para identificar los aspectos asociados a la placa Arduino.

Se procede a entregar los kits qué los estudiantes van a utilizar en el desarrollo de las secuencias posteriores, se escribe un listado los elementos dentro de los Kits en el tablero y se

entrega a los líderes de las mesas un formato de responsabilidad, dónde se comprometen a devolver en buen estado todos los elementos que se entregan.

Los estudiantes se interesan por estos elementos físicos qué en otras ocasiones los han trabajado por medio de simulaciones e inician a manipularlos y preguntar sobre los mismos, también comparan la placa física la entregada con la de la secuencia didáctica.

Terminado el tiempo previsto, los estudiantes finalizan la secuencia didáctica y por la interacción con elementos reales, se puede observar mayor motivación para desarrollar los ejercicios y curiosidad de poder utilizar los elementos entregados.

Se hace la recomendación de verificar antes de devolver los Kits, que estén completos y los líderes se responsabilizan de que esto suceda; no se presentan inconvenientes.

Finalización

Para finalizar el proceso, los estudiantes líderes de cada mesa, hacen en entrega de los Kits y los depositan en el lugar del aula destinado para el almacenamiento de estas maletas, además hacen entrega del equipo portátil y todos los grupos quedan atentos en las mesas, para hacer la retroalimentación general del proceso.

Se inicia recordando la importancia del entorno Arduino y como este está relacionado con la robótica educativa y con el pensamiento matemático.

Explicadas las diferentes partes de la secuencia, se procede a preguntar las apreciaciones y puntos de vista del desarrollo de la actividad a cada uno de los líderes de las mesas.

En conclusión, se logró evidenciar qué los estudiantes identifican aspectos relacionados al pensamiento matemático y los asocian con conceptos trabajados dentro de la robótica educativa.

Se puede identificar qué los comentarios son positivos y denotan el Avance de los diferentes grupos en el desarrollo del pensamiento matemático, los líderes reconocen la importancia de realizar este tipo de procesos y quedan a la expectativa de poder trabajar con los Kits en la otra sesión de clases.

Tabla 44*Guía de observación participante. Grados DÉCIMO Secuencia 3*

Guía de observación participante		
Fecha: Jueves 18 de noviembre 2021 Lunes 22 de noviembre 2021	Hora de Inicio: 6:30 a.m. 10:00 a.m.	Hora de cierre: 8:00 a.m. 11:30 a.m.
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo		Duración: 4 horas clase
<p>Descripción de la observación: La observación se realiza en el aula especializada en electrónica y tecnología de la institución educativa, el aula cuenta con 8 mesas que tienen los conectores eléctricos y el espacio suficiente para realizar el trabajo en grupo, además se tiene acceso a portátiles que les permiten a los estudiantes realizar simulaciones de los aspectos a trabajar.</p> <p>Por otra parte, el aula cuenta con acceso a internet y los equipos tienen instalados los programas necesarios para desarrollar el trabajo.</p> <p>El proceso se lleva a cabo en dos sesiones, la primera jornada se desarrolla en las primeras horas de clase y la segunda sesión, después del descanso.</p> <p>En el primer espacio, el clima está normal y los estudiantes llegan a su hora de clase para desarrollar los aspectos propuestos, en la segunda sesión se evidencia que la temperatura es elevada y los estudiantes se sofocan por el calor, sin embargo, pasada la media hora, la temperatura empieza a descender y se va normalizando el trabajo, se hace necesario un continuo manejo de la motivación, y sabiendo que es el último espacio para desarrollar la secuencia se trata de recordar los beneficios del proceso que se está desarrollando, y se logra que se realice la secuencia planteada de manera satisfactoria.</p>		
Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.		Número de asistentes: 10
Actividad: Secuencia didáctica 3 (Uso de Arduino)		
Componente Pensamiento Matemático: Espacial-métrico		
Observación: Inicio		

El docente inicia la clase recordando la importancia de la investigación que se está desarrollando, hace un breve recuento de las dos secuencias ya trabajadas y los componentes del pensamiento matemático que ya se han abordado.

Para esta secuencia, se trabajará con el componente espacial métrico. En este sentido, se da una explicación general de la guía a desarrollar, la que está formada por 4 retos qué se dividen en aspectos propios del uso de Arduino cómo un dispositivo qué se puede simular y comprobar su funcionamiento, así como de elementos propios del componente espacial métrico del pensamiento matemático.

Se establece que la manera de abordar la secuencia es por medio de los mismos grupos que han venido trabajando, también se requieren los equipos portátiles en dónde se entregan 2 por grupo, ya que es necesario realizar la simulación de un prototipo funcional qué necesita el uso de software Arduino qué es de licencia libre y se trabaja con una versión prueba del programa Proteus, los programas ya están instalados en los equipos y se procede a desarrollar la guía.

Desarrollo

Los líderes de cada mesa pasan a recibir la secuencia didáctica y los portátiles, se observa una mayor organización proceso ya que los estudiantes han desarrollado las secuencias anteriores y el procedimiento es similar.

Inician el desarrollo realizando los retos planteados, interpretan forma adecuada la manera en qué se envía el voltaje por las patas de la placa. En el aspecto espacial métrico es necesario realizar una realimentación general, ya que algunos conceptos relacionados con este componente del pensamiento matemático, resultan confusos para los estudiantes, a diferencia de otros procesos.

Por otra parte, cuando los estudiantes inician los aspectos planteados por el docente, referentes a programación y simulación, no se presentan mayores inconvenientes, si se hace constante la digitación adecuada de las cadenas de código, ya que el programa detecta la diferencia entre mayúsculas y minúsculas y después de compilar el código es necesario explicar de manera detallada el guardado de información.

En general los estudiantes realizan el proceso establecido y preguntan sobre aspectos que no comprenden, se toma nota de los elementos comunes que se deben explicar de una

manera más profunda y se indica al grupo, que es necesario trabajar de forma adecuada la secuencia para lograr mejorar los aspectos del pensamiento matemático y la robótica educativa, se hace énfasis en la importancia de realizar cada uno de los ejercicios e identificar cómo se realiza el proceso, ya que será la base para el último cuestionario relacionado con la investigación que se está desarrollando.

Secuencia 3 parte 2

Se inicia la clase, reconociendo que el clima es un poco caluroso, más, sin embargo, es importante concentrarse en los diferentes elementos que tiene la guía de apoyo a la secuencia realizada, ya que, de un buen desarrollo de los problemas propuestos, depende el éxito del proceso.

Se procede a hacer una retroalimentación de los aspectos en los que se presentaron mayores dificultades, se hace preguntas aleatorias a los estudiantes para evidenciar la comprensión de los aspectos y se solucionan interrogantes planteados durante el proceso de explicación, posteriormente, los estudiantes se organizan en sus mesas de la misma forma que en la clase anterior, los líderes de cada grupo pasan a recoger los dispositivos portátiles para el desarrollo de las simulaciones y distribuyen los roles dentro de los grupos.

En los cuatro retos propuestos, los desarrollos realizados por cada uno de los grupos, evidencia una mejora en la comprensión de los problemas y la búsqueda de soluciones más acertadas a cada situación.

Cuando los grupos finalizan la simulación y pueden observar e interactuar con el resultado del proceso, se puede observar qué se emocionan con la manipulación de la placa y el manejo de órdenes entregados para que se realice una funcionalidad definida.

Finalización

Los estudiantes finalizan la secuencia y se procede a realizar una retroalimentación general de lo trabajado, se recuerda nuevamente el propósito de la investigación y la importancia de realizar este tipo de procesos, qué son Básicos para que los estudiantes logren alcanzar las competencias y desempeños buscados para el grado en particular, se realiza la solución de los problemas planteados y se solucionan los interrogantes de los estudiantes sobre las diferentes partes de la guía.

Se hace la socialización con los líderes de cada mesa sobre las percepciones del trabajo realizado y se puede evidenciar qué se presentan apreciaciones positivas del proceso, se admite por parte de algunos líderes de mesa que es necesario reforzar conceptos por medio de problemas, para mejorar lo aprendido y la experiencia fortalecerá sus aprendizajes.

Tabla 45

Guía de observación participante. Grados DÉCIMO Secuencia 4

Guía de observación participante				
Fecha: Martes 23 de noviembre 2021 Martes 23 de noviembre 2021	Hora de Inicio: 6:30 a.m. 10:45 a.m.	Hora de cierre: 8:00 a.m. 12:15 a.m.		
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo		Duración: 4 horas clase		
<p>Descripción de la observación: La observación final para grado décimo, se realiza en el aula especializada en electrónica y tecnología de la institución, ya que es un proceso de aplicación y montaje de soluciones a problemas, es necesario contar con un espacio que tenga equipos de cómputo, materiales para realizar los montajes especificados en la secuencia, tomas para poder conectar los dispositivos y el espacio adecuado para desarrollar el trabajo en grupo, el aula cuenta con todos estos aspectos, además de conexión a internet.</p>				
<p>El proceso se desarrolló en dos etapas, el mismo día, pero en diferentes horarios, ya que el tiempo es limitado, porque se aproxima la finalización del año escolar.</p>				
<p>La primera parte se realizó en las primeras horas de la jornada escolar, la temperatura fue adecuada y los estudiantes ya han generado un hábito de estudio y ya que se maneja la misma forma de traje, el desarrollo de esta etapa fue más fluido.</p>				
<p>La segunda parte se realizó una hora después del descanso, particularmente el día no fue tan soleado y la temperatura del aula, no afectó de manera significativa el desarrollo del proceso, se logra realizar todos los aspectos propuestos de manera adecuada.</p>				
Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.	Número de asistentes: 10			
Actividad: Secuencia didáctica 4 (Montaje de proyectos y pruebas)				
Componente Pensamiento Matemático: Numérico-variacional				

Observación:**Inicio**

El docente expresa qué, es el último proceso de la investigación para grado 10, por lo tanto, no requiere de una explicación particular adicional a la ya trabajada en los procesos anteriores. Los estudiantes se organizarán en las mesas y se solicitará al líder la responsabilidad de además de recibir los portátiles, los Kits de electrónica y robótica qué contienen los elementos necesarios para realizar la actividad, se les comenta qué fue necesario solicitar horas adicionales con la docente de sociales, para que se alcance a desarrollar la secuencia, además al estar próxima la finalización del año lectivo, los espacios de trabajo se han visto disminuidos y el límite de los tiempos para realizar el proceso ya finaliza.

Los estudiantes están de acuerdo y al preguntar a cada líder de las mesas se comprometen a estar atentos y lograr la realización del montaje en los tiempos establecidos.

Por otra parte, se comenta qué la guía contiene 5 retos, divididos en soluciones a problemas vinculados al componente matemático y aspectos relacionados con el montaje de proyectos y pruebas, se hace énfasis en la necesidad de preguntar al docente las diferentes dudas e inquietudes al momento de tenerlas, para agilizar el proceso.

Desarrollo

Se organizan los estudiantes en las mesas de trabajo y el líder de cada mesa se aproxima a recibir el portátil asignado, además del kit de materiales. Se hace la especificación a cada uno de los líderes, qué en la medida que se necesite algún material en especial, es necesario ir a solicitarlo a la mesa del docente.

Los estudiantes, inician el proceso y se dividen los roles dentro de cada grupo, se observa qué algunos se enfocan más a los problemas del pensamiento matemático y los otros a los montajes de circuitos. Se hace la observación qué los procesos se deben explicar y compartir con los otros integrantes para que todos tengan los conocimientos en los procesos realizados.

A medida que se avanza en el desarrollo de la secuencia, algunos de los grupos preguntan sobre aspectos relacionados a la codificación, compilación de los ejercicios, soluciones a líneas de código mal digitadas, corrección de errores y la simulación del montaje en Proteus.

Se indica a los líderes de cada mesa, que es necesario establecer los aspectos que tienen algún tipo de complicación, para realizar una retroalimentación general en la siguiente sesión. Se hace énfasis en que solamente quedaría la siguiente sesión de trabajo, que se realizará el mismo día para finalizar el proceso, agradeciendo el trabajo realizado y solicitando mantener la misma disposición para la etapa final de este proceso de investigación.

Secuencia 4 parte 2

Se trabaja en el espacio de la docente de Ciencias Sociales y se realiza una realimentación general de los aspectos comunes tanto en los problemas vinculados al pensamiento matemático, cómo los que se relacionan con los pasos para realizar la simulación y el montaje solicitados.

Se continúa con el proceso, los estudiantes líderes de cada uno de los grupos, sacan sus materiales de trabajo y continúan desarrollando sus procesos tanto en el ámbito de las soluciones de problemas matemáticos, como de la robótica educativa, es importante reconocer que les llama mucho la atención los elementos físicos que utilizan para realizar el montaje propuesto

También se observa que después de la explicación general, el proceso continúa de manera más fluida y se logra realizar todos los retos solicitados, en todos los grupos se identifica qué algunos grupos avanzan más que otros, pero se les da un poco más de tiempo y se envía representantes de los grupos avanzados para que todos logren realizar el proceso.

Finalización

Una vez finalizado el proceso, hace énfasis en la necesidad de tener en cuenta los pasos necesarios para realizar un proceso de simulación exitoso ya que, al pasar de la simulación al montaje, es solamente colocar cables y seguir el esquema del circuito electrónico.

Se pregunta a los líderes de cada una de las mesas, las apreciaciones del proceso y se reconoce por parte de los estudiantes la importancia de realizar los problemas componente matemático específico y que, desde cada uno de los problemas se identifican posibilidades en la utilización de robots, dentro de los procesos académicos y de la cotidianidad.

Se realiza una socialización general identificando los aspectos qué se consideran más importantes y se realiza a continuación una serie de ideas entregadas por los estudiantes:

Los aspectos relacionados a la robótica, son llamativos y logran captar la atención de los estudiantes, motivando la búsqueda y profundización algunos elementos vinculados.

A pesar qué se relacionan procesos matemáticos, cada uno de los retos planteados, logran pensar en función de la robótica y de una u otra forma llevan identificar cómo la robótica está impactando en nuestras vidas y lo seguirá haciendo a futuro.

El realizar los montajes físicos, permiten trabajar el ámbito motor y la parte lógica ya que, de un esquema simbólico de circuitos, se logra pasar a un montaje real, por lo tanto, se visualiza de manera diferente la información y es necesario transformarla, para lograr que las cosas funcionen adecuadamente.

El desarrollo de los programas que tienen una secuencia de instrucciones, permite que el montaje planteado, realice acciones establecidas por el creador del programa, lo mismo debe suceder para programar robots, por lo tanto, el desarrollo de los códigos es muy importante para nuestra formación actual y futura.

El docente finaliza el proceso agradeciendo la colaboración presentada, la disposición y el compromiso para realizar este tipo de procesos, además de hacer la invitación para que los estudiantes participen en el desarrollo del cuestionario para verificar el avance de los estudiantes en cada uno de los componentes trabajados.

Observación participante grados once

Tabla 46

Guía de observación participante. Grados once, Secuencia 1

Guía de observación participante		
Fecha: Miércoles 27 de octubre de 2021	Hora de Inicio: 12:15 p.m.	Hora de cierre: 3:15 p.m.
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo		Duración: 4 horas clase

Descripción de la observación: La observación se realiza en el aula especializa en electrónica y tecnología de la institución, el grado 11 tiene su proceso de formación en la jornada de la tarde, además, se han generado espacios de formación para la modalidad técnica en horarios de cuatro horas continuas.

El aula tiene los elementos y los espacios suficientes para desarrollar el proceso, ya que se cuenta con un grupo relativamente grande, la manera que está distribuida el aula en su interior, permite desarrollar el trabajo en grupos de cuatro personas en mesas lo suficientemente amplias, para lograr interactuar, ubicar los portátiles, los elementos eléctricos y electrónicos.

El horario establecido para realizar el proceso, es un espacio de cuatro horas continuas que son las primeras horas de la jornada.

En la aplicación de la primera secuencia, se evidencia un día soleado, dentro del aula se genera una alta temperatura, que provoca en algunos estudiantes actitudes de falta de interés en el desarrollo del proceso, por lo tanto, es necesario hacer procesos de motivación constante, explicando los aspectos positivos de la investigación.

En las dos horas finales de trabajo, la temperatura disminuye y se tiene una mejor disposición de los estudiantes para desarrollar el trabajo y se logra realizar la secuencia propuesta.

Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.	Número de asistentes: 23
Actividad: Secuencia didáctica 1 (Introducción a la robótica)	
Componente Pensamiento Matemático: Geométrico – métrico	
Observación:	
Inicio	
El docente realiza una reflexión de los procesos qué se han venido desarrollando dentro de la modalidad, les comenta a los estudiantes qué las secuencias a realizar están muy vinculadas a la modalidad de electrónica, sin embargo, se realiza una profundización en elementos relacionados con robótica.	

Posteriormente, se indica la importancia de realizar la investigación y se solicita la mayor disposición de los estudiantes para realizar el proceso. Sí bien es cierto, qué los estudiantes ya hicieron sus pruebas saber de grado 11, el desarrollo adecuado de las secuencias puede aportar de manera positiva al desarrollo de los componentes en el pensamiento matemático en futuras pruebas similares a presentar o en la solución de problemas de la cotidianidad.

Se hace referencia a la secuenciación planeada qué busca tener una aproximación con los circuitos eléctricos en grado noveno, ya conocer Arduino y realizar unas prácticas sencillas con la placa en grado décimo y finalmente en grado once, realizar procesos más complejos que involucren el aspecto de potencia y movimiento controlado, algo que se puede identificar en las características de un robot, qué junto a los sensores les dan muchas potencialidades a los prototipos a desarrollar.

Se explica qué la secuencia didáctica inicial está vinculada al pensamiento geométrico métrico y contiene 4 retos dónde cada uno está dividido en dos partes, una relacionada con elementos conceptuales de robótica y la otra parte con la solución de problemas del componente matemático específico, se hace relación a que deben existir grupos de trabajo y en cada uno, se debe seleccionar un líder, el que debe responder por los desarrollos del grupo además de coordinar los roles y los materiales entregados.

Desarrollo

Se reúnen los estudiantes en grupos de 4 estudiantes y uno de tres, en cada una de las mesas, el líder de cada mesa se acerca a recibir la secuencia didáctica, se indica que en el grupo se debe establecer los roles dentro del desarrollo de la actividad, se hace motivación sobre el proceso indicando la importancia de la actividad a medida que se avanza en el desarrollo de la guía, los estudiantes preguntan sobre situaciones particulares de la secuencia, en primera instancia de cómo se deben entregar los retos, y la forma de hacerlo, el docente les vuelve a explicar con una secuencia de muestra, los diferentes retos qué componen la actividad, expresa qué consiste en cuatro retos compuestos de dos partes cada uno.

Una vez realizada la explicación, los estudiantes continúan el proceso y las preguntas de los grupos se asocian más a la solución más del pensamiento matemático, es necesario realizar algunas pausas para realizar retroalimentaciones generales y cada grupo está enfocado

en el desarrollo del proceso, al igual que sucedió en otros grados, algunos grupos se preocupan más que otros por el desarrollo de los procesos

Es importante resaltar que estuvieron en una situación especial por la pandemia, pero qué los procesos académicos deben continuar y tratar de nivelar los aprendizajes que no se lograron adquirir.

Se hace la revisión constante de los avances por cada una de las mesas, sabiendo que el grupo es más grande qué el décimo, sin embargo, se realiza el proceso de motivación constante hasta que todos los grupos finalizan la actividad.

Finalización

Una vez los grupos terminan de realizar la secuencia, se expresa el agradecimiento por colaborar en esta primera etapa del proceso, se indica nuevamente la importancia de la realización de la actividad y se expresa qué el trabajo es la base para la aplicación de un cuestionario posterior qué permitirá evaluar los aprendizajes adquiridos con el desarrollo de la propuesta.

Se pregunta a los estudiantes líderes de las mesas, sus percepciones de la experiencia, donde en la generalidad responden qué no tuvieron inconvenientes en el desarrollo de las actividades y expresan qué le llaman la atención los procesos vinculados a la robótica educativa, qué les gustaría conocer más sobre este tema y les llamó la atención las descripciones presentadas en el material.

Por otra parte, mencionan la importancia de realizar los problemas asociados al pensamiento matemático y lamentan las circunstancias de aislamiento y trabajo en casa por la pandemia qué impidieron trabajar de manera adecuada en la realización de las pruebas.

Se realiza la observación a los estudiantes, que se trabajarán 4 secuencias didácticas y se solicita la mayor colaboración y apoyo para qué se obtenga los mejores resultados.

Tabla 47*Guía de observación participante. Grados once, Secuencia 2*

Guía de observación participante		
Fecha: Miércoles 3 de noviembre de 2021	Hora de Inicio: 12:15 p.m.	Hora de cierre: 3:15 p.m.
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo		Duración: 4 horas clase
<p>Descripción de la observación: La observación se lleva a cabo en el aula especializada en electrónica y tecnología de la institución, a partir de esta secuencia, en el grado en particular, se realizan procesos prácticos de aprendizaje utilizando materiales y herramientas que necesitan un espacio para usarlos de la manera especificada en el documento.</p> <p>El aula tiene 8 mesas con tomas eléctricas, que permiten conectar los equipos portátiles, además de las fuentes de poder para realizar las prácticas, se cuenta con acceso a internet para realizar las consultas y un kit de herramientas que tiene el material necesario para realizar los retos planteados.</p> <p>El día establecido para realizar el proceso, es lluvioso, la temperatura no es ni calurosa ni fría, lo que permite una mayor aceptación del trabajo propuesto de parte de los estudiantes.</p> <p>Se evidencia que ya se han interiorizado los procesos realizados en la secuencia anterior y se observa un desarrollo más fluido de los aspectos a trabajar, los estudiantes ya conocen sus grupos, líderes, formas de trabajo, roles, y la parte de montaje y uso de elementos físicos. Les llama la atención los dispositivos entregados para realizar el montaje y aunque en algunos estudiantes puede desviar la atención, es necesario hacer constantes procesos de motivación y llamado al orden para encaminarlos nuevamente en el desarrollo de la secuencia.</p> <p>Se logra realizar la secuencia propuesta, en algunas situaciones es necesario cambiar algunos de los materiales entregados, por falla de los elementos.</p>		
Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.		Número de asistentes: 23
Actividad: Secuencia didáctica 2 (Robótica y el contexto)		
Componente Pensamiento Matemático: Aleatorio		
Observación: Inicio		

El docente inicia su clase recordando la importancia del proceso para los estudiantes, el investigador y la institución.

Se hace un recuento de los aspectos trabajados en la secuencia anterior y se solucionan algunos de los problemas que generan mayor dificultad. Posteriormente, se inicia indagando en los problemas qué se encuentran en el contexto, como un aspecto fundamental en la solución de problemas con robótica educativa y entre tantas situaciones comentadas por los estudiantes sale a la luz un problema frecuente en los salones de clase qué es el ruido, se pregunta sobre las repercusiones de un salón de clases qué genera demasiado ruido en el ambiente y se escuchan comentarios qué son reales a la vivencia del estudiantado, se hacen comentarios cómo el estrés, la falta de concentración, cambio de enfoque en los procesos académicos, en fin, la generalidad de los grupos, expresan que el ruido es un aspecto qué afecta los aprendizajes.

A continuación, el docente les pregunta cómo se puede solucionar, los estudiantes expresan que el docente debe generar nuevas reglas que permitan llevar un orden y organización dentro del curso, dando un castigo a los estudiantes que molesten. Posteriormente, les pregunta qué con ayuda de robots, cómo se puede buscar una solución, teniendo en cuenta que se identifica un robot como una máquina autónoma qué puede " sentir, pensar y actuar".

Se expresa por un grupo del grado, qué se puede crear un artefacto que permita medir el nivel de ruido y establecer una alarma que permita identificar qué el de ruido está Alto.

El docente les dice qué la alarma generaría más ruido, se buscaría una manera de visualizar nivel de ruido, pero sin agregar ruido adicional, con algo que llame la atención de los estudiantes, se les dice que como estamos trabajando a la par con el programa Eduklab, del Ministerio de Educación Nacional, se adaptarán los materiales ya que están enfocados en la misma línea de trabajo y se vincularán las secuencias con los componentes del pensamiento matemático.

Se explica qué los líderes de cada grupo deben recibir los equipos portátiles, los Kits con materiales para el desarrollo de los montajes físicos para desarrollar la secuencia, coordinar los roles de los integrantes del grupo y compartir la información.

Desarrollo

Los líderes de los grupos recogen las secuencias didácticas, los computadores portátiles y los Kits de materiales.

Proceden a desarrollar los procesos vinculados al componente aleatorio del pensamiento matemático, siendo coordinados por el líder de la mesa, algunos casos se pueden observar que están enfocados al ámbito de simulación de la solución a la problemática planteada.

Los estudiantes inician a preguntar sobre errores de codificación, simulación y vinculación entre los procesos, se les hace la aclaración qué los procesos en el grupo deben ser compartidos y todos deben reconocer trabajo que está haciendo el compañero, también se hacen preguntas vinculadas al componente aleatorio y se dan indicaciones la adecuada a solución de los problemas presentados

Se da una pausa para hacer la realimentación de los problemas ya que los estudiantes tienen las mismas inquietudes y se continúa con el proceso, se pide la colaboración de algunos estudiantes que ya han solucionado de manera satisfactoria los ejercicios, para que colaboren en la explicación a los compañeros de otras mesas para el trabajo.

Una vez desarrollada la simulación se procede a realizar el montaje de la solución, aquí se les da una breve explicación del proceso de montaje y se indica cómo debe quedar finalmente, los estudiantes se motivan por tratar de observar la solución funcionando con los elementos físicos y tratan de realizar el ejercicio con mayor esfuerzo.

Es necesario pasar constantemente por las diferentes mesas y revisar los montajes realizados, en ocasiones es necesario solicitar ayuda a estudiantes más hábiles en este proceso, para que colaboren con las mesas que tienen dificultades.

Se logra que los grupos avancen en dos aspectos, la solución de problemas de pensamiento matemático y el montaje de las soluciones con robótica educativa, el montaje llama la atención de los estudiantes porque ellos crean sus propios modelos de visualización de mensajes, por medio de una matriz de leds qué indican tres rangos de ruido qué es captado por un micrófono.

Los estudiantes que van finalizando su prototipo, realizan las pruebas qué consideran necesarias y promueven que los compañeros de otras mesas, logré avanzar en el desarrollo de la secuencia. Finalmente, todos los grupos terminan el montaje del prototipo y lo presentan.

Finalización

El docente organiza a los estudiantes de tal modo que puedan escuchar las observaciones del proceso.}

Se inicia felicitando a los estudiantes por el trabajo realizado y reconociendo la importancia de realizar este tipo de procesos de forma adecuada, para que tengan los resultados esperados de forma positiva.

Se pregunta a los líderes de cada uno de los grupos las apreciaciones de la secuencia realizada y se identifica qué en general todos los grupos tienen apreciaciones positivas de la experiencia.

Se encuentran afirmaciones cómo las siguientes:

El interactuar con los elementos físicos y observar su funcionamiento genera en los estudiantes un mayor grado de atención y motivación para realizar los procesos.

El transformar los problemas a un contexto de la robótica educativa, lleva a reconocer los conceptos y las capacidades qué se pueden lograr con el uso de robots.

Poder dar instrucciones para una acción en particular, llama la atención y logra generar procesos creativos y de imaginación qué permiten a los estudiantes trasladarse a escenarios dónde amplían lo realizado en clases.

Nuevamente se agradece por el trabajo realizado y el compromiso en las tareas desempeñadas, y se invita a los estudiantes a participar activamente en la nueva secuencia propuesta para la siguiente clase.

Tabla 48

Guía de observación participante. Grados once, Secuencia 3

Guía de observación participante		
Fecha: Viernes 5 de noviembre de 2021	Hora de Inicio: 12:15 p.m.	Hora de cierre: 3:15 p.m.
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo	Duración: 4 horas clase	
Descripción de la observación: El lugar de trabajo para realizar la observación, es el aula especializada en electrónica y tecnología.		

Se observa un ambiente adecuado para realizar el proceso, se cuenta con 8 mesas que tienen conectores eléctricos y el espacio necesario para que cada uno de los grupos puedan conectar los portátiles y realizar las pruebas con los dispositivos que se utilizan en cada uno de los procesos a desarrollar.

El horario de trabajo se realiza en las primeras horas de la jornada de la tarde, a pesar que está lloviendo, se observa una buena disposición para realizar la secuencia propuesta. El clima no es caluroso, ya que generalmente a medio día se observa un incremento de la temperatura y ocasiona en algunas ocasiones falta de compromiso en el trabajo por parte de algunos estudiantes.

Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.	Número de asistentes: 23
---	---------------------------------

Actividad: Secuencia didáctica 3 (Uso de sensores y receptores)

Componente Pensamiento Matemático: Espacial-métrico

Observación:

Inicio

El docente realiza una breve explicación de la importancia del proyecto y les indica a los estudiantes qué se va a iniciar la tercera secuencia qué está relacionada con sensores y actuadores, estableciendo a los sensores cómo aquellos elementos electrónicos qué les permiten a los robots detectar las situaciones del entorno, toma como ejemplo características particulares de los humanos qué les permiten identificar situaciones como la temperatura, la luz, el sonido, en fin. Diferentes aspectos qué, con nuestros sentidos podemos detectar y ante las diferentes situaciones logramos dar una respuesta oportuna, por lo tanto, se realiza una comparación entre señales analógicas y discretas y se da ejemplo de la continuidad de las señales y cómo se logra por medio de sensores transformar esa situación real en una aproximación lo más parecida posible qué puede ser analizada por un dispositivo electrónico.

Se explica que, una vez detectado el nivel de la señal, se logra realizar una acción que permita solucionar un problema, y se retoma nuevamente ejemplos de la cotidianidad humana y particularmente del aula de clases utilizada, se explica qué cuando se pone oscuro el salón se enciende las lámparas, además que cuando hay mucho calor, se abre la ventana, en este

sentido, se toma el tema de los actuadores, cómo dispositivos qué ejecutan alguna acción ante un determinado aspecto de la realidad.

Se indica que los actuadores por lo general se asocian a los motores, los cuáles son de diversos tipos, existen de corriente directa entre los que están los motorreductores, los servomotores, los motores de pasos y los de corriente continua. Pero se evidencia además qué pueden utilizarse otros elementos qué permitirán la visualización por medio de señales luminosas, sonidos, vibraciones o algo que llame la atención.

En el caso de la secuencia particular, se usa un dispositivo qué permite detectar la distancia de los objetos, este proceso se realiza por medio de ultrasonidos, dónde existe un elemento una señal de ultrasonido y en la medida qué rebote la señal, se puede establecer la distancia del obstáculo qué se tiene frente del sensor se indica que existen animales en la naturaleza qué realizan este proceso como los murciélagos.

Finalmente, en esta etapa inicial, se explica qué se mantienen los grupos y los líderes de cada una de las mesas además los líderes son los encargados de recibir los equipos portátiles y los Kits de herramientas, también compartir su experiencia en el desarrollo del proceso.

Desarrollo

Se organizan los estudiantes en cada una de las mesas del aula especializada para el trabajo en tecnología y electrónica.

Se hace referencia al buen uso de las mesas y elementos del aula, qué cada grupo se hace responsable de los elementos suministrados y debe devolverlos en el mismo estado en que fueron entregados.

Los líderes de las mesas proceden a ir a recibir las secuencias, los equipos portátiles, y las herramientas para realizar el montaje de las soluciones.

Los estudiantes distribuyen los roles entre los integrantes del grupo y se procede a desarrollar la guía.

Se hace referencia qué los problemas planteados sobre el pensamiento matemático, están asociados al componente espacial métrico y cada uno de los grupos debe abordar los dos aspectos, el uso y manejo de sensores y actuadores, además de los componentes propios del pensamiento matemático.

Los estudiantes abordan los aspectos relacionados al ámbito del pensamiento matemático, aunque se evidencia mayor atracción a realizar el montaje de las soluciones y evidenciar su comportamiento.

A medida que avanza el desarrollo de la secuencia, se observa preguntas comunes en torno a la guía presentada, sobre los dos ámbitos establecidos, se realiza la retroalimentación por cada grupo, de los procesos qué son cuestionados y es necesario realizar una pausa para hacer una retroalimentación general de las preguntas que tienen algún tipo de dificultad, se tiene una situación común en torno a la comprensión del problema asociado a los medios masivos qué transporte. Se procede a solucionar la situación particular y se aclaran las dudas del proceso, los estudiantes continúan con el desarrollo de la actividad.

Se observa que por los ejercicios anteriores ya desarrollados, dónde se trabaja la codificación y compilación de los códigos asociados al ejercicio, los problemas de codificación se han reducido notablemente, los estudiantes ya conocen el procedimiento para realizar las correcciones, es necesario realizar un llamado de atención a un grupo de estudiantes qué no hacen caso a las diferentes solicitudes de atención y motivación al proceso, se trabaja con los estudiantes de manera particular y se les explica la importancia de la actividad que están desarrollando.

El líder de la mesa se compromete a mejorar el orden de la mesa y se logra controlar la situación.

El docente mantiene una rotación continua por las diferentes mesas, observando los trabajos de los estudiantes y solucionando los interrogantes presentados en el proceso.

Es necesario ir entregando materiales, sobre todo cables que generalmente se dañan por la continua manipulación.

Se puede evidenciar el interés por parte de los estudiantes en el resultado obtenido después de ubicar todos los componentes y pasarse el código a la tarjeta.

Los diferentes grupos lograron finalizar las secuencias completas y ellos que presentaron mayor dificultad fueron apoyados por estudiantes de los equipos qué estaban más avanzados, con el ánimo de explicar más no de hacer el trabajo a los compañeros.

Finalización

Terminada la tercera secuencia, se organiza a los estudiantes para mantener una posición de escucha, se indica la importancia de la actividad desarrollada y se procede a solucionar inquietudes de los estudiantes sobre la actividad desarrollada.

Debido a que las dudas e inquietudes ya fueron solucionadas en el transcurso del proceso, no se presentaron inquietudes, solamente se hacen aclaraciones asociadas al funcionamiento del sensor ultrasónico qué acapara la atención de los estudiantes.

El docente realiza una enumeración de las posibles aplicaciones del dispositivo, así como sus diferencias con otros tipos de sensores, además los costos y formas de configurarlo.

Por otra parte, hace referencia al funcionamiento otro tipo de sensores y cómo pueden ser simulados con un potenciómetro, ya que por medio de este dispositivo se logra hacer un divisor de voltaje entre 0 y 5 Voltios qué es traducido por la placa Arduino en un rango entre 0 y 1023 de resolución con un valor de 10 bits.

Se solicita a cada uno de los líderes de cada mesa qué den su apreciación a las secuencias desarrolladas, en general las respuestas son positivas, dicen qué la utilización de los sensores en los proyectos, tanto en la simulación como en el montaje, generan curiosidad, ganas de investigar más a profundidad sobre los usos de estos elementos y sus posibles aplicaciones.

Se expresa por un grupo qué el requerimiento de realizar los aspectos del pensamiento matemático, que además los problemas están relacionados con el tema, llevarán a los estudiantes a buscar la manera de agilizar los procesos y la comprensión de los problemas, para la situación particular del uso de sensores y actuadores en procesos aplicados la realidad.

Se reconoce por parte del docente qué el material utilizado es una adaptación del diplomado Eduklab del ministerio de educación nacional ya que se debe abordar los dos aspectos con el grado 11 y además los temas están estrechamente relacionados.

Se finaliza la clase con el agradecimiento del docente a los estudiantes por la colaboración en el proceso, por estar pendientes de los requerimientos realizados, nuevamente se resalta importancia de la investigación se recuerda qué se realizará la aplicación de un cuestionario, para evidenciar el avance en los componentes del pensamiento matemático y se invita a colaborar de la mejor manera en la próxima secuencia a realizar ya que será la final.

Tabla 49*Guía de observación participante. Grados once, Secuencia 4*

Guía de observación participante		
Fecha: Viernes 19 de noviembre de 2021	Hora de Inicio: 12:15 p.m.	Hora de cierre: 3:15 p.m.
Institución educativa: I.E.M. Luis Eduardo Mora Osejo	Duración: 4 horas clase	
<p>Descripción de la observación: La observación se lleva a cabo en el aula especializada en electricidad y tecnología de la institución, el aula cuenta con la infraestructura necesaria para abordar el tema de robots con ruedas.</p> <p>Se cuenta con el kit de electrónica que tiene los componentes necesarios para realizar el montaje de las soluciones a los problemas propuestos.</p> <p>Al ser la última sesión de aplicación de secuencias didácticas, se hace un llamado a los estudiantes a mantener el mejor ánimo y esfuerzo para realizar el proceso.</p> <p>El día es soleado, además es el último día de la semana y la sesión es de cuatro horas continuas, se evidencia de que los aspectos antes mencionados, pueden incidir en el trabajo desarrollado por los estudiantes.</p> <p>Sin embargo, el realizar la motivación continua y resaltar los aspectos positivos del proceso generó en los estudiantes la apropiación de la secuencia, lo que se vio favorecido ya que la aplicación también está vinculada en la forma de trabajo con las secuencias anteriores.</p> <p>La entrega de materiales se organizó previamente en los kits y fue necesario remplazar algunos de los elementos que tuvieron algún tipo de problema en su funcionamiento.</p> <p>Se pudo observar que, a partir de la segunda hora de trabajo, el clima empezó a mejorar, la temperatura disminuyó y se observó una mejora en la disposición de los estudiantes al realizar la actividad.</p> <p>Finalmente se logra que los estudiantes de los diferentes grupos realicen la secuencia propuesta de forma adecuada, y según lo previsto.</p>		
Lugar de la observación: Aula especializada en Tecnología y Electrónica.	Número de asistentes: 23	
<p>Actividad: Secuencia didáctica 4 (Uso de robots con ruedas)</p> <p>Componente Pensamiento Matemático: Numérico-variacional</p>		

Observación:**Inicio**

El docente indica a los estudiantes qué se tiene un proceso qué va desde noveno, con el reconocimiento de circuitos Básicos, décimo, se conoce Arduino y se realiza un montaje sencillo y en grado 11 se ha ido avanzando con él conocimiento sobre robótica, uso de leds y sonido, reconocimiento y uso de sensores y actuadores, para finalizar en la locomoción de elementos robóticos.

Se indica que existen diferentes formas de generar movimiento, y depende del entorno dónde se desenvuelvan los mecanismos robóticos, un robot puede estar en una superficie lisa, una rocosa, en el agua, en el aire, el espacio, a diversas temperaturas, y generalmente se necesita el movimiento autónomo del dispositivo para realizar su función.

Existen robots con ruedas y de estas en diferentes cantidades, también hay robots con patas y en diferentes cantidades, el docente expresa qué, para esta secuencia didáctica se abordarán los robots con ruedas, qué permiten el control del movimiento en entornos generalmente planos, pero se insta a seguir indagando e investigando en los procesos de locomoción que finalmente en el uso de motores para controlar el movimiento según una situación en particular.

Se indica el proceso a seguir es el mismo usado en secuencias anteriores y se mantiene el líder de cada una de las mesas. Se indaga a los estudiantes funciones del estudiante y se evidencia qué en el transcurso de las secuencias interiores se ha interiorizado este papel a desarrollar.

Se recuerda la importancia de la investigación y se solicita de la manera más comedida la colaboración los estudiantes en esta, qué es una de las etapas finales del proceso investigativo.

Se indica qué al realizar el proceso se la abarca solución de problemas relacionados al pensamiento matemático, además de la comprensión del uso de robots con ruedas, el manejo del puente H para el trabajo de potencia y control de la dirección de los motores, usos de driver de potencia, codificación, simulación y montaje, por lo tanto, se solicita prestar la mayor atención al desarrollo de la secuencia, estar pendientes de los procesos y preguntar en el

momento qué surjan las dudas, para tener un proceso fluido y lograr el desarrollo completo la secuencia.

Desarrollo

Los líderes de cada mesa proceden a reclamar la secuencia didáctica, los portátiles y los materiales para iniciar el proceso, entre tanto se entrega los elementos, el docente nuevamente les recuerda la importancia de desarrollar de la mejor manera actividad ya que permitirá avanzar positivamente en los ámbitos buscados al desarrollar la investigación y se espera tenga impactos positivos en el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes.

En cada una de las mesas se reparten los roles entre el coordinador, desarrolladores y electrónicos, para realizar el proceso, además de los que se encargan de los problemas vinculados al pensamiento matemático.

Cuando los grupos son menores a 4 personas los desarrolladores adoptan el rol de electrónicos en el proceso.

Ya que se mantiene el esquema de trabajo de las secuencias anteriores, no existen mayores complicaciones sobre el proceso, los estudiantes ya saben cómo abordar cada uno de los retos planteados en la secuencia, se solicitan aclaraciones sobre algunos puntos particulares y en esta ocasión no fue necesario hacer una aclaración general de algún tema en particular, las situaciones asociadas al componente del pensamiento matemático se desarrollaron más fluidamente.

En el caso particular de la vinculación de la robótica educativa, se presentaron algunos inconvenientes con el montaje de la solución ya que se solicitaba el uso de baterías y fue necesario reemplazarlas por fuentes de voltaje qué se encuentran en el aula, esto llevó a que los grupos necesitarán una constante explicación uso de las fuentes ya que se usaron dos voltajes uno para la placa que venía desde el equipo portátil y otro para los motores con la fuente externa de 9 voltios.

A pesar de la situación particular qué se generó, los estudiantes lograron finalizar montaje y probar la manipulación de un dispositivo móvil por medio de bluetooth enviando comandos y configurando una aplicación para usar un control que permite configurarlo para establecer diferentes movimientos en el robot, además se realizó una modificación al código y

el montaje, para incorporar luces tipo led qué permitirán indicar la dirección del elemento y una señal sonora qué permitirá emular la corneta de un vehículo, también se utiliza sensor de obstáculos para evitar qué se choque.

Se observa qué los estudiantes se emocionan al observar el funcionamiento del robot y además preguntan sobre posibles adaptaciones al prototipo, para que realice otro tipo de movimientos.

Se finalizan los procesos establecidos en la secuencia, de manera satisfactoria se evidenció una mayor exigencia en el proceso y se logró aplicar los conceptos estudiados en las secuencias anteriores.

Finalización

Se procede a organizar a los estudiantes y ubicarlos en posición de escucha, se resalta la importancia del proceso desarrollado y se reconoce el papel de los estudiantes en la investigación desarrollada, se agradece por la colaboración y disposición para realizar el ejercicio y se indica que aún queda pendiente la aplicación del cuestionario final del pensamiento matemático o Re- test.

A continuación, se hace una retroalimentación de la secuencia trabajada y se abordan los ítems establecidos en cada uno de los retos presentados, además, se solucionan dudas e inquietudes presentadas por los estudiantes.

Se evidencia qué los estudiantes tienen un avance en cuánto a la comprensión de los aspectos referentes a este componente del pensamiento matemático, las soluciones planteadas ya no generan actitudes de rechazo cómo sucedían al inicio.

Se observa mayor participación en las explicaciones más atención por la mayoría del grupo en general.

Se procede a preguntar sobre la experiencia en general, dónde pueden participar todos los estudiantes además de los líderes. Se identifican a continuación las expresiones encontradas:

Los estudiantes expresan que el tema trabajado les llama la atención ya que es el futuro de los trabajos y profesiones.

La robótica va a formar parte de nuestras vidas y es importante conocer cómo se puede controlar un elemento, teniendo en cuenta fundamentos programación y electrónica.

Cuando estamos realizando las secuencias nos transportamos a otros lugares, nuestra mente se transporta y siempre busca ir más allá dónde se visualizan muchas posibilidades.

La solución de problemas del pensamiento matemático, es muy importante para nosotros nos hubiera gustado tener, esta preparación antes de las pruebas, pero sabemos que por pandemia no se podía realizar este tipo de trabajos que requieren presencialidad, sin embargo, puede servir para la solución de situaciones cotidianas o en futuras pruebas a realizar.

Queda la incertidumbre de no tener los materiales, ya vamos a dejar la institución y nos damos cuenta qué no hemos comprado nuestras propias herramientas, particularmente creo que va a existir dos caminos el primero relacionado con los estudiantes qué les interesa estos aspectos y van a comprar sus materiales, por otra parte, que no les llama la atención y lo desarrollan por qué es un requisito para graduarse, creo que ellos no van a volver a usar este tipo de elementos.

El docente agradece por todo lo realizado, es un proceso complejo qué necesita personas comprometidas y comenta que espera lo mejor de los estudiantes, además expresa que todas las apreciaciones son válidas y que acá en el colegio, así como las diferentes etapas de preparación que tengan, los estudiantes toman lo que necesitan para formar su proyecto de vida y lo importante es que conozcan y estén relacionados con estos dos aspectos tan importantes qué se han abarcado con el uso de las secuencias, la robótica educativa y el pensamiento matemático, aspectos que seguirán formando parte importante de la mayoría de los estudiantes.

Se finaliza el proceso motivando a la realización del cuestionario final, dónde se podrá identificar los avances del pensamiento matemático en cada uno de los componentes qué se han trabajado.