

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSGRADO



LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR LAS
VOCACIONES EN ESTUDIANTES DE
SECUNDARIA EN LAS ÁREAS DE CIENCIAS, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y
MATEMÁTICAS.

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORADO EN
FILOSOFÍA CON ACENTUACIÓN EN ESTUDIOS DE LA
EDUCACIÓN

PRESENTA
MARIBEL FLORES ZARAGOZA

DIRECTORA: **DRA. LIZETTE BERENICE GONZÁLEZ MARTÍNEZ**
CO-DIRECTORA: **DRA. ANGÉLICA VENCES ESPARZA**

SEPTIEMBRE 2025

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS DE DOCTORADO

(De acuerdo al RGSP aprobado el 12 de junio de 2012 Arts. 77, 79, 80,104, 115, 116, 121,122, 126, 131, 136, 139)

Tesis

LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR LAS
VOCACIONES EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN LAS ÁREAS DE CIENCIAS,
TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS.

Comité de evaluación

Dra. Lizette Berenice González Martínez
Directora

Dra. Angélica Vences Esparza
Co-directora

Dr. Rubén Suarez Escalona
Lector

Dr. Fernando Banda Muñoz
Lector

Dra. Lizeth Armenta Zazueta
Lectora

San Nicolás de los Garza, N.L., septiembre 2025
Alere Flammam Veritatis

DR. FELIPE ABUNDIS DE LEÓN
SECRETARIO DEL ÁREA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a mi familia: a Pablo, mi esposo y compinche incondicional, quien, aun sin estar siempre convencido, me ha acompañado con entrega en todos mis proyectos y locuras; a mi hijo Pablo, y a mi hija Gaby, quienes no solo pintan de colores mi vida, sino que también colaboraron activamente en diversas tareas a lo largo del desarrollo de este proyecto. La participación comprometida de los tres fue fundamental en cada etapa del proceso. Esta tesis es también de ustedes, porque siempre les he dicho que juntos hacemos más, somos más, y porque lo hemos demostrado una vez más.

A mis hermanas y hermanos, por estar y ser parte de este trayecto, de esta historia, también les dedico este logro.

A quien me trajo a este maravilloso mundo, mi mamá. No siempre ha sido fácil, pero tu fuerza silenciosa me enseñó a resistir y avanzar, y tu impulso para que estudiáramos cambió nuestro destino.

En memoria de papá, cuyas palabras, actos y silencios también me moldearon.

Agradecimientos

Cuando comencé el doctorado, pensaba que sería un trayecto en solitario; en el camino descubrí que muchas personas se suman a este viaje de forma generosa y desinteresada. Agradezco de corazón a quienes me tendieron la mano, ofrecieron su tiempo y compartieron su experiencia. Son tantas que me es imposible nombrarlas una a una, pero tengo presente cada gesto y valoro enormemente su colaboración. En este punto, quiero agradecerte a ti, Elsa. Por esas coincidencias casi divinas de la vida, apareciste; tu presencia y amistad se volvieron parte decisiva de este recorrido, y por ello te estoy profundamente agradecida.

Un gran y merecido reconocimiento a mi compañero de trabajo, Ángel, por su apoyo incondicional al cubrir mis ausencias laborales y asumir responsabilidades en mi lugar, lo cual fue fundamental para que pudiera atender las exigencias académicas de esta investigación.

Asimismo, agradezco al personal de la Secundaria No. 10 “Profesor Moisés Sáenz Garza” por abrirme las puertas y permitir llevar a cabo la estrategia educativa con sus estudiantes. Su confianza fue clave para hacer posible esta experiencia.

Recuerdo con especial claridad aquel primer congreso al que asistí junto a mi compañera Iris, al inicio del doctorado. En ese momento, nos proyectamos a este día, imaginando con ilusión que, si todo salía bien, dentro de tres años estaríamos concluyendo este proyecto. Hoy, con orgullo y con aquella misma emoción, puedo decir: lo logramos.

Todo mi agradecimiento a la Dra. González, directora de esta tesis; a la Dra. Vences, codirectora; y a la Dra. Fernández, tutora en mi estancia académica, por su acompañamiento, guía y paciencia a lo largo de este proceso. Mi gratitud se extiende también a mis compañeros de generación, así como al cuerpo académico y administrativo del posgrado, por su apoyo constante.

Finalmente, a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por haberme otorgado la beca que hizo posible financiar esta investigación. Su apoyo fue fundamental para cubrir los recursos necesarios durante el desarrollo del proyecto y permitió llevar a cabo con rigor cada una de las etapas del estudio. Mi más sincero agradecimiento por impulsar iniciativas que fortalecen la investigación educativa en nuestro país.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito evaluar el impacto de una estrategia educativa basada en la robótica con enfoque STEM en estudiantes de tercer grado de secundaria del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. La investigación parte del reconocimiento de la necesidad de mejorar las actitudes hacia las disciplinas STEM desde la educación básica, como un elemento clave para estimular el desarrollo temprano del interés vocacional en estas áreas. Esta preocupación se origina en la baja proporción de estudiantes que optan por carreras relacionadas con STEM al concluir su educación media superior, lo que representa un desafío estratégico para el desarrollo del país.

Se empleó un enfoque metodológico mixto con un diseño cuasiexperimental, utilizando grupos control y experimental con aplicación de pretest y postest. La intervención consistió en un taller de robótica educativa desarrollado a través de la metodología activa de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), con actividades diseñadas para fomentar la experimentación, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas. La medición cuantitativa se realizó mediante la escala S-STEM para evaluar actitudes hacia la ciencia, la tecnología e ingeniería, las matemáticas y el interés por carreras vinculadas a STEM. Además, se integró un análisis cualitativo a partir de un grupo focal con estudiantes del grupo experimental.

Los resultados evidenciaron que la intervención tuvo un efecto positivo en las actitudes hacia las disciplinas STEM, con mejoras estadísticamente significativas en ciencia, tecnología e ingeniería, y matemáticas en el grupo experimental. En cuanto al interés por las profesiones STEM, se observó un incremento leve, aunque no estadísticamente significativo. No obstante, este resultado contrasta con la disminución significativa registrada en el grupo control, lo que sugiere un efecto protector de la intervención. Los hallazgos cualitativos reforzaron esta tendencia y mostraron una alta valoración de la experiencia educativa por parte de los estudiantes, coincidiendo con los datos cuantitativos y fortaleciendo la validez de los resultados a través de la convergencia de fuentes.

Se concluye que la estrategia educativa implementada contribuye al fortalecimiento de habilidades cognitivas y al fomento de una actitud favorable hacia las disciplinas STEM, lo que puede favorecer a mediano plazo una mayor disposición hacia carreras STEM en niveles educativos superiores. Asimismo, se reconoce la necesidad de realizar investigaciones

adicionales con muestras más amplias y en distintos contextos educativos para validar los resultados obtenidos. Este estudio ofrece una base valiosa para motivar nuevas líneas de investigación en el ámbito educativo, y puede servir tanto a los responsables de la administración pública —para incorporar estrategias y proyectos STEM en los programas escolares— como a docentes interesados en implementar actividades innovadoras que despierten el interés de sus estudiantes por las áreas STEM.

Índice

Resumen.....	iii
Introducción.....	1
1. Planteamiento del problema.....	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.1.1. Contexto global de la educación STEM.....	4
1.1.2. Estados Unidos de Norteamérica como líder de la educación STEM.....	5
1.1.3 Experiencias internacionales de implementación STEM.....	5
1.1.4. Iniciativas nacionales y regionales en México.....	7
1.1.5. Estado de la investigación en educación STEM y metodologías asociadas	9
1.1.6. Consideraciones finales.....	12
1.2. Definición del problema.....	12
1.3. Justificación del problema.....	19
1.4. Objetivos.....	22
1.5. Preguntas de investigación.....	24
1.6. Hipótesis.....	24
2. Marco teórico.....	25

2.1. Esquema del marco teórico de la investigación.....	25
2.2. El constructivismo.....	27
2.2.1. Jean Piaget.....	28
2.2.2. Lev Semiónovich Vygotski.....	31
2.2.3. David Paul Ausubel.....	32
2.3. Educación STEM.....	35
2.3.1. Historia de la educación STEM.....	35
2.3.2. Definiendo la Educación STEM.....	36
2.3.3. Importancia de la educación STEM.....	40
2.3.4. Los tres pilares de la Educación STEM.....	41
2.4. Robótica Educativa.....	43
2.4.1. Beneficios de la Robótica Educativa.....	45
2.5. Metodología ABP.....	47
2.6. El concepto de actitud	52
2.7. La Orientación Vocacional	54
2.8. La educación básica en México con respecto a la ciencia,	

la tecnología, la ingeniería y las matemáticas.....	58
2.9. Otros paradigmas presentes en el siglo XXI.....	61
2.9.1. La Cuarta Revolución Industrial.....	61
2.9.2. Los empleos del futuro.....	62
2.9.3. Las habilidades del siglo XXI.....	63
2.9.4. La sociedad del conocimiento.....	66
3. Marco metodológico.....	67
3.1. Diseño de la investigación.....	67
3.2. Marco contextual.....	72
3.3. Población y muestra.....	73
3.4. Fase cuantitativa.....	75
3.4.1. Variables cuantitativas.....	76
3.4.2. Población y muestra (cuantitativa).....	76
3.4.3. Selección del instrumento para los datos cuantitativos.....	77
3.4.4. Descripción del instrumento: encuesta S-STEM.....	78
3.4.5. Traducción, validación y pilotaje del instrumento S-STEM.....	83
3.4.6. Procedimiento de aplicación de la encuesta S-STEM.....	87

3.4.7. Análisis de los datos cuantitativos.....	88
3.5. Fase cualitativa.....	89
3.5.1. Categorías cualitativas.....	89
3.5.2. Participantes de la fase cualitativa.....	90
3.5.3. Guía temática del grupo focal.....	90
3.5.4. Procedimiento del análisis cuantitativo.....	92
3.6. Convergencia de resultados cuantitativos y cualitativos.....	92
3.7. Esquema metodológico de la investigación.....	93
3.8. Establecimiento del diseño experimental.....	95
3.9. Descripción de la intervención: Taller de robótica educativa con enfoque STEM.....	96
3.9.1. Condiciones logísticas de la intervención.....	98
3.10. Consideraciones éticas.....	99
4. Análisis de datos y discusión.....	100
4.1. Fase I cuantitativa.....	100
4.1.1. Resultados de la prueba pretest del GC y el GE	101
4.1.2. Resultados de la prueba posttest del GC y el GE.....	114

4.1.3. Resultados de la prueba pretest y posttest del GC.....	128
4.1.4. Resultados de la prueba pretest y posttest del GE.....	142
4.1.5. Concentrado general de resultados cuantitativos.....	156
4.2. Respuestas a las preguntas de investigación.....	157
4.2.1. Actitud hacia la ciencia del GC y el GE en la prueba pretest.....	158
4.2.2. Actitud hacia la tecnología y la ingeniería del GC y el GE en la prueba pretest.....	158
4.2.3. Actitud hacia las matemáticas del GC y el GE en la prueba pretest.....	159
4.2.4. Interés en una carrera relacionada con STEM del GC y el GE en la prueba pretest.....	160
4.2.5. Actitud hacia la ciencia del GC y el GE en la prueba posttest.....	160
4.2.6. Actitud hacia la tecnología y la ingeniería del GC y el GE en la prueba posttest.....	161
4.2.7. Actitud hacia las matemáticas del GC y el GE en la prueba posttest.....	162
4.2.8. Interés en una carrera relacionada con STEM del GC y el GE en la prueba posttest.....	163
4.2.9. Resultados de la encuesta S-STEM para el GC del pretest y el Posttest.....	163
4.3. Respuesta a la pregunta principal de investigación.....	164
4.4. Comprobación de la hipótesis de investigación.....	165
4.5. Fase II cualitativa.....	170

4.5.1. Disfrute de la realización de actividades y proyectos de robótica	171
4.5.2. Experiencias significativas de los estudiantes en el aprendizaje con enfoque STEM	177
4.5.3. Disfrute del uso y manipulación de materiales, herramientas, instrumentos y dispositivos robóticos.....	182
4.5.4. Percepción de las barreras en la educación STEM.....	185
4.5.5. Percepción de aspectos negativos del taller de robótica.....	192
4.6. Convergencia de los resultados cuantitativos y cualitativos.....	196
4.6.1. Actitud hacia la ciencia.....	197
4.6.2. Actitud hacia la tecnología y la ingeniería.....	199
4.6.3. Actitud hacia las matemáticas.....	201
4.6.4. Interés en una carrera relacionada con STEM.....	203
5. Discusión de los resultados.....	206
5.1. Limitantes de la investigación.....	211
5.1.1. Limitantes contextuales y de generalización.....	212
5.1.2. Limitantes operativas y logísticas del trabajo de campo.....	212
5.2. Conclusiones.....	213
5.3. Futuras líneas de investigación.....	217

Referencias.....	219
Apéndice A.....	235
Apéndice B.....	243
Apéndice C.....	245
Apéndice D.....	246
Apéndice E.....	247
Apéndice F.....	248
Apéndice G.....	249

Índice de tablas

	Página
Tabla 2.1 Definiciones de educación STEM	37
Tabla 2.2 Definiciones de Orientación Vocacional	55
Tabla 2.3 Posturas a favor de inspirar a los jóvenes hacia las áreas STEM	57
Tabla 2.4 Artículos referentes al derecho de niñas, niños y adolescentes en materia de derecho humano a la ciencia, la tecnología y la innovación.	59
Tabla 3.1 Instrumentos de medida para la parte cuantitativa	79
Tabla 3.2 Secciones de la encuesta S-STEM	80
Tabla 3.3 Confiabilidad de la encuesta S-STEM para educación secundaria	82
Tabla 3.4 Planeación de la intervención educativa	82
Tabla 3.5 Alfa de Cronbach para las dimensiones del instrumento S-STEM	86
Tabla 3.6 Categorías para el grupo focal	91
Tabla 3.7 Diseño del experimento	96
Tabla 4.1 Prueba de normalidad de los datos del pretest	111
Tabla 4.2 Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes GC y GE pretest	113
Tabla 4.3 Prueba de normalidad de los datos del postest	125
Tabla 4.4 Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes GC y GE postest	126
Tabla 4.5 Prueba de normalidad de los datos del pretest y el postest del GC.	139

Tabla 4.6 Resultados de la prueba t de Student para muestras dependientes GC pretest, posttest.	141
Tabla 4.7 Prueba de normalidad de los datos del pretest y el posttest del GE.	153
Tabla 4.8 Resultados de la prueba t de Student para muestras dependientes GE pretest, posttest.	155
Tabla 4.9 Medias por dimensión en pretest y posttest del GC y GE	156
Tabla 4.10 Resultados de la prueba t de Student en las dimensiones STEM por grupo y momento de aplicación	157
Tabla 4.11 Concentrado de respuestas a la prueba pretest del GC y GE.	159
Tabla 4.12 Concentrado de respuestas a la prueba posttest del GC y GE.	162
Tabla 4.13 Concentrado de respuestas de la prueba pretest y posttest del GC.	164
Tabla 4.14 Concentrado de respuestas de la prueba pretest y posttest del GE.	165
Tabla 4.15 Prueba de normalidad del GC y GE pretest y posttest de la encuesta S-STEM	166
Tabla 4.16 Prueba t para dos muestras independientes suponiendo varianzas iguales. GC y GE posttest.	167
Tabla 4.17 Prueba t para dos muestras dependientes suponiendo varianzas iguales. GC pretest y posttest	168
Tabla 4.18 Prueba t para dos muestras dependientes suponiendo varianzas iguales. GE pretest y posttest	169

Índice de figuras

	Página
Figura 1.1 Aspiraciones de carrera de los jóvenes de la OCDE	18
Figura 2.1 Esquema del marco teórico de la investigación	26
Figura 2.2 Habilidades relacionadas con la Robótica Educativa	46
Figura 2.3 Habilidades para satisfacer las necesidades del mercado del siglo XXI	64
Figura 2.4 Habilidades transferibles para América Latina y el Caribe	65
Figura 3.1 Diseño metodológico de la investigación.	94
Figura 4.1 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de la escala de Likert para las dimensiones A, B, y C del instrumento S-STEM para el GC y el GE en el pretest	101
Figura 4.2 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM, GC, GE, pretest	102
Figura 4.3 Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GC y GE, pretest	103
Figura 4.4 Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GC y GE, pretest	104
Figura 4.5 Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GC y GE, pretest.	105
Figura 4.6 Frecuencia de la dimensión D interés en una profesión STEM, pretest.	106
Figura 4.7 Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GC y GE, pretest	107
Figura 4.8 Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la	108

ingeniería GC y GE, pretest.

Figura 4.9 Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GC y GE, pretest 109

Figura 4.10 Histograma de la dimensión D, interés en una profesión STEM GC y GE, pretest. 110

Tabla 4.11 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión A, B y C del instrumento S-STEM, GC y GE, postest. 115

Figura 4.12 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM, GC y GE, postest 116

Figura 4.13 Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GC y GE, postest. 117

Figura 4.14 Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GC y GE, postest 118

Figura 4.15 Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GC y GE, postest. 119

Figura 4.16 Frecuencia de la dimensión C interés en una profesión STEM, GC y GE, postest. 120

Figura 4.17 Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GC y GE, postest. 121

Figura 4.18 Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería GC y GE 122

Figura 4.19 Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GC y GE, postest. 123

Figura 4.20 Histograma de la dimensión D interés en las carreras STEM GC y GE, postest. 124

Figura 4.21 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión A, B y C del instrumento S-STEM GC pretest, postest.	129
Figura 4.22 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM GC pretest, postest.	130
Figura 4.23 Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GC pretest y postest	131
Figura 4.24 Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GC pretest, postest.	132
Figura 4.25 Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GC pretest y postest.	133
Figura 4.26 Frecuencia de la dimensión D interés en una profesión STEM, GC pretest, postest.	134
Figura 4.27 Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GC pretest, postest.	135
Figura 4.28 Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería GC y GE	136
Figura 4.29 Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GC pretest, postest.	137
Figura 4.30 Histograma de la dimensión D interés hacia las carreras STEM GC pretest, postest.	138
Figura 4.31 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión A, B y C del instrumento S-STEM GE pretest, postest.	143
Figura 4.32 Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM GE pretest, postest.	144
Figura 4.33 Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GE pretest y	145

posttest

Figura 4.34 Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GE pretest, posttest.	146
Figura 4.35 Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GE pretest y post-test.	147
Figura 4.36 Frecuencia de la dimensión C interés en una profesión STEM, GE pretest y post-test.	148
Figura 4.37 Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GE pretest, post-test.	149
Figura 4.38 Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería GE pretest, post-test.	150
Figura 4.39 Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GE pretest, post-test	151
Figura 4.40 Histograma de la dimensión D interés hacia las carreras STEM GE pretest, post-test.	152
Figura 4.41 Nube de palabras referente a la participación del GE en el taller de robótica.	171
Figura 4.42 Nube de palabras para ¿les gustó la forma en que trabajaron en el taller en comparación con sus clases tradicionales?	173
Figura 4.43 Nube de palabras sobre la preferencia del GE por el taller en lugar de charlas o exposiciones	175
Figura 4.44 Nube de palabras para ¿Crees que lo aprendido en el taller tiene aplicabilidad en la vida diaria?	178
Figura 4.45 Nube de palabras para la categoría uno	180

Figura 4.46 Nube de palabras para la categoría disfrute del uso y manipulación de materiales, herramientas, instrumentos y dispositivos robóticos	182
Figura 4.47 Nube de palabras para ¿consideras que las carreras relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas son más difíciles que otras?	185
Figura 4.48 Nube de palabras para ¿consideras que las carreras relacionadas con STEM son más adecuadas para algún género?	187
Figura 4.49 Nube de palabras para ¿Recibirías el apoyo de tu familia si decidieras estudiar una carrera en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas?	190
Figura 4.50 Nube de palabras para ¿hay algo que no te haya gustado del taller de robótica?	192
Figura 4.51 Nube de palabras para ¿Qué recomendarían para mejorar el taller de robótica?	195

Introducción

El siglo XXI ha traído transformaciones profundas en todos los ámbitos: avances tecnológicos acelerados, globalización, crisis ambientales, cambios en el mercado laboral y una creciente necesidad de formar a las nuevas generaciones para enfrentar estos desafíos de manera ética, crítica y creativa. En este contexto, resulta relevante y pertinente formar especialistas en las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, ya que son estas áreas del conocimiento las que impulsan la innovación, el desarrollo económico y el bienestar social de los pueblos. La capacidad de las naciones para generar riqueza, afrontar problemáticas complejas y construir un futuro sostenible depende, en gran medida, de contar con profesionales altamente calificados en estos campos estratégicos.

A pesar de ello, existe a nivel global un bajo interés por parte de los estudiantes hacia las carreras relacionadas con estas disciplinas. Este problema comienza a gestarse desde las primeras etapas educativas, cuando los estudiantes desarrollan actitudes negativas hacia las ciencias y las matemáticas. Por su parte, la ingeniería y la tecnología permanecen como áreas prácticamente desconocidas para ellos, debido a la escasa presencia de experiencias significativas relacionadas en la educación básica. Como resultado, muchos jóvenes optan por profesiones ajenas a estos campos, lo que contribuye a la escasez de capital humano especializado.

En el caso de México, el panorama es especialmente desafiante. Aunque es urgente fortalecer el capital humano en estas áreas, las estadísticas revelan una baja proporción de estudiantes que eligen carreras relacionadas con disciplinas científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas. Esta situación limita las posibilidades del país para integrarse plenamente a una economía basada en el conocimiento y responder a los grandes retos del desarrollo nacional. La presente investigación parte precisamente de este problema, con la convicción de que despertar el interés por estas disciplinas desde la educación básica —a través de enfoques innovadores como el aprendizaje basado en proyectos y la robótica educativa— es un paso fundamental para revertir esta tendencia.

La educación STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics), entendida como un enfoque integrado e interdisciplinario, centrado en la resolución de problemas reales y en metodologías activas, se ha posicionado como una

alternativa poderosa para transformar la educación básica, despertar vocaciones científicas y fomentar el pensamiento crítico desde edades tempranas. Sin embargo, en el sistema educativo mexicano su implementación sigue siendo limitada. La presente investigación busca aportar evidencia sobre el impacto de una estrategia pedagógica, con enfoque STEM, centrada en la robótica educativa y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), en el desarrollo de actitudes positivas hacia estas áreas y en el interés por carreras afines entre estudiantes de secundaria.

Para ello, se diseñó una intervención educativa que fue implementada en una muestra de estudiantes de tercer grado de secundaria. A través de un enfoque metodológico mixto con diseño cuasiexperimental, se evaluaron los cambios en las actitudes y el interés en áreas STEM mediante la aplicación del instrumento S-STEM, y se complementaron los hallazgos con un análisis cualitativo a partir de un grupo focal.

Esta tesis se estructura en varios capítulos:

El Capítulo I contextualiza la problemática y expone los elementos clave del planteamiento: los antecedentes, la delimitación del problema, la justificación, los objetivos generales y específicos, y las preguntas e hipótesis que orientan la investigación. Se parte del reconocimiento de que el bajo número de estudiantes interesados en carreras STEM constituye un reto urgente, y se propone como vía de solución temprana la incorporación de metodologías activas con enfoque STEM desde la educación básica.

El Capítulo II desarrolla el marco teórico y conceptual de la investigación. Se abordan los fundamentos de la educación STEM, su evolución y potencial pedagógico, así como las teorías del aprendizaje que respaldan el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). También se analiza la relevancia de las actitudes estudiantiles y el interés vocacional en la construcción de trayectorias educativas hacia las ciencias y la tecnología, integrando un enfoque comunicativo y de innovación educativa.

El Capítulo III presenta el marco metodológico. Se describe el diseño cuasiexperimental con enfoque mixto, la selección de la muestra, el instrumento S-STEM, la estrategia de intervención (taller de robótica educativa), el enfoque de análisis estadístico y la integración de la dimensión cualitativa mediante grupo focal. Este capítulo justifica la

pertinencia de la metodología empleada y detalla cada una de las fases del proceso de investigación.

El Capítulo IV expone los resultados obtenidos. En primer lugar, se presentan los hallazgos del análisis cuantitativo que muestran diferencias significativas en el grupo experimental tras la intervención. Posteriormente, se analizan las percepciones del grupo focal que permiten comprender las experiencias subjetivas de los estudiantes. Finalmente, se triangulan ambos enfoques, lo que permite robustecer los hallazgos y comprobar parcialmente la hipótesis de investigación.

El Capítulo V incluye la discusión de los resultados, las conclusiones generales del estudio, la revisión de la hipótesis y objetivos, así como sugerencias para futuras investigaciones. Se reflexiona sobre el impacto educativo de la estrategia implementada, la relevancia del enfoque STEM en contextos escolares públicos y su potencial para motivar cambios estructurales en las prácticas pedagógicas y en las políticas educativas.

1. Planteamiento del problema

1.1. Antecedentes

1.1.1. Contexto global de la educación STEM

En la cúspide de la revolución digital y el surgimiento de la era de la inteligencia artificial, el papel de los profesionales formados en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) se ha vuelto esencial. La convergencia entre la innovación tecnológica, la globalización acelerada y los cambios demográficos está transformando el panorama laboral con una rapidez sin precedentes, imponiendo grandes desafíos a los sistemas educativos, que no siempre avanzan al mismo ritmo.

La reciente crisis sanitaria global demostró el papel protagónico de la ciencia y la tecnología frente a los grandes desafíos de la humanidad. El desarrollo acelerado de vacunas, fruto del trabajo colaborativo de la comunidad científica internacional, puso de manifiesto la relevancia de invertir en innovación y talento científico desde las primeras etapas formativas.

Este contexto se ha reforzado el reconocimiento por parte de las Naciones Unidas de que la ciencia, la tecnología y la innovación —incluidas las tecnologías ecológicamente racionales y las tecnologías de la información y la comunicación— son fundamentales para alcanzar el desarrollo sostenible, y constituyen uno de los principales medios para la implementación de acuerdos internacionales como la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2021).

Hoy en día, la competitividad de cualquier sociedad depende directamente de su capacidad para generar conocimiento y convertirlo rápidamente en soluciones a los problemas que enfrenta. Schwab (2024) advierte que, en la transición hacia la llamada Era Inteligente —marcada por la integración de tecnologías como la inteligencia artificial—, se abre una oportunidad sin precedentes para el progreso. Sin embargo, esta transformación también puede agravar desigualdades si no se acompaña de una educación digital inclusiva. Por ello, se vuelve indispensable invertir en programas educativos que doten a la ciudadanía de conocimientos y habilidades para un uso seguro, responsable y productivo de las tecnologías emergentes. Ante estas exigencias, la educación tiene la responsabilidad de preparar a las

nuevas generaciones para integrarse a esta realidad. La creación de modelos educativos innovadores, apoyados en metodologías activas y en el uso estratégico de la tecnología, se vuelve fundamental para formar ciudadanos capaces de responder a los retos del siglo XXI.

1.1.2. Estados Unidos de Norteamérica como líder de la educación STEM

Fue precisamente en respuesta a estos desafíos que, en los años noventa, en Estados Unidos se acuñó el término STEM. Su origen se atribuye a la Dra. Judith A. Ramaley, entonces directora de la División de Educación y Recursos Humanos de la National Science Foundation. La preocupación por los bajos resultados del país en la prueba PISA 2009 aceleró la necesidad de adoptar políticas educativas centradas en estas áreas. Como resultado, en 2015 se promulgó la ley Every Student Succeeds Act (ESSA), que garantizó la continuidad de las iniciativas STEM más allá de los cambios de administración (Espinosa, 2018).

Desde la administración de Barack Obama (2009–2017) se ha reconocido la urgencia de atender el déficit de graduados en áreas STEM, lo que dio lugar al impulso de políticas educativas enfocadas en ampliar la participación estudiantil en estas disciplinas. Posteriormente, durante el mandato de Donald Trump (2017–2021), se implementó un plan nacional de cinco años para llevar la educación STEM a todos los ciudadanos. Esta línea de acción continúa con el presidente Joe Biden, quien promueve la iniciativa Raise the Bar: STEM Excellence for All Students, destacando el programa YOU Belong in STEM (U.S. Department of Education, 2023).

Estados Unidos, como país pionero en la conceptualización e implementación del enfoque STEM, ha desempeñado un papel central en su desarrollo y consolidación. Gracias a avances en investigación, políticas públicas y programas educativos, se ha posicionado como referente mundial en esta materia. En consecuencia, los sistemas educativos internacionales priorizan el desarrollo de habilidades STEM en estudiantes, preparándolos para un entorno laboral cada vez más tecnificado y competitivo (Kayan-Fadlelmula et al., 2022).

1.1.3. Experiencias internacionales de implementación STEM

La implementación de la educación STEM a nivel mundial ha sido impulsada por la necesidad de preparar a las nuevas generaciones para afrontar los retos de un mundo

interconectado, tecnológico y en constante cambio. Las iniciativas desarrolladas en distintos continentes no solo buscan mejorar el acceso a conocimientos científicos y tecnológicos, sino también fomentar actitudes positivas y vocaciones tempranas hacia carreras STEM, especialmente desde la educación básica. A continuación, se presentan algunas experiencias relevantes agrupadas por región y enfoque estratégico.

En Europa, la educación STEM se ha promovido principalmente a través de programas enfocados en la capacitación docente y el diseño de materiales didácticos adaptables a distintos contextos. Un ejemplo destacado es la fundación Siemens Stiftung, que impulsa el programa Experimento, cuyo objetivo es llevar la educación STEM a escala global mediante el desarrollo de materiales prácticos de enseñanza y aprendizaje en ciencia y tecnología, adaptables a los requerimientos específicos de cada país. Un eje clave de esta iniciativa es la formación de docentes, entendida como pilar fundamental para lograr una implementación efectiva del enfoque STEM en las aulas (Siemens Stiftung, 2024).

En África, el Centro de Educación en Matemáticas, Ciencia y Tecnología ha liderado acciones para garantizar una educación STEM de calidad a través de la capacitación de docentes. Este organismo establece pautas comunes para todo el continente, integrando criterios de equidad, género y sostenibilidad en sus lineamientos curriculares, con el objetivo de formar estudiantes capaces de desenvolverse en entornos STEM inclusivos y pertinentes (Kagia, 2023).

Por su parte, en Asia, la iniciativa Sirindhorn Science Home en Tailandia ofrece un modelo integral que combina capacitación docente, desarrollo curricular y actividades prácticas, incluyendo un campamento STEM. Su misión es dotar a niños y jóvenes de tres cualidades fundamentales: inspiración, motivación y creatividad, lo cual consideran esencial para consolidar un futuro con mayor vinculación vocacional hacia las disciplinas STEM (National Science and Technology Development Agency, 2024).

En Australia, el gobierno ha financiado una serie de programas nacionales orientados al fortalecimiento de la educación STEM desde niveles iniciales. Primary Connections ofrece recursos curriculares de alta calidad, mientras que Pequeños Científicos capacita a docentes de educación básica en prácticas experimentales de laboratorio, brindando los materiales

necesarios para que los estudiantes puedan desarrollar proyectos de ciencia y tecnología. Ambas iniciativas promueven el aprendizaje activo y el desarrollo temprano de habilidades científicas y tecnológicas (Australian Academy of Science, 2024).

En Estados Unidos, el Smithsonian Science Education Center trabaja por transformar la educación STEM desde el nivel preescolar hasta K-12, con un enfoque en equidad, inclusión y desarrollo sostenible. La institución ha desarrollado guías de investigación comunitaria abiertas al público, que permiten a los estudiantes implementar acciones sostenibles vinculadas con su entorno. Estas herramientas fomentan la participación activa de los jóvenes y fortalecen su sentido de pertenencia y compromiso con las ciencias, la tecnología y la innovación (Smithsonian Science Education Center, 2024).

Como se observa, las estrategias internacionales para implementar la educación STEM comparten elementos clave como la formación docente, el desarrollo de recursos pedagógicos accesibles, y el énfasis en actitudes, creatividad y sostenibilidad. Estas experiencias ofrecen modelos replicables que pueden ser adaptados a distintos contextos, y demuestran que el fomento de vocaciones STEM desde edades tempranas requiere tanto políticas públicas sostenidas como entornos escolares estimulantes y colaborativos.

1.1.4. Iniciativas nacionales y regionales en México

Territorios STEM Fundación Siemens (Sur América) es un conjunto de iniciativas colectivas cuya meta es impulsar la educación STEM. Esta red busca la colaboración activa de gobiernos, instituciones educativas, empresas y sociedad civil para el desarrollo e intercambio de información, especialmente de intervenciones en educación STEM que propicien el desarrollo social y sostenible a todo nivel (Wahl, 2023).

México cuenta con 6 estados miembros de esta red: Estado de México, Nuevo León, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. La institución educativa que forma parte de la red es el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey el cual fue sede del pasado II Encuentro Red STEM Latinoamérica en enero del 2023. En este encuentro 63 instituciones de 12 países firmaron la Declaración de Monterrey:

Como RED de Educación STEM Latinoamérica nuestro propósito es incidir en la

formación de ciudadanía comprometida, responsable y empática que participe activamente en la construcción de comunidades y territorios sostenibles. Lo hacemos inspirando y promoviendo la educación STEM como un enfoque innovador de educación integral (Wahl, 2023, p. 11).

La educación básica en México no permanece inmune a este nuevo enfoque, y si bien no la tiene contemplada en los programas de estudio formales, se trabaja en cooperación con otras organizaciones. En los últimos años, la Secretaría de Educación Pública (SEP) ha firmado acuerdos con diversas organizaciones como Fundación LEGO, RobotiX y el Tecnológico de Monterrey con el propósito de impulsar la educación STEM desde los primeros niveles escolares. Estas alianzas buscan fomentar el aprendizaje activo y el interés de niñas y niños por las disciplinas científicas y tecnológicas mediante estrategias como el juego, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la inclusión de recursos digitales innovadores. En esa misma línea, la Secretaría de Economía, en colaboración con la SEP, ONU Mujeres, Siemens México y Movimiento STEM, lanzó la iniciativa Modo STEM Mx, orientada a promover la participación de adolescentes y jóvenes mujeres en carreras STEM a través de mentorías, orientación vocacional, eventos virtuales y modelos inspiradores de liderazgo femenino en estas áreas (Secretaría de Economía, 2022).

En México, diversas iniciativas buscan impulsar la educación STEM como estrategia clave para formar talento acorde a las demandas del siglo XXI. Desde el sector privado, en 2018 surge la Alianza para la Promoción de STEM (AP STEM), cuyo objetivo es generar sinergias entre actores sociales para mejorar la calidad de la educación STEM en contextos formales, no formales e informales, incrementando el interés estudiantil y la vocación hacia estas áreas (AP STEM, 2019).

A nivel estatal, la Secretaría de Educación de Nuevo León ha integrado la metodología STEM en 905 escuelas de jornada ampliada y tiempo completo, donde los planteles pueden optar por programas como robótica o computación. La titular de la dependencia, Sofía Leticia Morales, destaca la intención de implementar STEM desde preescolar hasta universidad, con enfoque en la igualdad de género (Gutiérrez, 2023).

Desde la academia, el Tecnológico de Monterrey impulsa la educación STEM con enfoque interdisciplinario y social mediante el grupo de investigación SOI-STEM. Este grupo promueve actividades con estudiantes de educación básica para fomentar el capital científico y el interés por carreras STEM (Institute for the Future of Education, 2024). De forma similar, la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de su Dirección del Sistema de Estudios del Nivel Medio Superior, capacitó en 2023 a 279 docentes de preparatoria mediante el curso “STEM en el nivel medio superior” para facilitar la aplicación de esta metodología en nuevos materiales educativos, promoviendo el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades para enfrentar los retos actuales (Vida Universitaria, UANL, 2023).

En resumen, si bien México ha logrado avances en educación STEM, persisten retos significativos, sobre todo en garantizar acceso equitativo y fomentar actitudes positivas hacia estas disciplinas desde edades tempranas. Para asegurar el desarrollo económico y social del país en un entorno cada vez más digital, es fundamental fortalecer las estrategias existentes e incentivar el interés genuino de niños y jóvenes por las carreras STEM.

1.1.5. Estado de la investigación en educación STEM y metodologías asociadas

Diversas investigaciones científicas han analizado cómo fomentar actitudes positivas hacia las carreras STEM en estudiantes de educación básica, destacando el impacto del contacto temprano con actividades STEM para despertar la curiosidad y mejorar su percepción sobre estas disciplinas. Metodologías como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la robótica educativa han mostrado ser altamente efectivas al aplicar el conocimiento a problemas reales mediante experiencias prácticas y colaborativas, incrementando el interés por seguir carreras relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Parrales et al. (2022) señalan que la producción científica sobre educación STEM comenzó en 2009 y ha cobrado fuerza en 2021 y 2022, con énfasis en integrar esta educación a los programas académicos existentes ante el bajo interés de los estudiantes por carreras de ingeniería e informática. Fàbregues et al. (2023), en una revisión sistemática, identificaron 34 estudios orientados a incrementar el interés en STEM, lo cual demuestra el creciente interés por esta problemática en la última década. Dare et al. (2021) afirman que en EE. UU. ha aumentado la integración de STEM en primaria y secundaria, buscando preparar a los

estudiantes para las demandas actuales y futuras de la sociedad.

Para Chilikinga et al. (2024) la educación STEM es esencial para desarrollar habilidades clave del siglo XXI, como la resolución de problemas, que no solo es valorada en el ámbito laboral y fundamental para la innovación, sino que también motiva a los estudiantes a interesarse por carreras en estas áreas. Por otro lado, distintos autores han identificado en sus investigaciones un desconocimiento generalizado entre los estudiantes de educación básica sobre las profesiones STEM, así como la presencia de estereotipos que, desde edades tempranas, influyen en su distanciamiento respecto a estas áreas (Merayo y Ayuso, 2022; Hernández-Pérez et al., 2024) . A esto se suma la falta de modelos o referentes cercanos, así como la baja visibilidad de los profesionales que se desempeñan en el ámbito STEM, lo cual limita aún más la construcción de aspiraciones en torno a estas disciplinas (Ayuso y Merayo, 2025).

De igual manera, la robótica educativa ha demostrado ser una herramienta eficaz para fomentar vocaciones STEM. Ferrada (2022) evaluó una propuesta didáctica basada en programación de robots y sostenibilidad, encontrando mejoras en motivación, creatividad y actitudes hacia ciencias y matemáticas. Por su parte, Brender et al. (2021) encontraron que los estudiantes que participaron en actividades que involucraban la robótica educativa en clases de matemáticas las consideraron significativamente más interesantes que las clases tradicionales. A su vez, Ross et al. (2017) en una actividad con estudiantes, documentaron un aumento del interés en ingeniería y campos STEM tras construir un dispositivo robótico.

Vásquez et al. (2023) llevaron a cabo un estudio con niñas en un taller de robótica basado en ABP, mostrando un incremento significativo en habilidades STEM. Quiroga et al. (2020) argumentan que la implementación de robótica en la educación inicial puede generar cambios reales desde edades tempranas, fomentando el aprendizaje colaborativo y el interés por estas áreas.

A pesar de estas evidencias, en México persisten desafíos. Aunque existen asociaciones que promueven la educación STEM, su implementación en las aulas enfrenta barreras como la falta de metodologías claras, capacitación docente y recursos adecuados (Arteaga-Marín et al., 2022; Asunción, 2019). Muchos docentes recurren a kits comerciales

por su facilidad de uso, pero su alto costo y limitaciones técnicas pueden restringir la creatividad de los estudiantes (Redondo, 2024; Yuldashevna y Khurana, 2024). Ferrada et al. (2020), en una revisión sistemática, identificaron que la mayoría de los materiales utilizados (Lego, Arduino, Bee Bot) no son desarrollados por los instructores, lo que representa una limitación, pero también una oportunidad para explorar alternativas locales como la propuesta en esta investigación.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se ha posicionado como una metodología clave en la implementación de la educación STEM en el nivel básico, al permitir a los estudiantes aprender de forma activa y significativa mediante la resolución de problemas reales. Esta estrategia favorece la conexión entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con situaciones cotidianas, promoviendo el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo. Su aplicación desde edades tempranas facilita que los estudiantes desarrollen un sentido de pertenencia hacia estas disciplinas, lo que contribuye a fortalecer su interés por carreras STEM.

Arteaga et al. (2022), en una revisión sistemática, identificaron al ABP como la metodología activa más utilizada en los estudios sobre enseñanza STEM en educación básica. Del mismo modo, Pantoja et al. (2020) destacaron su efectividad dentro del programa “Bases de Ingeniería” al reducir la percepción de dificultad hacia las carreras STEM y aumentar la intención de los estudiantes de elegir las en el futuro. Diego-Mantecón et al. (2021), en un estudio internacional con estudiantes de secundaria, demostraron que los proyectos STEM con enfoque ABP, bajo el formato KIKS (Kids Inspire Kids for STEAM), favorecieron el desarrollo de competencias clave en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, especialmente gracias a la participación sostenida durante dos años.

A pesar de estos avances, la educación STEM continúa siendo un campo en desarrollo. Persiste un desconocimiento generalizado sobre su implementación y una comprensión limitada del diseño instruccional adecuado, lo cual representa un reto tanto para la investigación como para su aplicación efectiva en el aula (Halawa et al., 2024; Kayan-Fadlelmula et al., 2022; Li et al., 2022; Li y Xiao, 2022; Portillo-Blanco et al., 2024).

1.1.6. Consideraciones finales

Los antecedentes revisados destacan el potencial del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la robótica educativa como metodologías clave para promover la educación STEM en estudiantes de nivel básico. Estas estrategias no solo facilitan la comprensión de conceptos complejos, sino que también fomentan el aprendizaje activo, colaborativo y significativo, desarrollando habilidades clave, actitudes positivas e incrementando el interés por las disciplinas STEM. Si bien en México se han dado pasos importantes, como lo demuestra la inclusión de programas STEM en escuelas de jornada ampliada en el estado de Nuevo León, aún persiste una limitada implementación sistemática y escasa evidencia sobre su impacto. Esta situación pone de manifiesto la urgencia de invertir en investigación y diseñar iniciativas efectivas desde la educación básica, especialmente en un mundo cada vez más orientado hacia la tecnología y la digitalización. A la luz de estos antecedentes, se expone a continuación la problemática que da origen a esta investigación.

1.2. Definición del problema

La educación STEM se ha posicionado como un elemento clave en el panorama educativo global en este siglo XXI. Las profesiones relacionadas con STEM son un elemento clave en los planes y estrategias para impulsar la competitividad y la innovación en el ámbito económico global; a su vez se consideran fundamentales para el desarrollo humano ya que tienen el poder de generar beneficios económicos y sociales. Sin embargo, una gran cantidad de países enfrentan la problemática de tener un bajo número de profesionales graduados en estas áreas.

En China, el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha sido considerado un eje estratégico desde la apertura económica de 1978, cuando el gobierno identificó estos campos como elementos clave para acelerar la modernización y el crecimiento económico (Meng et al., 2022). Esta visión ha evolucionado hacia una apuesta decidida por la educación STEM como motor de innovación, productividad y competitividad global. Como parte de esta estrategia, el Ministerio de Educación chino estableció el Comité Nacional de Expertos en Educación Científica para Escuelas Primarias y Secundarias, con el propósito de fortalecer la enseñanza de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas desde la educación

básica. Este comité tiene como misión fomentar vocaciones científicas tempranas, orientar las reformas educativas en torno a STEM y contribuir a la formación de una fuerza laboral calificada capaz de sostener el liderazgo tecnológico del país.

En Alemania, el MINT-Frühjahrsreport 2024 (Informe de Primavera sobre MINT 2024) señala una escasez estructural de profesionales en áreas STEM (MINT: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik; es decir, Matemáticas, Informática, Ciencias Naturales y Tecnología), que ya limita el crecimiento y la innovación. Para enfrentar esta problemática, se impulsó la iniciativa nacional “¡MINT Zukunft schaffen!” (Crear un futuro MINT/STEM), cuyo objetivo es despertar vocaciones desde la educación básica mediante la integración temprana de contenidos STEM, asegurando así la competitividad económica y el bienestar social a futuro (Anger et al., 2024).

De igual forma España enfrenta la falta de talento STEM, según García y Hijón (2022) la necesidad de una formación constante por parte de la sociedad para afrontar los desafíos que implican los rápidos cambios ocurridos en los ámbitos social, cultural, tecnológico, científico, laboral y económico en las últimas décadas hace que la demanda de profesionales STEM no para de crecer, sin embargo, no se observa un incremento proporcional en el número de personas interesadas en prepararse y desempeñarse en estos roles. Agregan que para que España pueda satisfacer la demanda laboral de profesionales STEM en el futuro es fundamental el atraer a los estudiantes hacia estos campos para que el crecimiento económico del país no se vea limitado por la falta de ellos.

En el mismo orden de ideas García y Hijón (2022) plantean que en la Unión Europea en el futuro cercano crecerá la brecha entre la demanda y la oferta de graduados de las carreras STEM. Esta situación se agravará en un futuro ya que la vocación de los jóvenes hacia las carreras STEM es cada vez menor. Lo anterior representa una dificultad para los países de la Unión Europea ya que los futuros graduados de las carreras STEM representan la base del desarrollo tanto económico, industrial y tecnológico como el social.

Por otro lado, Estados Unidos desde inicios de siglo ha tenido en cuenta el bajo número de profesionales en las áreas STEM. Por lo tanto, ha marcado como prioridad educativa nacional el fomentar el interés de los estudiantes hacia las áreas STEM. Sus gobernantes están conscientes de la importancia de formar generaciones sucesivas de

profesionales STEM para asegurar la competitividad e innovación dentro del mercado moderno (Xia et al., 2024).

A nivel mundial y desde fines del siglo pasado se ha observado una constante e importante disminución en la vocación científica de la sociedad, esto se ve reflejado en la sistemática reducción en el número de estudiantes que se deciden a cursar una carrera profesional relacionada con la ciencia y la tecnología. La desmotivación que presentan los estudiantes a la hora de seleccionar una profesión relacionada con estas áreas no se define por una sola causa, su origen es complejo y se alimenta de varios factores.

En su estudio Grimalt-Álvaro y Couso (2022) encontró que las estudiantes del sexo femenino tanto en primaria como en secundaria tienen intereses diferentes a las STEM, en parte debido a la incapacidad de los profesores para hacer que las ciencias sean accesibles y estén alineadas con la contribución a la sociedad; motivar la diversidad en STEM implica asegurar la existencia de ejemplos, modelos y mentores que puedan inspirar a mentes talentosas y exhibir lo que es alcanzable a lo largo de la historia, una gran cantidad de estudiantes en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas han perdido la motivación en el camino debido a la autopercepción de que no ajustan en el prototipo establecido por la sociedad de lo que es un profesional STEM.

Con lo que respecta a México, según un informe del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2024) en el país hace falta y no se está formando el talento que se necesita para el crecimiento económico y la competitividad. Los jóvenes mexicanos siguen estudiando las mismas carreras que hace 10 años, sin optar por las nuevas tendencias que demanda el mercado laboral. En el informe se plantea el desarrollo de estrategias que aumente la matrícula en las áreas relacionadas con STEM.

En la Encuesta de Escasez de Talento de Manpower Group 2024 (2023) se encontró que en promedio el 68% de los empleadores mexicanos expresan tener dificultades para cubrir las vacantes laborales y que las más difíciles de cubrir son las relacionadas con las áreas STEM. El futuro de México depende de su capacidad para formar profesionales en las áreas STEM que sean capaces de detonar la productividad y competitividad que el país necesita (Alianza para la Promoción de STEM, 2019).

Por su parte el gobierno de México inicia con el reconocimiento de la falta y la importancia de formar el talento STEM y lo marca como una estrategia clave para el desarrollo económico, ya que promueve la innovación y la transferencia de tecnología impulsando la competitividad del país en sectores clave (Secretaría de Economía, 2024).

La educación básica en México presenta diversas problemáticas que obstaculizan el desarrollo de habilidades y actitudes hacia las áreas STEM. Con el paso de los ciclos escolares estas dificultades van limitando el desempeño e interés de los estudiantes en materias fundamentales como lo son matemáticas y ciencias, lo que en un futuro los alejará de las carreras STEM. A continuación, se describen algunas de las problemáticas presentes en la educación básica en México las cuales propician las malas actitudes de los estudiantes y por consecuencia el bajo interés hacia las profesiones STEM:

Los estudiantes mexicanos cuentan con un bajo desempeño en matemáticas y ciencias en comparación con los de otros países, así lo demuestra los resultados en la prueba internacional PISA (2022) (Programa para la evaluación internacional de los estudiantes). Conforme avanzan en su educación básica esta problemática se acentúa y un gran número de estudiantes no cuentan con un dominio adecuado en matemáticas y ciencias que les permita llegar a la educación superior y los que logran llegar se inclinan por profesiones no relacionadas con STEM.

La forma en que se enseña ciencias y matemáticas en la educación básica en México sigue apegado a las formas tradicionales, manteniendo la memorización y mecanización en la solución de problemas. El no propiciar el pensamiento crítico, la experimentación y la resolución de problemas reales priva a los estudiantes de observar el valor práctico del conocimiento perdiéndose el interés en las profesiones STEM.

La población mundial estimada para 2024 fue de 8,200 millones y se proyecta que en 2050 lleguemos a 9,700 millones. Además, la población del planeta está envejeciendo debido al aumento en la esperanza de vida y la disminución en la tasa de natalidad. Los distintos pueblos del mundo sufrirán cambios en su composición, número de miembros y distribución. Estos cambios afectarán sustancialmente los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que han sido propuestos como metas colectivas mundiales para mejorar la prosperidad económica y el bienestar social al tiempo que se protege al medio ambiente. Con estas proyecciones de

crecimiento se puede concluir que los retos y problemas asociados a esto serán muchos y de distinta índole (United Nations, 2024).

La economía de cualquier país, incluyendo a México está directamente relacionada con la productividad y la innovación, y estas a su vez dependen, en gran medida, de individuos con los conocimientos y habilidades requeridos para insertarse con éxito a los mercados internacionales cada vez más demandantes, con un elevado flujo de información y con altos niveles de complejidad tecnológica. Es crucial que desde temprana edad y durante toda su vida, tanto hombres como mujeres reciban una educación adecuada que les brinde igualdad de oportunidades en el involucramiento y desarrollo de habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (APSTEM, 2019).

Por tradición la escuela y la educación que se imparte en sus salones de clase juega un papel importante como la principal formadora de las nuevas generaciones. Los desafíos que confrontamos demandan la preparación de profesionales que posean los conocimientos y las habilidades requeridas para abordarlos. El objetivo principal de las políticas y los programas educativos establecidos por una nación es el de desarrollar en sus estudiantes las habilidades para interpretar, procesar y usar el conocimiento.

La OCDE (2025) reporta que en los países de América Latina el género influye de manera temprana en las decisiones sobre el futuro profesional; solo el 14% de las niñas espera desempeñarse laboralmente en actividades STEM en comparación con el 26% de los niños. Esta diferencia en las expectativas se mantiene en la vida adulta, ya que únicamente tres de cada diez personas de entre 30 y 40 años que trabajan en ocupaciones STEM son mujeres. Las niñas tienden a mostrar menor confianza en su desempeño en matemáticas y ciencia. Un ejemplo de ello es que únicamente el 27 % de ellas manifestó sentirse segura en matemáticas, frente al 45 % de los niños.

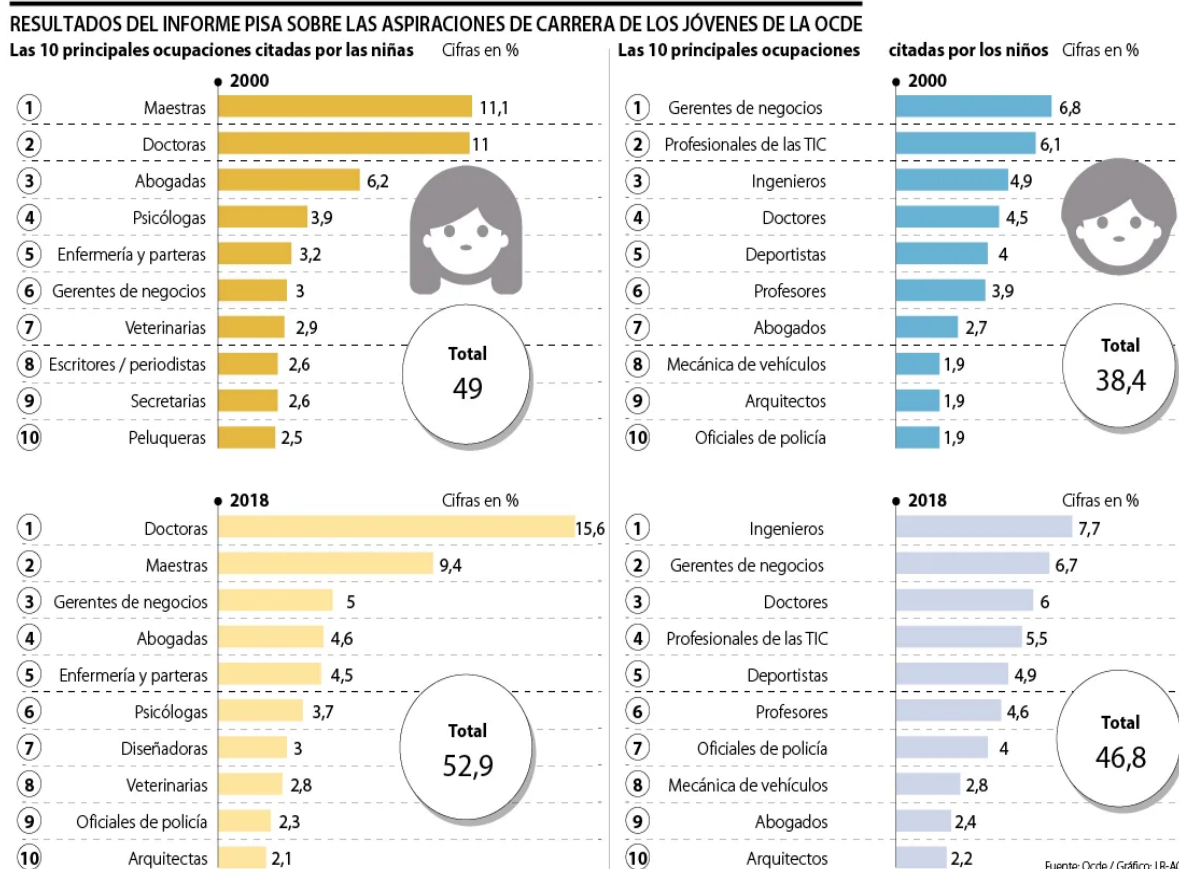
México forma parte del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) el cual es llevado a cabo por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Estas evaluaciones miden el desempeño de estudiantes de 15 años en áreas temáticas fundamentales como ciencias, matemáticas y lectura (OECD, 2023).

Los resultados alcanzados por los estudiantes mexicanos en las pruebas PISA revelan una desventaja competitiva en comparación con sus contrapartes de otros países miembros de la OCDE. Este organismo informó que: “en PISA 2022, los estudiantes mexicanos obtuvieron un puntaje más bajo que el promedio OCDE en lectura, matemáticas y ciencias; y sus resultados fueron más bajos que en PISA 2018. En México, casi ningún estudiante logró un alto rendimiento en ciencias o matemáticas, y solo el 1% de los estudiantes obtuvo un desempeño en los niveles de competencia más altos (nivel 5 o 6) en lectura (OECD, 2023).

Los bajos resultados de los estudiantes mexicanos tanto en matemáticas como en ciencias pueden explicar el por qué desde edades tempranas comienzan a orientar su vocación hacia áreas diferentes a las STEM. Numerosos estudios sostienen que los estudiantes comienzan a perder su interés en las ciencias exactas durante los últimos años de la educación básica y al llegar a la preparatoria comienzan a inclinarse hacia elegir una especialidad relacionada con las ciencias sociales y humanidades en lugar de las ciencias experimentales e ingeniería (Valero-Matas y Coca, 2021).

En un artículo publicado por el diario colombiano La República se confirma que, según información proporcionada por la OCDE, actualmente los jóvenes siguen eligiendo las carreras tradicionales que los jóvenes de hace 18 años elegían. En la figura 1.1 se concentran los datos y se hace un comparativo entre las respuestas del año 2000 y 2018; las respuestas a su vez están separadas por género (Vargas, 2020).

De acuerdo con este estudio, en las profesiones por las cuales se deciden las niñas, el primer lugar lo ocupa medicina con un 15.6%, seguido de la docencia con un 9.4%, las empresarias alcanzan un 5%. Con respecto a los niños, su primera opción de carrera fue la ingeniería con un 7.7%, los empresarios alcanzan un 6.7%, seguidos de los profesionales de las TIC con un 6%.

Figura 1.1*Aspiraciones de carrera de los jóvenes de la*

Fuente: Imagen obtenida de sitio web del periódico colombiano La Reforma (Vargas, 2020).

Esta situación contribuye a la percepción de que las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) son complejas y difíciles, lo que provoca que los estudiantes orienten sus aspiraciones profesionales hacia otros campos, disminuyendo así el interés y la formación de vocaciones en áreas STEM.

La creciente demanda de profesionales en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) contrasta con el bajo número de estudiantes que muestran interés en estas carreras, lo cual representa un desafío crítico para el desarrollo económico y tecnológico. Este desinterés, a menudo arraigado desde edades tempranas, se debe a factores como la percepción de dificultad de las disciplinas STEM, la falta de modelos a seguir, y la escasa promoción de actitudes positivas hacia estas áreas. Para enfrentar este problema, es fundamental trabajar en la educación básica, generando experiencias de aprendizaje que despierten curiosidad y una

actitud favorable hacia STEM. Mediante enfoques activos y atractivos, como el Aprendizaje Basado en Proyectos y la integración de herramientas tecnológicas como la robótica educativa, los estudiantes pueden desarrollar un sentido de pertenencia y ver a STEM como una opción interesante y alcanzable. Así, fomentar una base sólida de actitudes positivas en la educación básica resulta clave para incrementar el número de estudiantes que se animen a explorar y elegir estas disciplinas en su futuro académico y profesional.

1.3. Justificación

La investigación en educación no se limita a ser contemplativa o descriptiva, sino que asume un carácter propositivo y orientado a la transformación social (Naidorf y Cuschnir, 2024). El trabajo científico, en consecuencia, nace de la necesidad de resolver una problemática concreta. En este caso, la preocupación por la escasa participación de estudiantes de educación básica en experiencias formativas relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas ha motivado la presente investigación. Esta situación limita la posibilidad de desarrollar actitudes positivas hacia dichas disciplinas y, por ende, de fomentar el interés por carreras relacionadas con ellas (Popper, 2023).

El contexto nacional refuerza la urgencia de atender esta problemática. La prueba PISA 2022 aplicada por la OCDE evidenció que el 66% de los estudiantes mexicanos de 15 años obtuvo resultados insuficientes en matemáticas, el 51% en ciencias y el 47% en lectura (OCDE, 2023). A esto se suma el prolongado cierre de escuelas por la pandemia, lo que ha amplificado la desigualdad educativa en el país. México fue uno de los países con el cierre escolar más prolongado entre los miembros de la OCDE, lo que probablemente agravó las desigualdades preexistentes en su sistema educativo (OECD, 2022).

Paralelamente, la demanda internacional de profesionistas en STEM crece de forma acelerada. Según el Informe sobre el Futuro del Empleo 2024 del Foro Económico Mundial, se estima que en los próximos cinco años surgirán 170 millones de nuevos empleos, mientras que aproximadamente 92 millones desaparecerán, como resultado de los avances tecnológicos, la transición verde y los cambios económicos y demográficos. Entre los empleos con mayor crecimiento se encuentran aquellos vinculados con la inteligencia artificial, el análisis de datos, el aprendizaje automático y la tecnología financiera; además se ha destacado la

adopción de las herramientas tecnológicas, la inteligencia artificial y la robótica (World Economic Forum, 2025).

Esta transformación acelerada del mercado laboral refuerza la urgencia de interesar a las nuevas generaciones por las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas desde la educación básica, mediante propuestas educativas innovadoras que promuevan actitudes positivas y vocaciones hacia estas áreas clave para el futuro. Además, estudiar una carrera vinculada con STEM conlleva ventajas tangibles: no solo se asocian con tasas de desempleo significativamente más bajas y remuneraciones más elevadas, sino que también aportan mayor prestigio social en comparación con otros campos laborales (García y Hijón, 2022; National Science Board, 2021).

Diversos medios de comunicación y expertos han señalado reiteradamente la urgencia de implementar la educación STEM desde etapas tempranas, subrayando tanto el déficit de profesionales en estas áreas como el papel crucial de las instituciones educativas para revertir esta tendencia. En el contexto mexicano, Márquez (2024) alerta sobre la escasez de hasta 20,000 ingenieros por año, lo cual podría derivar en una crisis futura si no se incentiva desde la primaria y secundaria el interés por las ciencias y las matemáticas. En la misma línea, Hernández (2022) enfatiza la importancia de despertar vocaciones en ingeniería desde los niveles básicos, mientras que García (2023) insiste en que el país cuenta con un gran capital humano joven que debe ser motivado hacia estas áreas para hacer frente a los retos actuales.

De forma complementaria, otros autores apuntan al papel estratégico que la educación STEM desempeña en la transformación económica y tecnológica de las sociedades. Olea (2024) destaca que la demanda de profesionales STEM es crucial para concretar proyectos nacionales estratégicos como el Plan Sonora o la refinería de Dos Bocas, mientras que Cardona (2022) subraya la necesidad de una colaboración entre el sector público y privado para que la filosofía STEM se incorpore desde la educación básica y oriente a los estudiantes hacia estas carreras.

Desde una perspectiva internacional, se observa una preocupación compartida sobre la falta de especialistas en STEM y la necesidad de mejorar la preparación desde edades tempranas. En Estados Unidos, Ruiz (2022) menciona los esfuerzos de organizaciones como The Education Trust para elevar los resultados educativos desde primaria, mientras que Study

in the USA (2021) estima que en un futuro próximo se requerirá un millón más de expertos en STEM. Cabrera (2024) también evidencia esta problemática en Europa, indicando que, pese a una matriculación del 25% en carreras STEM, el abandono escolar deja vacías muchas plazas, lo que limita la competitividad del sector tecnológico.

Además, varios autores coinciden en señalar que la educación STEM no solo responde a necesidades laborales, sino que también permite el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de resolver problemas. Barrios (2021) sostiene que implementar STEM desde preescolar hasta secundaria forma adultos innovadores con estas habilidades, mientras que la Revista Hola Madrid (2021) enfatiza que la rápida evolución tecnológica exige nuevos perfiles y que la educación STEM puede preparar mejor a los estudiantes para resolver problemas reales.

En conjunto, estos reportes muestran que la preocupación por la baja participación en carreras STEM no es exclusiva del ámbito educativo, sino que ha permeado a los sectores económico, político y mediático. Los medios de comunicación, al visibilizar estas problemáticas, juegan un rol clave en generar conciencia pública sobre la necesidad de transformar los sistemas educativos para preparar a las futuras generaciones en un mundo guiado por la tecnología y la innovación.

En México, a pesar de discursos oficiales y alianzas con entidades privadas, no existe una integración formal de la educación STEM en los planes de estudio de la educación básica. La robótica educativa ha sido utilizada en proyectos aislados, pero enfrenta limitaciones estructurales: falta de formación docente, escasez de materiales y altos costos de implementación. Estas condiciones dificultan su adopción en contextos públicos, especialmente en comunidades con menor acceso a recursos.

A partir de su experiencia profesional, la autora identificó que los docentes de secundaria muestran interés por implementar actividades vinculadas con STEM, pero carecen de herramientas didácticas y materiales accesibles. Esta investigación responde a esa necesidad concreta mediante el diseño e implementación de un taller de robótica educativa de bajo costo, enmarcado en el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), con el objetivo de fomentar actitudes positivas hacia STEM y el interés en carreras afines.

Este estudio busca también contribuir a la literatura científica mediante la aplicación del instrumento S-STEM en un nivel educativo poco explorado, como es la secundaria, generando evidencia sobre los efectos de estrategias concretas en el desarrollo de vocaciones. Además de su aporte académico, la investigación tiene una clara aplicación práctica: puede orientar a docentes interesados en innovar sus clases, servir como referencia para diseñar políticas educativas y fortalecer la equidad al brindar oportunidades de formación STEM a estudiantes de contextos diversos.

En síntesis, esta investigación se justifica plenamente en términos educativos, sociales y económicos. No solo contribuye al campo académico, sino que aspira a ser un referente para futuros proyectos, investigaciones y políticas públicas orientadas a lograr un cambio educativo con visión de futuro. Además, responde a los compromisos internacionales adquiridos por México, al contribuir indirectamente al cumplimiento de diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por la UNESCO.

Al formar desde edades tempranas a más jóvenes interesados en carreras STEM, se fortalece el camino para contar con futuros profesionistas capaces de proponer soluciones innovadoras en áreas estratégicas vinculadas con el ODS 4 (educación de calidad), ODS 5 (igualdad de género), ODS 6 (agua limpia y saneamiento), ODS 7 (energía asequible y no contaminante), ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico), ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles), ODS 12 (producción y consumo responsables), ODS 13 (acción por el clima), ODS 14 (vida submarina), así como el ODS 1 y el ODS 2 (fin de la pobreza y hambre cero). La educación STEM, en este sentido, se convierte en una herramienta clave para sentar las bases de una sociedad más justa, resiliente y sostenible.

1.4. Objetivos

Objetivo general

La presente tesis doctoral busca contribuir al fortalecimiento del conocimiento científico sobre la implementación de estrategias educativas centradas en la robótica en el nivel básico, con el propósito de propiciar un cambio positivo en las actitudes de los estudiantes hacia las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y, con ello, aumentar su interés hacia

carreras relacionadas.

Dado lo expuesto en los antecedentes, se reconoce que la implementación de estrategias basadas en robótica para fomentar vocaciones STEM ha sido objeto de diversos estudios; sin embargo, la evidencia empírica sigue siendo limitada para confirmar plenamente su efectividad.

En este contexto, el objetivo central de esta investigación es:

Evaluar el impacto que una estrategia educativa con enfoque STEM, centrada en la robótica, tendrá en las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como en el interés por las carreras STEM, en los estudiantes del grupo experimental.

Objetivos específicos

- Identificar las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) en los estudiantes del grupo experimental y del grupo control antes de la intervención educativa.
- Determinar el nivel de interés inicial en las carreras STEM de los estudiantes del grupo experimental y del grupo control antes de la intervención.
- Medir los cambios en las actitudes hacia las áreas STEM de ambos grupos después de la intervención educativa.
- Cuantificar las variaciones en el interés en las carreras STEM de los estudiantes del grupo experimental y del grupo control después de la intervención.
- Comparar la evolución de las actitudes y el interés por las carreras STEM entre el grupo experimental y el grupo control tras la implementación de la estrategia.
- Analizar las percepciones de los estudiantes del grupo experimental respecto a la intervención educativa, en relación con:
 - el disfrute de los contenidos,
 - las actividades y proyectos,
 - la manipulación de materiales y dispositivos robóticos,
 - la significatividad del aprendizaje y
 - las barreras percibidas en el proceso de educación STEM.

1.5. Preguntas de investigación

Pregunta principal:

¿Una estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica genera cambios positivos en las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como en el interés por las carreras STEM, en estudiantes de tercero de secundaria?

Preguntas derivadas:

1. ¿Cuál es el grado de actitud hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en los estudiantes del grupo experimental y del grupo control antes de la intervención educativa?
2. ¿Cuál es el nivel de interés por las carreras STEM en los estudiantes del grupo experimental y del grupo control antes de la intervención educativa?
3. ¿Qué cambios se observan en la actitud hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en los estudiantes del grupo experimental después de la intervención educativa, en comparación con los del grupo control?
4. ¿Qué cambios se observan en el interés por las carreras STEM en los estudiantes del grupo experimental después de la intervención educativa, en comparación con los del grupo control?
5. ¿El grupo experimental presenta, después de la intervención educativa, un cambio positivo en sus actitudes hacia las áreas STEM y un mayor interés por las carreras relacionadas, en comparación con el grupo control que no participó?
6. ¿Cuál es la percepción de los estudiantes del grupo experimental sobre la estrategia educativa aplicada, en relación con el disfrute de las actividades, la manipulación de materiales, la significatividad del aprendizaje y las barreras percibidas?

1.6. Hipótesis

Los estudiantes del grupo experimental, que participaron en la estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica, presentarán un incremento en sus actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como en su interés por las profesiones STEM, en comparación con el grupo control, que no participó en la intervención.

2. Marco teórico

En este capítulo desarrollaremos el sustento teórico para esta propuesta. El constructivismo es la teoría del aprendizaje en la que se fundamenta la intervención educativa. La Educación STEM servirá para determinar los contenidos educativos de la propuesta. Para la creación del ambiente de trabajo colaborativo se tomará de guía la metodología activa ABP, aprendizaje basado en proyectos. La Robótica Educativa será la herramienta que brinde los materiales que serán los objetos de estudio y manipulación con los cuales el estudiante construirá su proyecto. Todos estos elementos se integrarán en la implementación del Taller de robótica educativa con enfoque STEM el cual tiene como objetivo el desarrollar actitudes positivas e incrementar el interés de los estudiantes en las carreras relacionadas con STEM.

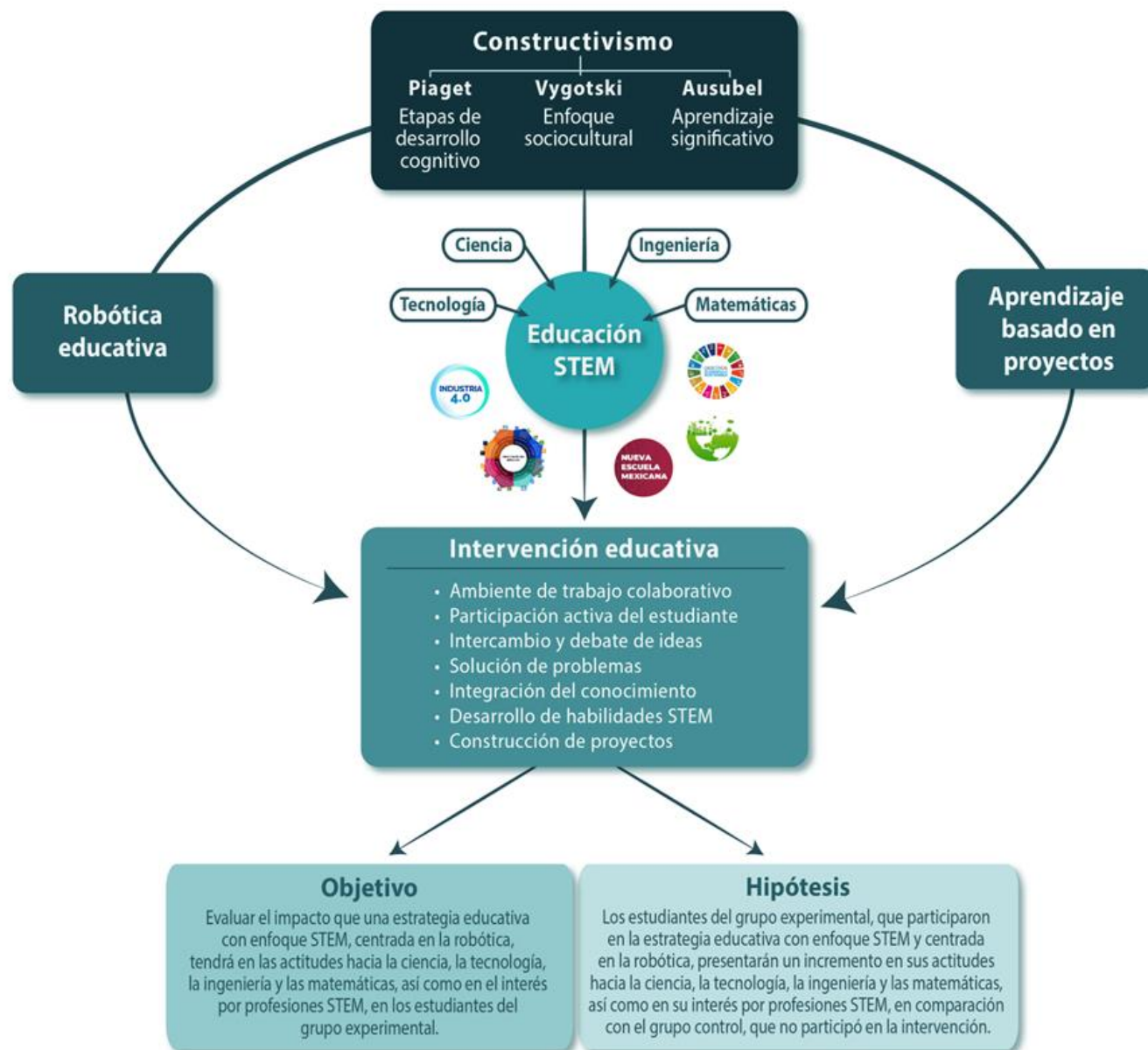
La educación STEM tiene sus bases en el constructivismo, que concibe el conocimiento como una experiencia que se forma activamente mediante la interacción con el entorno, tal como lo describe Piaget (1970). En el marco del constructivismo, la robótica educativa permite a los estudiantes trabajar en problemas reales dentro de pequeños grupos, siguiendo el enfoque de Vygotsky (1979) sobre el constructivismo social, donde los conocimientos previos sirven como fundamento para desarrollar nuevos aprendizajes significativos a través de la experimentación, tal como lo sostiene Ausubel (2002).

2.1. Esquema del marco teórico de la investigación

En la figura 2.1 se resume los principales elementos del marco teórico de esta investigación. En ella se ilustran las bases conceptuales que fundamentan el estudio, así como las relaciones entre las variables clave y los enfoques teóricos seleccionados. Esta representación gráfica facilita una visión integrada del contexto y los fundamentos de la investigación, destacando los conceptos centrales, las conexiones entre ellos y cómo estos guían el desarrollo de los objetivos. La figura, además, sirve como una referencia visual para comprender cómo cada componente teórico contribuye a dar forma al análisis y alcance de esta investigación.

Figura 2.1

Esquema del marco teórico de la investigación



Fuente: elaboración propia

2.2. El constructivismo

El uso de la educación STEM, la metodología ABP y la robótica educativa en la intervención propuesta en esta investigación encuentra su fundamento teórico en la perspectiva constructivista del aprendizaje. Diversos autores coinciden en señalar que estas estrategias favorecen entornos de aprendizaje activo, colaborativo y contextualizado (Guzmán-Chitiva y Gutiérrez-Ríos, 2024; Asrifan et al., 2025; Possaghi y Papavlasopoulou, 2025). Desde este enfoque, se entiende que el conocimiento no se transmite de manera directa del docente al estudiante, sino que es construido activamente por los propios alumnos a partir de la interacción con su entorno, el diálogo con otros y la reflexión sobre sus propias experiencias (Li y Zhang, 2025).

El constructivismo es una teoría educativa que ha sido ampliamente aceptado y reconocido en investigación, desarrollo curricular y la pedagogía en los ambientes educativos de todos los niveles. El constructivismo se fundamenta en la idea de que los individuos llegan a obtener su conocimiento a través de la creación de representaciones mentales internas del mundo. Partiendo de esto, el aprendizaje se concibe como un proceso en el que se construye el conocimiento, y esto depende tanto de las herramientas cognitivas disponibles como de los materiales existentes en el pensamiento del individuo, los cuales brindan la base para dar sentido a la nueva información a la que el estudiante puede acceder.

Carretero (2009), nos dice que el constructivismo tiene su punto de partida en la idea según la cual el individuo (tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos) no es simplemente un producto de su entorno ni un simple resultado de sus disposiciones internas; más bien, es una construcción continua que se desarrolla día a día como resultado de la interacción entre estos dos factores. Por lo tanto, de acuerdo con la perspectiva constructivista, el conocimiento no es una reproducción fiel de la realidad, sino una construcción realizada por el ser humano.

Por otra parte, Pimienta (2005), afirma que el constructivismo se fundamenta en las investigaciones de varios autores por lo cual no hay una única teoría constructivista, esta se alimenta de varias fuentes intelectuales. Para fines de esta investigación se tomarán los aportes de Piaget, Ausubel y Vygotski.

2.2.1. Jean Piaget

A Jean Piaget se le reconoce como el principal teórico del constructivismo, su más valiosa aportación es su investigación sobre el desarrollo cognitivo. A continuación, se muestra un resumen realizado por Robbie Case en 1989, en las cuales sintetiza dichas aportaciones:

El desarrollo cognitivo puede comprenderse como la adquisición sucesiva de estructuras lógicas cada vez más complejas que subyacen a las distintas áreas y situaciones que el sujeto es capaz de ir resolviendo a medida que crece. En este sentido, los estadios pueden considerarse como estrategias ejecutivas cualitativamente distintas que corresponden tanto a la manera que el sujeto tiene de enfocar los problemas como a su estructura.

Así, es posible mostrar que tareas aparentemente diferentes, tanto en su forma como en su contenido, poseen una estructura lógica similar que permite predecir su dificultad y ofrecer una perspectiva más homogénea del comportamiento intelectual. De este modo, la teoría de Piaget ha puesto en evidencia que en el desarrollo cognitivo existen regularidades y que las capacidades de los alumnos no son algo carente de conexión, sino que guardan una estrecha relación unas con las otras.

En este sentido, las adquisiciones de cada estadio, formalizadas mediante una determinada estructura lógica, se incorporan a la siguiente, ya que dichas estructuras poseen un orden jerárquico.

Como se ha indicado anteriormente, la capacidad de comprensión y aprendizaje de la información nueva está determinada por el nivel de desarrollo cognitivo del sujeto. Por tanto, existen unos límites para el aprendizaje que están determinados por las capacidades de los estudiantes a medida que avanzan en su desarrollo cognitivo.

De esta manera, el avance cognitivo solo se puede producir si la información nueva es moderadamente discrepante de la que ya se posee. Únicamente en este caso se producirá una diferenciación o generalización de esquemas que puedan aplicarse a la nueva situación. Como puede suponerse, lo que sucede, si existe demasiada discrepancia entre la información nueva y los esquemas del sujeto, es que este no podrá asimilar la información que se le presenta.

Por tanto, se postula que lo que cambia a lo largo del desarrollo son las estructuras, pero no el mecanismo básico de adquisición de conocimiento. Este mecanismo básico consiste en un proceso de equilibrio, con dos componentes interrelacionados de asimilación acomodación. El primero se refiere a la incorporación de nueva información a los esquemas que ya se poseen, y el segundo, a la modificación de dichos esquemas (Carretero, 2009).

La aportación más difundida de Piaget es la de los cuatro estadios por los que todos los seres humanos pasamos en el camino de nuestro desarrollo cognitivo. En cada uno de estos espacios, las operaciones mentales de cada persona se van modificando y es lo que nos posibilita entender nuestro mundo. En los siguientes párrafos se resumen resume las características fundamentales de los diferentes estadios piagetanos de la siguiente manera:

- Estadio Sensoriomotor (0-2 años). Inteligencia práctica: permanencia del objeto y adquisición del esquema medios-fines. Aplicación de este esquema a la solución de problemas prácticos.
- Estadio Operacional concreto (2 a 11-12 años). Subperíodo preoperatorio (2 a 6-7 años) Transición de los esquemas prácticos a las representaciones. Manejo frecuente de los símbolos. Uso frecuente de creencias subjetivas: animismo, realismo y artificialismo. Dificultad para resolver las tareas lógicas matemáticas. Subperíodo de las operaciones concretas (6-7 a 11-12 años). Mayor objetivación de

las creencias. Progresivo dominio de las tareas operacionales concretas (seriación, clasificación y otras similares).

- Estadio Operacional formal (11-12 a 14-15 años y vida adulta). Capacidad para formular y comprobar hipótesis y aislar variables. Formato representacional y no solo real o concreto. Consideración de todas las posibilidades de relación entre efectos y causas. Utilización de una cuantificación relativamente compleja (proporción, probabilidad y otras similares) (Carretero, 2009).

Con lo anterior, podemos resaltar la importancia que tiene el saber el estado de desarrollo cognitivo de los estudiantes antes de exponerlos a una nueva situación de aprendizaje. En nuestro caso, esa es la razón por la que proponemos que el taller de Robótica Educativa sea aplicado en el tercer grado de secundaria. Si los estudiantes no cuentan con los conocimientos previos de matemáticas y ciencias la intervención corre el riesgo de no lograr cumplir su objetivo y lo que es peor aún, será una experiencia significativa que fomente la idea de que las áreas STEM son difíciles y complejas.

De acuerdo con Valdiviezo et al. (2023) en el nuevo paradigma educativo, el aprendizaje significativo requiere que el docente diseñe secuencias didácticas organizadas lógicamente, en las que cada actividad esté orientada a guiar al estudiante desde sus conocimientos previos hacia la construcción de nuevos saberes. Este proceso debe responder a una planificación sistemática que articule el contexto, los problemas, la teoría y los contenidos, permitiendo al estudiante avanzar desde lo que ya conoce hacia aprendizajes más complejos, en concordancia con las demandas de una sociedad en constante transformación

El estado de desarrollo cognitivo de Jean Piaget guarda una relación significativa con la intervención educativa en STEM mediada por la robótica, ya que permite adaptar el aprendizaje a las capacidades cognitivas de los estudiantes de tercero de secundaria. Según Piaget, los niños y adolescentes pasan por fases de desarrollo cognitivo que determinan cómo perciben y procesan el conocimiento. En la etapa de operaciones concretas, por ejemplo, los estudiantes aprenden mejor con experiencias tangibles y manipulativas, como las que ofrece la construcción de robots. En la etapa de operaciones formales, los estudiantes están mejor preparados para razonar de manera abstracta, analizar sistemas complejos y plantear hipótesis, habilidades esenciales en la programación y diseño de robots.

Al emplear la robótica dentro de una educación STEM, se ha considerado que las actividades correspondan a los niveles de desarrollo de los estudiantes de tercero de secundaria, haciendo posible una comprensión progresiva y significativa de los conceptos científicos y tecnológicos. Esto permitirá que los estudiantes asimilen y acomoden el nuevo conocimiento a sus estructuras cognitivas previas, en coherencia con la teoría de Piaget, promoviendo un aprendizaje profundo y adecuado a su etapa de desarrollo.

2.2.2. Lev Semiónovich Vygotski

Dos de las aportaciones más reconocidas de la obra de Vygotski se enuncian a continuación, según sus propias palabras:

- Un proceso interpersonal queda transformado en otro intrapersonal. En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero, a escala social, y más tarde, a escala individual; primero, entre personas (interpsicológica), y después, en el interior del propio niño (intrapsicológica). Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones psicológicas superiores se originan como relaciones entre seres humanos.
- La zona de desarrollo potencial no es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz... El estado de desarrollo mental de un niño puede determinarse únicamente si se lleva a cabo una clasificación de sus dos niveles: el del nivel real de desarrollo y de la zona de desarrollo potencial (Vigotsky, 1979, p. 5).

La visión de este autor le da sentido a lo que se quiere lograr en este proyecto; se busca involucrar a los estudiantes en un ambiente de trabajo colaborativo, en el cual es

preponderante el emplear a los estudiantes más avanzados en el apoyo a sus compañeros en la resolución de sus dudas.

De este modo, el aprendizaje por pares favorece el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas, enriqueciendo el proceso educativo al permitir que los estudiantes expliquen conceptos entre sí, discutan distintas estrategias y aprendan de diversas perspectivas (Jiménez y Mendoza, 2022). Esta dinámica impulsa tanto el desarrollo de habilidades sociales como la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. A su vez, el uso de metodologías lúdicas y el aprendizaje entre iguales ofrecen a los docentes herramientas para ajustar su enseñanza a los distintos estilos y ritmos de aprendizaje del alumnado, promoviendo un ambiente inclusivo y estimulante donde cada estudiante puede avanzar de forma personalizada (Fritas et al., 2024).

La concepción de trabajo colaborativo de Lev Vigotsky, que subraya la importancia de la interacción social en el aprendizaje, se integra de manera natural en una intervención educativa con enfoque STEM mediada por la robótica. En actividades de robótica, los estudiantes trabajan en equipos para diseñar, construir y poner en marcha robots, lo que los involucra en un ambiente de cooperación e intercambio de ideas. Siguiendo esta forma de trabajo colaborativo, los estudiantes se apoyan mutuamente para superar desafíos, compartiendo habilidades y conocimientos que enriquecen el aprendizaje grupal.

Esta interacción permite a cada estudiante desarrollar su "zona de desarrollo próximo" —como lo plantea Vigotsky— al recibir ayuda de sus compañeros más experimentados o del maestro en tareas que se le dificulte realizar de forma individual. Así, la robótica en un ambiente colaborativo no solo facilita el aprendizaje de conceptos STEM, sino que también fortalece habilidades sociales, como la comunicación y la resolución de problemas en equipo, elementos importantes para el desarrollo integral de los estudiantes.

2.2.3. David Paul Ausubel

La teoría del aprendizaje significativo fue desarrollada por el psicólogo y pedagogo estadounidense David Paul Ausubel en 1963 y 1968 y posteriormente fue actualizada por el mismo Ausubel en el año 2000. La aparición de esta teoría surge durante una época de creciente popularidad del constructivismo, como una alternativa frente al conductismo que acentuaba la importancia del activismo y el aprendizaje a través del descubrimiento (Ordóñez

y Mohedano, 2019). Según Olaya y Ramírez (2015), Ausubel se refiere al concepto de aprendizaje significativo en el marco de su teoría sobre la psicología del aprendizaje verbal significativo, en su teoría, Ausubel destaca la distinción entre aprendizaje y enseñanza, subrayando que el propósito último de la educación es alcanzar el aprendizaje significativo en el estudiante.

Para Ausubel (2002), el aprendizaje significativo ocurre cuando el estudiante puede vincular el material nuevo a sus conocimientos previos de manera sustancial y no arbitraria, facilitando su comprensión y aplicación dentro de su estructura cognitiva. Complementando esta visión, Baque-Reyes y Portilla-Faican (2021) destacan que dicho proceso no es arbitrario, sino que organiza la información de forma lógica y coherente. A su vez, Roa (2021) añade que el aprendizaje significativo implica integrar los nuevos saberes con experiencias y conocimientos anteriores, otorgándoles sentido dentro del marco cognitivo del alumno. Desde una perspectiva intercultural, Rivera et al. (2020) consideran este tipo de aprendizaje como una construcción del conocimiento que emerge del diálogo y la interacción entre diversas culturas y saberes.

En su libro, Ausubel (2002), propone tres tipos de aprendizaje:

Aprendizaje representacional: es el más básico de los aprendizajes y es el que permite darles significado a determinados símbolos. Los símbolos al ser arbitrarios significan únicamente lo que representan, no hay una definición o asociación de atributos de ellos. Es el aprendizaje que los individuos desarrollan en su primer año de vida.

Aprendizaje de conceptos: los conceptos se definen como objetos, eventos, situaciones o propiedades que guardan atributos criterios comunes designados por un mismo signo o símbolo. Para construir conceptos el estudiante tiene que formular hipótesis que requieren ser validadas en situaciones reales para poder darlas como verdaderas. Este aprendizaje está presente en los primeros años de vida y conforme los

niños van madurando se produce por asimilación ya que la capacidad cognitiva también madura. (p.26)

Aprendizaje proposicional: las proposiciones son la estructuración de palabras para formar una oración y que esta exprese una idea, hecho o situación. Para poder dar sentido a las ideas expresadas en las proposiciones, es fundamental haber comprendido y dado significado a los conceptos que se utilizaron para enunciarlas. En otras palabras, para que el aprendizaje proposicional se lleve a cabo, previo a este debe haber ocurrido un aprendizaje representacional y conceptual. (p. 28)

De este modo, la propuesta de esta investigación parte de que los estudiantes de tercero de secundaria cuentan con los aprendizajes previos, de acuerdo con el plan de estudios de la escuela, los cuales serán aprovechados para anclar los nuevos conocimientos del taller de robótica que serán los recursos didácticos potencialmente significativos para los estudiantes.

El concepto de aprendizaje significativo de Ausubel enfatiza la importancia de que los estudiantes conecten nuevos conocimientos con sus experiencias y saberes previos, se relaciona de manera directa con una estrategia educativa de enfoque STEM centrada en la robótica. La robótica permite a los estudiantes aplicar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en proyectos prácticos, facilitando una comprensión más profunda y duradera.

Al construir y programar robots, los estudiantes no solo aprenden contenidos sobre estos temas, sino que se busca que le encuentran sentido y relevancia a lo aprendido al ver sus proyectos diseñados y funcionando. Este proceso de construcción y conexión con el mundo real hace que el aprendizaje sea significativo, ya que fomenta la internalización del conocimiento y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, creatividad y pensamiento crítico, elementos esenciales en la educación STEM y en el aprendizaje propuesto por Ausubel.

2.3. Educación STEM

En la última década la educación STEM ha cobrado relevancia y pertinencia alrededor del mundo irrumpiendo en el escenario educativo como un tema de discusión internacional. Por ello, los ministerios de educación y los actores involucrados muestran un interés particular en incorporar STEM en los programas escolares, considerándolo una inversión social alineada con su objetivo de formar capital humano de alta calidad y mejorar los sistemas educativos (Vaiopoulou et al., 2024; Portillo-Blanco et al., 2024). Esto impulsado por la cambiante economía global y las necesidades de la fuerza laboral que indican que habrá escasez de trabajadores y educadores preparados en STEM en todo el mundo.

2.3.1. Historia de la educación STEM

El acrónimo STEM tuvo su origen en los Estados Unidos de América en la década de los 90. Está formado por las iniciales de las palabras en Inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics. La acuñación del término STEM se le atribuye a la Dra. Judith A. Ramaley, quien fungía como directora de la NSF (National Science Foundation) (Botero, 2018). En español se traduce como CTIM, por las iniciales de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, hay autores que los usan en esta forma para referirse al mismo concepto. En esta investigación se opta por referirnos a él en su forma original STEM.

En estos primeros orígenes de la educación STEM, el objetivo solo era marcar como importante el estudio de las áreas de Ciencia, Tecnología, ingeniería y Matemáticas; no de forma integral. Esto debido a la necesidad de mano de obra especializada que las empresas estaban demandando, tanto en la fabricación como en la implementación de las nuevas tecnologías.

En la misma década (finales del siglo XX), con los grandes avances tecnológicos, la sociedad en general vivió la introducción de la computadora, el internet, los dispositivos móviles; solo por mencionar los más representativos. El siglo XXI dio inicio, la velocidad con la que se daban los avances tecnológicos aumentó y gracias al desarrollo de la microelectrónica los costos de los nuevos dispositivos electrónicos estuvieron al alcance para la población promedio. Todo esto modificó significativamente la forma en que las personas interactúan entre sí y con su medio.

Una nueva realidad se estaba gestando la cual modificaría la forma en que nos comunicamos, relacionamos y trabajamos, pero sobre todo en la forma en que enfrentamos esta nueva realidad. Para poder abordarla se hizo evidente que las habilidades con las que se contaba en ese momento no eran suficientes para enfrentar exitosamente este reto.

Los estadounidenses tienen el término “Sputnik Moment” para referirse a esto, es decir cuando la realidad los enfrenta a una situación sin precedentes. Esta expresión tiene su origen cuando John F. Kennedy realizó la petición de fondos al Congreso para lograr desarrollar la carrera espacial y ser los primeros en poner al hombre en la luna, pues la antigua Unión Soviética los había superado y había puesto en órbita su satélite Sputnik en el espacio (Botero, 2018).

En los primeros años del siglo XXI se fue promoviendo y profundizando en el estudio del concepto STEM, pero no fue hasta el 2009, cuando los estudiantes estadounidenses obtuvieron bajos resultados en la prueba internacional PISA (Programme for International Student Assessment), que los ubicaron por debajo del promedio mundial, lo que movió al Gobierno de Estados Unidos a crear el programa STEM. En ese momento, Barack Obama, presidente de los Estados Unidos de Norteamérica declara que los estadounidenses están frente a otro “Sputnik Moment” (Botero, 2018).

Fue durante el gobierno de Obama (2009-2017) cuando la educación STEM tomo importancia y se convierte en una prioridad nacional. Con el objetivo de hacer llegar STEM a los colegios de Estados Unidos, se creó el “Plan federal estratégico de cinco años para la educación STEM” (Botero, 2018). A partir de esto la educación STEM toma fuerza, aumentando su difusión y estudio no solo en Estados Unidos, sino alrededor del mundo.

En la última década la educación STEM aparece en los discursos educativos en México y distintas instituciones educativas inician con el trabajo de investigación y aplicación de este enfoque en sus comunidades

2.3.2. Definiendo la Educación STEM

De una forma simple podemos definir a la Educación STEM como un enfoque pedagógico cuyo objetivo es combinar la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. En su inicio el objetivo era solo resaltar la importancia del estudio de estas áreas

del conocimiento, sin embargo, conforme se difundió por el mundo, los investigadores fueron cayendo en la relevancia de integrar las cuatro asignaturas.

Cada grupo involucrado en el estudio de este nuevo enfoque fue desarrollando y enunciando su propia definición. En la tabla 2.1 aparecen definiciones de distintos autores y organizaciones para la difusión de la Educación STEM en el mundo.

Tabla 2.1

Definiciones de educación STEM

Autor/País/Año			Definición
National Teaching (NSTA). USA, 2023	Science Association		Es un enfoque interdisciplinario para el aprendizaje donde los conceptos académicos rigurosos se combinan con lecciones del mundo real a medida que los estudiantes aplican la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos que establecen conexiones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y la empresa global que permiten el desarrollo de la alfabetización STEM y, con ello, la capacidad de competir en la nueva economía. (NSTA, 2023, p. 23).
The Academy (NYAS). USA, 2023	New York of Science		La educación STEM involucra a los estudiantes en hacer preguntas y resolver problemas relacionados con el mundo que los rodea. Usando el proceso de diseño de ingeniería, los estudiantes identifican problemas, diseñan posibles soluciones y prueban y evalúan esas soluciones. Este proceso, combinado con el estudio de las matemáticas y las ciencias, ayuda a los estudiantes a encontrar conexiones que hacen que las ciencias, las matemáticas y la tecnología sean relevantes para sus vidas. (NYAS, 2023, p. 32).
Talento Alianza promoción de Visión STEM México.	Aplicado. para la STEM para		Es una tendencia mundial relacionada con el aprendizaje formal, no formal e informal. En la educación formal e informal, implica la inclusión en la currícula de prácticas y proyectos que abordan la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera interdisciplinaria, transdisciplinaria e

México, 2019	integrada, con un enfoque vivencial y de aplicación de conocimientos para la resolución de problemas. Este enfoque busca formar en los individuos las habilidades clave que les permiten desenvolverse exitosamente en el Siglo XXI, tales como el pensamiento creativo, reunir evidencias y hacer uso efectivo de la información y el trabajo colaborativo. Todos estos, aspectos esenciales para la innovación, el desarrollo sostenible y el bienestar social. (APSTEM, 2019, p. 19).
La corporación de Fomento de la Producción. Fundación Chile. Coalición por la Educación STEM. Chile, 2017	La educación STEM es aquel conjunto de contenidos y aproximaciones necesarios para desarrollar: 1. Una sociedad alfabetizada en STEM, capaz de comprender el impacto de las disciplinas STEM en su vida, involucrarse con ellas y ser crítico de su rol en la sociedad. 2. Una población con competencias para el siglo XXI desarrolladas, como pensamiento crítico, trabajo colaborativo, creatividad e indagación. 3. Una fuerza laboral avanzada de investigación y desarrollo, con foco en la innovación. Sumando a esta definición las artes, la educación que integra las disciplinas STEAM busca precisamente fortalecer el desarrollo de habilidades asociadas a la innovación y el emprendimiento, sumando al conocimiento disciplinario de las ciencias y matemáticas la aplicación de la ingeniería y tecnología, además de la capacidad creativa de las artes. (CORFO, 2017, p. 17).
Comunidad de Madrid STEMADRID España, 2018	La Educación STEM combina las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas creando un método integrador e ilustrativo que facilita el aprendizaje en estas cuatro disciplinas. Este enfoque logra que el estudiante explore las Matemáticas y la Ciencia a través de la experiencia, ayudándole a desarrollar

el pensamiento crítico y creativo. El componente de Ingeniería hace énfasis en el proceso y el diseño de soluciones. Con ello, los jóvenes aprenden técnicas de exploración, descubrimiento y solución de problemas. Asimismo, el componente de la Tecnología facilita el entendimiento de las tres áreas anteriores, ayuda a los estudiantes a aplicar sus conocimientos de manera práctica a través del uso de los ordenadores y otros dispositivos electrónicos, diseñando y manejando herramientas físicas y digitales. (STEMADRID, 2018, p. 42).

Tsupros N., Kohler R., y Hallinen J. USA, 2009. STEM education: A project to identify the missing components.	La educación STEM es una aproximación interdisciplinaria al aprendizaje en la que los conceptos académicos rigurosos se acoplan a lecciones del mundo real en la medida en que los estudiantes aplican ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en contextos que conectan la escuela con la comunidad, trabajo y la industria global en el desarrollo de una alfabetización STEM y la habilidad de competir en la nueva economía. (Tsupros et al., 2009, p. 38).
--	---

Fuente: elaboración propia.

Con la profundización y expansión de la educación STEM su paradigma inicial fue evolucionando y enriqueciéndose. Más allá del simple hecho de integrar las cuatro áreas del conocimiento, lo que se busca es desarrollar en el estudiante conocimientos y habilidades que les permitan resolver con éxito los retos del siglo XXI. Para ir un paso adelante de los cambios que vienen en el futuro es fundamental incentivar el gusto por las matemáticas y la ciencia, promoviendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas reales del entorno social. Todo esto partiendo del principio de que el trabajo colaborativo es indispensable.

En un mundo donde los avances científicos y tecnológicos impactan cada vez más la vida de las personas, la necesidad de expertos y expertas es imperativa. Pero existe un obstáculo importante: no disponemos de un número suficiente de especialistas en carreras científicas y tecnológicas. El déficit global de profesionales competentes en estas áreas del conocimiento nos está impidiendo avanzar en temas tan relevantes como el cambio climático,

la inteligencia artificial, la conquista del espacio o la generación de las próximas vacunas (UNESCO, 2023).

La educación contemporánea, que se enfoca en la transferencia de conocimientos, la memorización y la resolución de problemas ya conocidos, difícilmente proporcionará a las generaciones futuras las habilidades necesarias para prosperar en un mundo que experimentará un aumento exponencial de la tecnología, nuevas tensiones a nivel global y la presencia de desafíos aún no identificados (CORFO, 2017).

De acuerdo con Vélez (2023), las metodologías activas buscan romper con el modelo tradicional de enseñanza, caracterizado por clases magistrales y dinámicas rígidas. Este enfoque tradicional, centrado en la transmisión unidireccional de conocimientos, resulta cada vez menos pertinente en los contextos educativos actuales, por lo que se requiere de estrategias que usen metodologías activas para promover entornos más dinámicos, flexibles y contextualizados (Lema-Paucar y Calle-García, 2021).

Los miembros de la asociación, curadores y patrocinadores de la iniciativa nacional "¡Crea un futuro MINT!" (Iniciales de matemáticas, ingeniería, ciencia y tecnología en alemán) están unidos por su convicción y compromiso con la educación MINT en Alemania. El objetivo es asegurar la próxima generación de especialistas MINT y promover la educación MINT como una parte esencial de la educación general (Mint Zukunft Schaffen, 2022).

2.3.3. Importancia de la educación STEM

En la actualidad, la educación en general está bajo la presión de responder a las demandas de un mundo cambiante. En las sociedades de hoy preparar a los estudiantes para su éxito futuro significa enroloslos en trabajo colaborativo, con metodologías activas e integradoras, para fomentar y desarrollar su pensamiento crítico. A medida que la tecnología invade todos los ambientes laborales, sustituyendo a los seres humanos en tareas repetitivas, para las personas la capacidad de resolver nuevos problemas de forma rápida y eficaz se vuelve cada vez más vital.

El mundo está en constantes cambios impulsados por la tecnología, los estudiantes deben estar equipados con el conocimiento y las habilidades que ofrece el aprendizaje STEM: resolución de problemas, pensamiento crítico, curiosidad y persistencia. La experiencia en

STEM también se necesita para abordar eficazmente los muchos desafíos que enfrenta nuestro mundo, particularmente aquellos identificados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Sin embargo, en muchos lugares del mundo, tanto en países desarrollados como en desarrollo, los estudiantes carecen de acceso al aprendizaje STEM (Nourse, 2021).

De este modo, la urgencia mundial por mejorar la educación STEM se relaciona con los impactos ambientales y sociales del siglo XXI, los cuales amenazan la seguridad global y la estabilidad económica, preocupación que trasciende el simple objetivo de elevar los puntajes en evaluaciones de matemáticas y ciencias al reconocer que la educación STEM, especialmente desde edades tempranas, tiene el potencial de desarrollar habilidades cognitivas como la indagación, el pensamiento científico, creativo y crítico, así como competencias sociales y emocionales (Fuertes y Fernández, 2023)

Existen otros ámbitos igual de relevantes que el educativo para insistir en la importancia de la implementación de la Educación STEM en los salones de clase. Estos otros ámbitos son los laborales, los económicos, la vida democrática, la globalización, entre otros.

Al respecto Xia et al. (2024) señalan que las experiencias positivas de los estudiantes en áreas STEM, ya sean de carácter interdisciplinario o en disciplinas individuales, se relacionan favorablemente con sus intereses en profesiones STEM y sus aspiraciones de continuar con estudios superiores en estas áreas.

Por todo lo anterior, se reconoce a la educación STEM como un enfoque educativo poderoso que, implementado adecuadamente, puede contribuir significativamente a que todos los estudiantes desarrollen la capacidad de afrontar eficazmente los retos del siglo XXI y superarlos con éxito, además de fomentar actitudes positivas hacia estas disciplinas e incrementar el número de jóvenes interesados en estudiar una carrera relacionada con las áreas STEM.

2.3.4. Los tres pilares de la Educación STEM

Es importante resaltar las ventajas de la Educación STEM, sobre todo describir qué es lo que se logra cuando involucramos a los estudiantes en esta metodología. Para esto usaremos los tres pilares que describen los objetivos de la educación STEM y que aparecen en el libro “The Case For STEM Education Challenges and Opportunities” (Bybee, 2013).

1. **La enseñanza de STEM tiene como propósito profundizar en el proceso de aprendizaje**, fomentando la curiosidad del estudiante respecto a los acontecimientos en su entorno, ya sea en su ciudad, región o país. Además, se busca involucrar esa curiosidad recién despertado para involucrar al estudiante como un participante activo en la resolución de los problemas cotidianos. La instrucción en STEM representa una nueva metodología de enseñanza y aprendizaje que, desde la perspectiva de cada disciplina, puede resumirse de la siguiente manera:
 - **Instrucción en ciencias:** una persona formada en ciencias posee conocimientos, conceptos, principios y teorías de las distintas disciplinas, establece conexiones entre ellas y aplica la experiencia adquirida en prácticas científicas e ingenieriles para resolver problemas.
 - **Instrucción en tecnología:** la instrucción en tecnología se equipara en relevancia a ciencias y matemáticas, incorporando contenidos aplicados a la vida real. Una persona instruida conoce diversas tecnologías, comprende sus ventajas y riesgos, y entiende la infraestructura necesaria para su desarrollo, operación y mantenimiento.
 - **Instrucción en ingeniería:** la ingeniería se integra transversalmente en las asignaturas para fomentar habilidades de resolución de problemas y aplicar procesos de diseño. Este enfoque permea la práctica educativa y se convierte en parte de la identidad institucional.
 - **Instrucción en matemáticas:** la enseñanza contextualizada otorga nuevo significado a las matemáticas, permitiendo a los estudiantes aplicarlas en problemas reales, explicar fenómenos científicos, construir argumentos, evaluar razonamientos, identificar patrones y utilizar métodos precisos y eficientes.
2. **Desarrollo de habilidades para una sociedad tecnológica.** Incluye adaptabilidad, comunicación efectiva, habilidades sociales y resolución de problemas diversos. También implica autogestión, autodesarrollo y pensamiento sistémico, competencias que deben cultivarse desde la educación básica para facilitar su consolidación en la educación superior y el ámbito profesional.
3. **Enfoque en innovación y emprendimiento.** En un mundo en constante transformación, los países reconocen que el desarrollo depende de una población con sólida formación en disciplinas STEM. La educación debe formar ciudadanos

reflexivos, informados y capaces de contribuir al bienestar social y al progreso en cualquier campo profesional.

Los grandes retos que enfrenta la humanidad tienen que ver con el cambio climático, el aumento de la población, la sustentabilidad y la cuarta revolución industrial, por mencionar algunos, para esto necesitamos formar a las nuevas generaciones en las áreas STEM. Frente a la Cuarta Revolución Industrial – Tecnológica, México necesita influenciar en esta generación, potenciando y dirigiendo el talento competitivo de niñas, niños, adolescentes y jóvenes para que desarrollen y se apropien de las competencias STEM.: resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico, comunicación, colaboración, manejo y análisis de datos y computación e Informática (APSTEM, 2019).

En esta investigación, se abordará esta situación mediante el enfoque de la educación STEM -fundamentada en principios constructivistas- con el objeto de producir aprendizajes significativos, no con el único fin de producir conocimientos y habilidades, sino que, de forma paralela esta experiencia sea lo suficientemente significativa que impacte positivamente las actitudes e interés en las carreras STEM de los estudiantes.

2.4. Robótica Educativa

La robótica educativa ha sido seleccionada como estrategia central en esta investigación debido a su capacidad para posicionar al estudiante como constructor activo de su propio conocimiento. A diferencia de enfoques tradicionales, la robótica permite el desarrollo de proyectos significativos en los que los alumnos integran sus saberes previos, resuelven problemas concretos y dan sentido a lo que aprenden a través de la experiencia. Con esto se busca favorecer la formación de actitudes positivas hacia las disciplinas STEM, ya que vincula el aprendizaje con el hacer, genera motivación intrínseca y despierta el interés por explorar trayectorias formativas en estos campos. Al permitir que los estudiantes vivan el proceso de creación, prueba y mejora, la robótica educativa no solo enriquece la experiencia escolar, sino que también proyecta futuros posibles vinculados con el desarrollo de habilidades y vocaciones STEM.

Desde el enfoque constructivista, la robótica educativa representa una ruptura con los modelos tradicionales de enseñanza centrados en la memorización y la pasividad del estudiante. Al promover un aprendizaje activo, situado y vinculado con experiencias reales,

esta metodología se alinea con propuestas como el aprendizaje significativo de Ausubel, la construcción activa del conocimiento planteada por Piaget y la mediación social destacada por Vygotsky (Suarez A. et al., 2023; Dai, 2025). En este sentido, la robótica educativa no solo desafía las prácticas convencionales, sino que también adopta principios que colocan al estudiante en el centro del proceso formativo, facilitando una comprensión más profunda, duradera y funcional de los contenidos (Rosero, 2024).

La Robótica Educativa es la herramienta indicada para implementar exitosamente la educación STEM, permitiendo a los estudiantes desarrollar conocimientos, habilidades e interacción social y emocional con sus compañeros. El introducir la robótica en la educación, en los distintos grados escolares, tiene como objetivo algo más que adquirir conocimientos específicos de este campo, busca desarrollar en los estudiantes las competencias básicas necesarias para estos tiempos; tales como: el aprendizaje colaborativo, la toma de decisión en equipo, entre otras (Asrifan et al., 2025).

Los jóvenes son atraídos por los temas de robótica ya que son nativos digitales, por tanto, es papel del maestro el reconocer y aceptar esta nueva herramienta y llevarla al salón de clases. La Robótica Educativa nos brinda la oportunidad de crear nuevos ambientes de colaboración en el aula, en donde los materiales de trabajo despiertan el interés en los estudiantes, y tienen un objetivo educativo que les permite adueñarse de aprendizajes significativos que pueden ser aplicados en la vida real.

En su trabajo acerca de la Robótica Educativa como herramienta de aprendizaje, Mikropoulos y Bellou (2013), resumen el construccionismo actual en cuatro ideas principales:

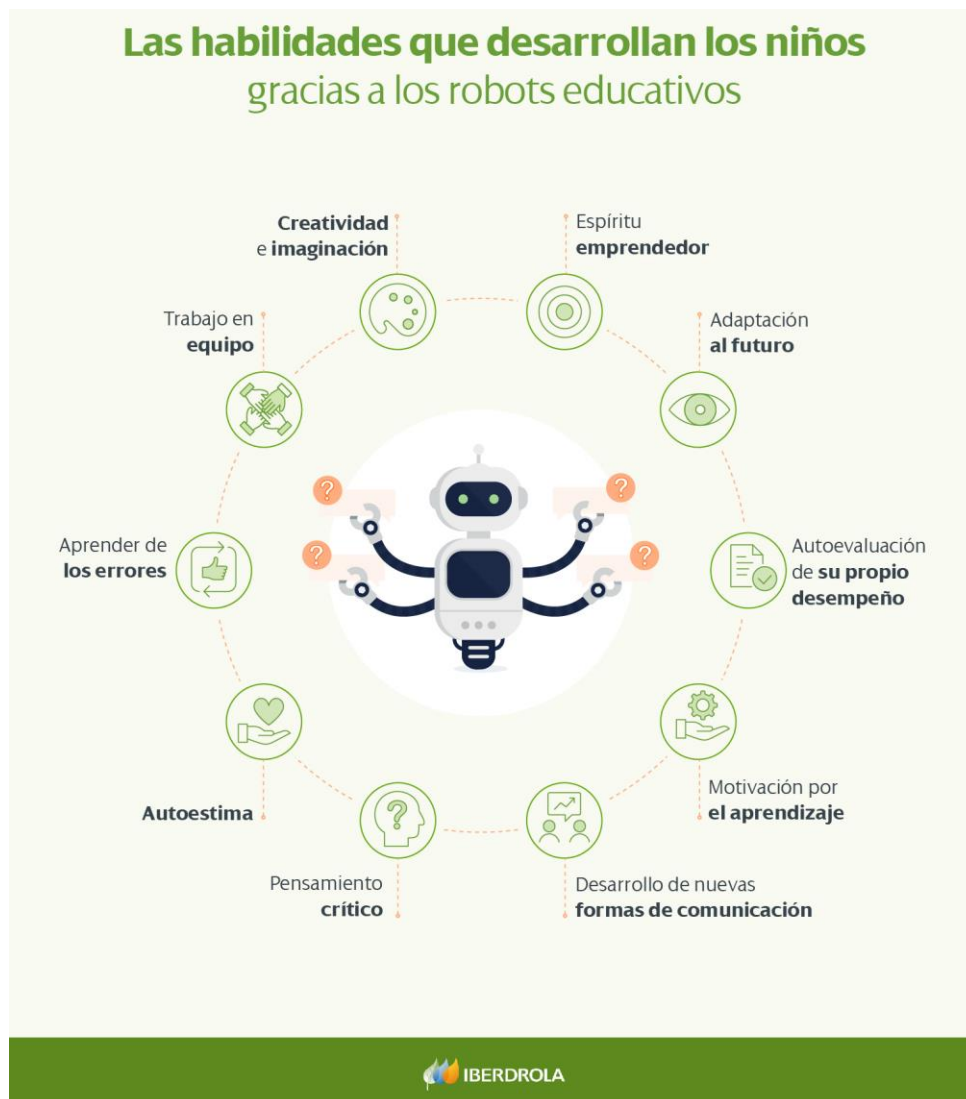
- Aprendizaje a través del diseño de proyectos significativos, que involucren la creación de cosas y su posterior difusión en su comunidad.
- Utilización y manipulación de objetos para fomentar el pensamiento concreto en relación con fenómenos abstractos.
- Capacidad de reconocer las ideas principales de algún tema para convertirlas en objetos para estudiar y reflexionar sobre diferentes ámbitos del conocimiento.
- El pensamiento y la reflexión como base para un aprendizaje sólido.

2.4.1. Beneficios de la Robótica Educativa

Uno de los reportes más reconocidos a nivel internacional es el The NMC/CoSN Horizon Report K-12, emitido por New Media Consortium (NMC) y el Consortium for School Networking (CoSN). En él se plasman las tendencias, tecnologías y desafíos que impulsarán los cambios educativos en un horizonte de cinco años. En el reporte de 2017 se reconoce que la Robótica Educativa será una de las tecnologías emergentes con mayor potencial para ser aplicadas en los contextos educativos, en el corto plazo, esto debido a la enorme diversidad de posibilidades que brinda (Freeman et al., 2017).

Como parte de la implementación del taller de robótica, se busca no solo fortalecer los conocimientos propios de las áreas STEM, sino también desarrollar en los estudiantes un conjunto de habilidades esenciales para su formación integral:

- **Colaboración:** Favorece el trabajo en equipo, la comunicación y la toma de decisiones compartidas.
- **Gestión de fallas:** Enseña a transformar errores en oportunidades de aprendizaje mediante soluciones creativas.
- **Creatividad e imaginación:** Impulsa la innovación al diseñar y mejorar funciones del robot.
- **Autoconciencia:** Fomenta la reflexión personal y la confianza en los propios procesos y decisiones.
- **Adaptabilidad:** Desarrolla la capacidad de ajustarse a cambios tecnológicos y resolver nuevos problemas.
- **Autoevaluación:** Permite identificar errores y mejorar estrategias a partir de resultados observables.
- Iberdrola (2023), empresa española con presencia en México y líder en energías renovables, promueve la educación STEM mediante programas como Impulso STEM, enfocado en incentivar el estudio de ingenierías en Oaxaca. Para la empresa, la robótica educativa busca involucrar a los estudiantes, desde edades tempranas, en la programación y el aprendizaje interactivo. Como se muestra en la figura 2.2, las habilidades que se desarrollan a través de los robots educativos se alinean con los principios del constructivismo.

Figura 2.2*Habilidades relacionadas con la Robótica Educativa**Fuente: (IBERDROLA, 2023)*

En la cuestión vocacional, aprender Robótica en educación primaria y secundaria puede inspirar a la nueva generación de innovadores y generar los espacios en donde los estudiantes trabajen en los desafíos globales y locales (Freeman et al., 2017).

Por lo tanto, a través de la robótica, se puede involucrar a los estudiantes a lo largo de toda su educación básica en las áreas STEM, contribuyendo a desarrollar en ellos una pasión

que puede mantenerlos en la ruta hacia la elección de una carrera relacionada con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

2.5. Metodología ABP

Las metodologías activas son métodos de enseñanza que el docente implementa en el aula para que el estudiante participe activamente en su propio aprendizaje, el cual se realiza de manera constructiva para desarrollar competencias tanto específicas como transversales, asegurando así una formación integral y en las cuales el docente asume el papel de facilitador (Asunción, 2019; Santillán-Aguirre et al., 2023; Arteaga-Marín et al., 2022; Colomer et al., 2020; Fajardo y Gil, 2019). A su vez, la metodología activa del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es reconocida como una de las más adecuadas para su implementación en entornos STEM. (Domènech-Casal et al., 2019).

El acrónimo ABP, utilizado en este trabajo, corresponde a la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos y forma parte de las llamadas metodologías activas, ya que sitúa al estudiante como protagonista en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este modelo tiene su fundamento en el constructivismo, el cual nos dice que las personas construyen su propio conocimiento a partir de las nuevas situaciones de aprendizaje a las que se ven enfrentados, es decir el aprendizaje se logra por medio de la construcción de nuevos conceptos e ideas derivados de la nueva situación, para esto los estudiantes hacen uso de todas las ideas y conocimientos previos.

Al respecto Fajardo y Gil (2019) señalan que “el planteamiento del aprendizaje basado en proyectos tiene sus orígenes en el constructivismo, que evolucionó a partir de los trabajos realizados por psicólogos y educadores, tales como Lev Vygotsky, Jerome Bruner y John Dewey” (p. 107). A su vez Kokotsaky et al. (2016) concuerdan en estas ideas al indicar que el ABP es un método de instrucción centrado en el estudiante que se fundamenta en tres principios constructivistas: el aprendizaje es intrínseco al contexto en el que se desarrolla, los estudiantes desempeñan un papel activo en el proceso de aprendizaje, logrando sus metas a través de interacciones sociales y el intercambio de conocimientos y comprensión con sus compañeros.

La SEP (Secretaría de Educación Pública) define el ABP como una metodología activa que permite a los estudiantes la creación de conocimientos a través de la realización de un proyecto en concreto. Siguiendo una serie de pasos, los estudiantes de forma colaborativa, guiados por el maestro, darán solución a una problemática planteada o responderán a una pregunta, tomando como hilo conductor un tema que sea de su interés (OEI, 2021).

Cuando el maestro aplica estrategias activas en el salón de clase favorece la motivación en los estudiantes manteniendo su interés en los temas estudiados, lo cual posibilita el desarrollo de competencias en ellos. La implementación del ABP permite a los estudiantes desarrollar y practicar las habilidades de trabajo físico colaborativo, intercambio de ideas e información, comunicación efectiva y encontrar soluciones a los problemas planteados. Todas estas habilidades reconocidas como valiosas y necesarias en cualquier ambiente de trabajo actual.

En su investigación Kokotsaky et al. (2016) nos muestran los resultados de una entrevista realizada a 12 maestros reconocidos como expertos en la metodología ABP en los Estados Unidos. Las respuestas se organizaron y resumieron para finalmente crear siete recomendaciones para la implementación de esta metodología:

1. Gestión del tiempo: este tema se relaciona con la programación de proyectos de manera eficaz mediante la coordinación de los cronogramas de los proyectos con otros maestros, por ejemplo, o el uso de la programación en bloque para aumentar la flexibilidad y ser capaz de cumplir con los plazos mediante la construcción de un 20 % de exceso al planificar un proyecto o aprender cuando hacer cumplir y cuándo extender una línea de tiempo.
2. Primeros pasos: este tema se trata de orientar a los estudiantes, es decir, hacerles pensar en el proyecto mucho antes de que comiencen, darles una rúbrica que explique claramente lo que se espera que busquen y traten de lograr y acordar conjuntamente los criterios de calificación antes de que comiencen. inicio del proyecto. El tema de "iniciación" también se trata de fomentar el trabajo reflexivo al principio del proyecto en el desarrollo de un plan de investigación y una pregunta de investigación adecuada al mismo tiempo que facilita un sentido de misión.

3. Establecer una cultura que haga hincapié en la autogestión de los estudiantes: aquí, la responsabilidad se transfiere del maestro a los estudiantes, donde los estudiantes participan en el diseño del proyecto, toman decisiones por sí mismos y se les anima a aprender a aprender.
4. Administrar grupos de estudiantes: el énfasis está en establecer el patrón de agrupación apropiado, promover la participación total y realizar un seguimiento del progreso de cada grupo a través de la discusión, el seguimiento y el registro de evidencia del progreso.
5. Trabajar con otras personas fuera del aula, como otros maestros, padres y personas de la comunidad para determinar la viabilidad y la naturaleza de las asociaciones externas.
6. Aprovechar al máximo los recursos tecnológicos, como juzgar la idoneidad del uso de la tecnología para el proyecto, hacer un uso eficiente de Internet alentándolos a tomar decisiones informadas al explorar sitios web relevantes y desarrollar habilidades de pensamiento crítico.
7. Evaluar a los estudiantes y evaluar proyectos: este tema final se refiere, en primer lugar, a la importancia de calificar a los estudiantes mediante el uso de una variedad de métodos de evaluación, incluidas las calificaciones individuales y grupales, y enfatizar el desempeño individual sobre el grupal y, en segundo lugar, informar adecuadamente los proyectos demostrando estrategias de reflexión y recopilación de información de evaluación formativa de los estudiantes sobre el proyecto y cómo podría mejorarse.

De la revisión literaria que realizó en su investigación se desprenden seis recomendaciones clave que se consideran esenciales para la implementación exitosa de un enfoque de aprendizaje basado en proyectos en entornos escolares en general (Kokotsaki et al., 2016).

1. Apoyo al estudiante: los estudiantes necesitan ser guiados y apoyados de manera efectiva; se debe hacer hincapié en la gestión eficaz del tiempo y la autogestión de los estudiantes, incluido el uso seguro y productivo de los recursos tecnológicos.
2. Apoyo a los docentes: se debe ofrecer apoyo regular a los docentes a través de oportunidades periódicas de creación de redes y desarrollo profesional. El apoyo de la alta dirección de la escuela es crucial.

3. Trabajo grupal efectivo: el trabajo grupal de alta calidad ayudará a garantizar que los estudiantes compartan niveles iguales de agencia y participación.
4. El equilibrio entre la instrucción didáctica con el trabajo del método de investigación independiente: esto asegurará que los estudiantes desarrollen un cierto nivel de conocimientos y habilidades antes de dedicarse cómodamente al trabajo independiente.
5. Énfasis de la evaluación en la reflexión, la autoevaluación y la evaluación por pares: la evidencia del progreso debe monitorearse y registrarse regularmente.
6. Permitir al estudiante la toma de decisiones de forma autónoma a lo largo del proceso de aprendizaje basado en proyectos: esto ayudará a los estudiantes a desarrollar un sentido de propiedad y control sobre su aprendizaje.

Cuando a los estudiantes se les permite ser parte activa en la construcción de su conocimiento mediante metodologías que los mantienen motivados y enfocados en la realización del proyecto son muchos las ventajas que se consiguen. En el documento Cartilla Metodológica para el Aprendizaje Basado en Proyectos, producida por la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Cultura y la Ciencia se describen las siguientes ventajas (Portocarrero, 2020):

- Motiva a los estudiantes a aprender. Con la ayuda del docente que es quien despierta su curiosidad.
- Desarrolla su autonomía. Los estudiantes son los protagonistas del proceso porque son ellos quienes planifican, deciden y elaboran el proyecto.
- Fomenta su espíritu autocrítico. Ellos evalúan su propio trabajo y detectan los aspectos que deben ir mejorando.
- Refuerza sus capacidades sociales. Mediante el intercambio de ideas y la colaboración, debaten y acuerdan decisiones con el grupo.
- Facilita su alfabetización mediática e informacional. Desarrollan la capacidad para buscar, seleccionar, contrastar y analizar la información
- Promueve la creatividad. Pueden llegar a realizar videos, campañas, maquetas, folletos o cualquier otro elemento que apoye su trabajo.
- Un estudiante interesado y motivado obtendrá mejores resultados. De ahí se postula que el aprendizaje es más eficaz cuando se basa en experiencias, ya que de esta forma

el estudiante se vuelve parte del proceso de conceptualización, ejecución y comprensión de estas.

Siguiendo este orden de ideas la SEP reconoce la metodología ABP como una herramienta valiosa para aunar los intereses, conocimientos y contexto de los estudiantes con los objetivos curriculares (OEI, 2021).

Para la SEP la metodología ABP tiene los siguientes alcances:

- Esta metodología permite ir más allá del aprendizaje compartimentado por asignaturas. La interdisciplinariedad y la aplicación de los conocimientos en el mundo real dan sentido a los aprendizajes y evitan la desvinculación escolar.
- Adquisición de competencias para el siglo XXI: trabajar en un proyecto requiere una capacidad de análisis y crítica, trabajar en colaboración, contar con habilidades socioemocionales como la empatía y la tolerancia, organizarse de manera autónoma, asumir responsabilidades y saber comunicar eficazmente.
- Mención aparte merecen las habilidades digitales, puesto que los participantes tendrán que rentabilizar el uso de las tecnologías de las que disponen.

Para este trabajo de investigación se selecciona la metodología ABP para el diseño e implementación del Taller de Robótica Educativa por ser la más acorde con los objetivos que se quieren lograr. A continuación, se resumen en tres puntos los aspectos más relevantes que se tomarán en cuenta en el diseño:

- La Robótica Educativa tiene el poder de despertar la curiosidad en los estudiantes, esto será aprovechado para motivarlos y mantener su interés a lo largo de toda la intervención. Lo anterior, aunado al reto que implicará el diseño y puesta en marcha del robot, los llevará a aplicar todos sus conocimientos y habilidades previas para lograr dar una solución a una problemática real de acuerdo con su contexto.
- En el transcurso de la intervención el maestro será un facilitador que propiciará un ambiente de trabajo en el que los estudiantes trabajarán de forma autónoma, desarrollando de esta forma las habilidades de comunicación efectiva, manejo de conflictos, trabajo colaborativo, capacidad de análisis, crítica y autocrítica, uso

adecuado de la tecnología, manejo del tiempo, manipulación de objetos, responsabilidad, respeto por las opiniones y el trabajo de los demás.

- El taller no tendrá un objetivo evaluativo, el trabajo y desempeño de los estudiantes será observable al momento de desarrollar los experimentos y lograr que estos funcionen. En la robótica educativa la construcción de un proyecto muchas veces no se logra a la primera, son necesarios varios prototipos o intentos para lograr un producto final. Esto fomenta la autoevaluación, ya que cuando el proyecto no funciona, el estudiante se da cuenta de que algo necesita corregirse. Para resolverlo, puede buscar ayuda de sus compañeros o del instructor manteniéndose enfocado y motivado para terminar el proyecto.

Cuando se logra integrar una estrategia activa con la educación STEM, se hace que sea más fácil el trabajo y el desarrollo de las competencias STEM de una manera integral, dándole a los estudiantes la oportunidad a que se conviertan en agentes activos, que propongan nuevas ideas y a partir de estas construyan productos nuevos, en lugar de seres pasivos y receptores. No hay que perder de vista que también se logra el desarrollo de habilidades emocionales y sociales. Todo lo anterior favorece un ambiente de trabajo integrador en donde la experiencia de aprendizaje es significativa para los estudiantes.

2.6. El concepto de actitud

El concepto de actitud ha experimentado una evolución desde su origen, de manera que la influencia que tradicionalmente han ejercido la psicología social y educativa en su definición ha llevado a un cambio de enfoque, pasando de una perspectiva conductista a una cognitivista (Richardson, 1996). En el ámbito educativo resulta relevante el conocer cómo se desarrollan y de qué manera se pueden modificar las actitudes, esto con el fin de comprender lo que cada persona experimenta ante un objeto o situación dada. De acuerdo con esto, en sus inicios la psicología social se definió como el estudio de las actitudes, ya que recaía en estas el papel clave para la comprensión del comportamiento humano (Thomas y Znaniecki, 1918).

Para Vallerand (1994), las características asociadas a la actitud son: a) es un constructo o variable no observable directamente; b) implica una organización, es decir, una relación entre aspectos cognitivos, afectivos y conativos; c) tiene un papel motivacional de impulsión y orientación a la acción -aunque no se debe confundir con ella- y también influencia la

percepción y el pensamiento; d) es aprendida; e) es perdurable; y, f) tiene un componente de evaluación o afectividad simple de agrado-desagrado.

Desde temprana edad y a lo largo de toda la vida, las personas reciben incentivos o castigos que gradualmente forjan actitudes positivas o negativas hacia diversos objetos y conceptos. Además, los modelos a seguir, aquellos individuos que representan un ideal para cada persona, influyen en la formación de actitudes, ya que se busca imitar las actitudes de estos modelos. En última instancia, cada individuo es un sujeto inmerso en una sociedad que ejerce una influencia constante, moldeando a las personas de acuerdo con sus valores, prejuicios, medios de comunicación y la cultura predominante.

De acuerdo con lo anterior, el desarrollo de actitudes está intrínsecamente vinculado con las experiencias personales y sociales que cada individuo ha experimentado a lo largo de su vida. Hu et al. (2018) señalan que las actitudes se presentan como predisposiciones que funcionan como esquemas internos en los estudiantes, y pueden mantenerse de manera positiva o negativa según las respuestas que se generen ante situaciones previamente vividas.

En estudiantes de secundaria en México, es común encontrar actitudes negativas hacia las áreas STEM, derivadas en gran parte de la percepción de que estas disciplinas son difíciles, abstractas o poco conectadas con su vida cotidiana. Muchos estudiantes ven las matemáticas y las ciencias como asignaturas poco atractivas y complejas, lo que puede desmotivarlos y hacer que pierdan interés temprano. Además, factores como la falta de recursos educativos innovadores, el enfoque tradicional en la enseñanza y la ausencia de modelos a seguir en STEM pueden reforzar estas actitudes negativas. Estas percepciones limitan la participación y el potencial de los estudiantes en áreas cruciales para el desarrollo y la competitividad del país, lo que hace necesario un cambio en la manera en que se enseñan y promueven las disciplinas STEM en este nivel educativo.

Se selecciona la educación secundaria porque es una etapa en la que los estudiantes inician una serie de cambios biológicos que influyen en la atención y la comprensión, estrechamente ligados a sus avances cognitivos y metacognitivos. Además, atraviesan procesos de formación personal que delinean su identidad, su autopercepción y el control de sí mismos; todo ello regula la manera en que se relacionan con su entorno social. En este sentido se coincide con Martín et al. (2022) en el supuesto de que las actitudes hacia las áreas STEM

se desarrollan desde edades tempranas y resultan difíciles de modificar en niveles educativos superiores, por lo cual nuestra investigación se realiza con estudiantes de tercero de secundaria.

En el marco de esta investigación las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas se presentan como una oportunidad para revisar la interacción de los estudiantes para con ellas, entre el conjunto de actividades desarrolladas y el contexto en el que se llevan a cabo. Esto, debido a que las actitudes son producto de eventos dinámicos, donde factores como el entorno social y los procesos influyen en la predisposición de los estudiantes hacia una acción que esté alineada con el objetivo planteado desde el inicio de las actividades (Hu et al., 2018).

De esta manera, las actitudes están relacionadas con el comportamiento que los sujetos mantienen en torno a los objetos a que hacen referencia. Implementar intervenciones educativas con enfoque STEM mediadas por la robótica es crucial para desarrollar actitudes positivas hacia las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en los estudiantes. La robótica ofrece experiencias prácticas y atractivas que permiten a los estudiantes explorar y aplicar conceptos STEM en situaciones reales, fomentando su interés y curiosidad por estas disciplinas. Este tipo de aprendizaje activo y experimental ayuda a superar el miedo o la apatía que algunos estudiantes pueden sentir hacia estas áreas, desarrollando en ellos una mentalidad positiva y de autoconfianza. Al ver los resultados tangibles de sus esfuerzos, los estudiantes no solo se sienten motivados, sino que también desarrollan una percepción y actitudes favorables sobre su capacidad para aprender y lograr el éxito en campos STEM, lo cual es fundamental para estimular su participación e interés profesional futuro en estas áreas.

2.7. La Orientación Vocacional

La palabra vocación tiene su origen en el latín *vocatio*, que quiere decir voz o llamado. En nuestro idioma significa: sentimiento que se produce en el individuo que lo lleva a emprender un camino, comúnmente pautado desde lo profesional, religioso o personal. La vocación es “cuando un individuo siente una inclinación irrefutable de consagrarse a la vida religiosa, o cuando el mismo estado se presenta vinculado a una profesión, modo de vida o carrera, se observa que este encontró su vocación” (Veschi, 2018).

En el ambiente educativo se utiliza el termino de Orientación Vocacional. Esta ha sido estudiada por varios autores, en la tabla 2.3, se muestran algunas definiciones.

Tabla 2.2

Definiciones de Orientación Vocacional

Autor(es)		Definición
Erika Gutiérrez, María Martínez.	Liliana y Lina Gutiérrez	“Un acontecimiento específico ocurrido en un tiempo determinado y que está relacionado con los rasgos y factores del desarrollo humano, basado específicamente en la teoría de las necesidades de Abraham Maslow: fisiológicas, seguridad, sociales, reconocimiento y autorrealización” (Gutiérrez y Rojas, 2018).
Marisol Pinzón	Gualtero	“Una unión de procedimientos psicológicos vinculados con un individuo particular en el mundo profesional que le sirve como coordenadas individuales con el fin de decidir sus mejores opciones” (Gualtero, 2016)
Yenci Paola Hernández	Rincón	“Es la fuerte unión que se establece entre el individuo, el conocimiento y la sociedad; es decir, la relación profunda entre el individuo que se está formando biológica y profesionalmente, con el conocimiento (es fundamental la función del maestro en esto) que lo capacita para hacer realidad sus sueños; y el acompañamiento de la familia, como núcleo social, construyen un ambiente propicio para que los procesos de formación se concentren en los contenidos y se ajusten las formas para ese objetivo” (Rincón, 2022).

Fuente: elaboración propia.

Las preferencias son un conjunto de deseos y un abanico de posibilidades que poseen las personas y se encuentran influenciadas de forma decisiva por los determinantes personales y/o contextuales que van a marcar la decisión vocacional final, o elección vocacional definitiva, que tiene como punto de partida las preferencias, deseos y expectativas, y el saber,

es decir el conocimiento de sí mismo (autoconocimiento) y del entorno que desencadenan procesos que facilitan una adecuada decisión vocacional (Cristancho et al., 2016).

En su libro, González (2010) identifica que la orientación vocacional se va construyendo por etapas y estas se presentan a lo largo de la vida estando asociadas al proceso de formación de los seres humanos. Dichas etapas son:

- La primera etapa, comprende el desarrollo de intereses y capacidades básicas; transcurre durante la niñez y se caracteriza por el enfrentamiento del niño a una amplia y variada gama de conocimientos, experiencias y actividades tanto en el hogar como en la escuela que constituye posteriormente la base para la estructuración de los motivos profesionales. Durante esta etapa la familia y la escuela desempeñan rol trascendental.
- La segunda etapa, se caracteriza primordialmente por procesos de elección profesional incluye deseos, variedad de intereses y motivos profesionales. El adolescente y el joven identifica la necesidad de realizar una elección vocacional y van concientizando la necesidad de esta. La familia y la escuela tienen un papel vital en la toma de decisiones y en el acompañamiento que requiere para definir su orientación vocacional.
- La tercera etapa de la orientación se caracteriza por la reafirmación (González, 2010).

De acuerdo con lo anterior podemos concluir que la orientación de la vocación que va desarrollando cada estudiante es un proceso en que juegan un papel importante los siguientes tres factores externos:

- Las experiencias en las que cada estudiante se ve involucrado, en ambientes formales y no formales.
- El entorno social, esto abarca su familia, comunidad y país.
- La escuela a la que pertenece, entrando en juego la calidad de la educación que recibe, el currículo de la escuela, así como la relación entre maestros y estudiantes dentro del proceso educativo.

En la sociedad actual existen múltiples voces que coinciden en la necesidad de inspirar, motivar e incentivar a los jóvenes a estudiar una carrera relacionada con las áreas STEM. La tabla 2.4 presenta las opiniones de diversos autores y organizaciones que han destacado la importancia de promover estas vocaciones desde etapas tempranas.

Tabla 2.3*Posturas a favor de inspirar a los jóvenes hacia las áreas STEM*

Fuente	Aportación
Alistair Cox. Ingeniero en Aeronáutica y CEO de Hays. Reino Unido.	Si no actuamos todos ahora para inspirar a una generación futura de expertos en STEM, el rápido progreso de la última década se alargará y se detendrá. O peor aún, millones de jóvenes perderán la oportunidad de tener una carrera maravillosa y gratificante de por vida (Cox, 2019, p. 1).
Bill Gate. Testimonio presentado ante el Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Representantes de los EEUU.	Los estudiantes STEM son el futuro. Hay que fortalecer las oportunidades educativas, para que los estudiantes y trabajadores de los Estados Unidos tengan las habilidades que necesitan para tener éxito en la economía impulsada por la tecnología y la información de hoy y mañana. (Rosmarin, 2019, p. 3).
El Diario Latinoamericano. Diario Económico y Empresarial del siglo XXI	La educación STEM juega un papel muy importante mostrando la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática como parte del mundo que habitamos, es hora de integrarlas y volverlas más asequibles y amigables, buscando que desde pequeños conecten con la vocación en estas especializaciones, logrando que puedan introducir esos conocimientos en la vida real, con los problemas cotidianos (El Diario Latinoamericano, 2022, p. 1).
Nicolás Schenquerman. Regional Manager de Matific para Latinoamérica.	Es importante generar conciencia sobre la importancia de fortalecer la enseñanza de las ciencias duras en los jóvenes, porque en ellas está la clave del presente y futuro de la humanidad. El desarrollo de las habilidades STEM debe ser tema de agenda permanente, ya que se necesita buscar nuevas formas de aprendizaje, que acerquen a los niños, niñas y adolescentes a los números, desde otro lugar más atractivo y divertido. (Sobre Tiza, 2022, p. 1).

Visión STEM para México	Después de todos los beneficios que han traído la ciencia y la tecnología, el desafío que compartimos es promover el estudio de STEM entre nuestros niños, niñas y jóvenes. Incrementar el interés de los estudiantes en STEM, y así incrementar también el número de estudiantes que persiguen una carrera STEM (APSTEM, 2019, p. 35).
Niñas STEM pueden. México	Niñas STEM pueden es una iniciativa impulsada por el gobierno mexicano que busca promover las capacidades de las niñas y adolescentes para emprender carreras exitosas en STEM. Atraer a las niñas y adolescentes a las carreras profesionales y a los estudios STEM. Según una encuesta realizada en 2017 tras un programa piloto, el 75% de sus participantes sintió mayor motivación para seguir una carrera STEM tras participar en una serie de talleres. (SEP, 2023, p. 9).

Fuente: elaboración propia.

Es importante brindar al estudiante el apoyo y las experiencias necesarias para que pueda descubrir sus puntos de partida, acceder a información, argumentos y motivaciones genuinas que lo ayuden a tomar decisiones informadas y a orientar mejor su vocación.

Podemos concluir que es posible influir en la orientación vocacional de los estudiantes si los enfrentamos a experiencias de aprendizaje que sean significativas y como resultado se incrementa el interés en un grupo objetivo de disciplinas. Tal es el objetivo de este trabajo de investigación, el demostrar que los proyectos y actividades que el estudiante realice en el taller de robótica educativa con enfoque STEM influirán en el desarrollo de actitudes positivas hacia las áreas de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas y que este cambio en sus actitudes se verá reflejado en un mayor interés en las carreras relacionadas con STEM.

2.8. La educación básica en México con respecto a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas

En México la Ley General de los Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes fue creada por decreto presidencial y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de

diciembre de 2014 por el entonces presidente de los Estados Unidos Mexicanos Enrique Peña Nieto (Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 2014).

Posteriormente, siendo presidente de los Estados Unidos Mexicanos Andrés Manuel López Obrador; en la sede del Pleno del Senado de la República el 29 de marzo de 2022 se firmó la iniciativa con proyecto de decreto por el que se reforma y adiciona la Ley General de los Derechos de Niñas, Niños y Adolescentes en materia de derecho humano a la ciencia, la tecnología y la innovación.

En esta ley se enuncian 21 derechos, de los cuales, tres son los que tienen relación con los objetivos de esta investigación. En la tabla 2.2, se enuncia el derecho y las fracciones correspondientes.

Tabla 2.4 Artículos referentes al derecho de niñas, niños y adolescentes en materia de derecho humano a la ciencia, la tecnología y la innovación.

XI	
Capítulo Décimo Primero	
Del derecho a la Educación	
Artículo 57	Fracciones
Niñas, niños y adolescentes tienen derecho a una educación de calidad que contribuya al conocimiento de sus propios derechos y, basada en un enfoque de derechos humanos y de igualdad sustantiva, que garantice el respeto a su dignidad humana; el desarrollo armónico de sus potencialidades y personalidad, y fortalezca el respeto a los derechos humanos y a las libertades fundamentales, en los términos del artículo 3o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de	IV. Establecer las condiciones necesarias para fortalecer la calidad educativa, tales como la relevancia y pertinencia del currículo, la disposición de la infraestructura y equipamiento adecuados para el aprendizaje y para las prácticas de enseñanza, la evaluación docente, entre otras; V. Destinar recursos humanos, materiales y presupuestarios adecuados y suficientes para garantizar la educación de calidad de niñas, niños y adolescentes; Adaptar el sistema educativo a las condiciones, intereses y contextos específicos

Educación y demás disposiciones de niñas, niños y adolescentes para garantizar su permanencia en el sistema educativo; aplicables.

VII. Adaptar el sistema educativo a las condiciones, intereses y contextos específicos de niñas, niños y adolescentes para garantizar su permanencia en el sistema educativo;

XX

Capítulo Vigésimo

Derecho de Acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación

Artículo 101 Bis. Niñas, niños y adolescentes gozan del derecho de acceso universal a las Tecnologías de la Información y Comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e Internet establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Artículo adicionado DOF 20-06-2018 **Artículo 101 Bis 1.** El Estado garantizará a niñas, niños y adolescentes su integración a la sociedad de la información y el conocimiento, acorde a los fines establecidos en el artículo 3o. constitucional, mediante una política de inclusión digital universal en condiciones de equidad, asequibilidad, disponibilidad, accesibilidad y calidad.

XI

Capítulo Vigésimo Primero

Derecho de Acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación

Artículo 101 Ter. Las niñas, niños y adolescentes gozan del derecho a la ciencia, la tecnología y la innovación, el cual comprende el derecho a gozar del progreso científico y tecnológico, así como participar en su desarrollo y difusión, en los términos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los tratados internacionales de los que México forma parte.

Artículo 101 Ter 1. El Estado garantizará a niñas, niños y adolescentes el acceso al desarrollo y la difusión de la ciencia, la tecnología y la innovación, según el grado de madurez. Así mismo, garantizará el derecho de beneficiarse del progreso científico y

tecnológico, conforme a las disposiciones establecidas en las leyes en materia de ciencia, tecnología y educación.

Fuente: elaboración propia con información obtenida de la página de la Cámara de Diputados LXV Legislatura (Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 2014).

Lograr la implementación del enfoque STEM con actividades centradas en la robótica en el currículo de educación básica representa una opción con gran potencial para contribuir a los objetivos de ciencia y tecnología en México, promoviendo una cultura de innovación y desarrollo tecnológico desde las primeras etapas educativas. Al introducir la robótica en la educación básica, se despierta y orienta el interés de los estudiantes por las disciplinas STEM, permitiendo que adquieran habilidades técnicas y de pensamiento crítico necesarias para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos de nuestro país. Esta formación temprana es clave para construir una base sólida de futuros profesionales capaces de aportar soluciones creativas en áreas como la automatización, la inteligencia artificial y las energías renovables. Además, estas iniciativas alinean la educación con los objetivos nacionales de aumentar la competitividad y reducir la dependencia tecnológica, promoviendo una economía basada en el conocimiento y desarrollando el talento que México necesita para comenzar a destacarse en el escenario mundial de ciencia y tecnología.

2.9. Otros paradigmas presentes en el siglo XXI

2.9.1. La Cuarta Revolución Industrial

La humanidad ha atravesado cuatro revoluciones industriales que han transformado profundamente su desarrollo: la primera se caracterizó por el uso del vapor y la mecanización de los procesos productivos, la segunda introdujo la electricidad, el motor de combustión interna y los primeros avances en las telecomunicaciones, la tercera estuvo marcada por la digitalización, la automatización y el surgimiento de las tecnologías de la información y la comunicación, y la cuarta incorporó la inteligencia artificial, el big data, la robótica y la interconectividad digital en todos los ámbitos sociales, industriales y educativos (Romualdo, 2024; Shaturaev, 2023).

En la actualidad, a raíz del acelerado desarrollo de la inteligencia artificial, distintos autores ya hablan del surgimiento de una quinta revolución industrial, caracterizada por la

integración colaborativa entre humanos y tecnologías inteligentes, con un enfoque centrado en la ética, la sostenibilidad y el bienestar social; incluso, algunas voces anticipan una posible Sexta Revolución, impulsada por avances en neurotecnología, biología sintética y computación cuántica, lo que evidencia que la transformación tecnológica no solo continúa, sino que se acelera y plantea desafíos cada vez más complejos para los sistemas educativos, económicos y sociales (Ruiz, 2024; Hastutiningsih et al., 2024).

Ante este panorama de transformaciones tecnológicas aceleradas, es indispensable que los sistemas educativos promuevan una formación sólida en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) desde los niveles básicos, de modo que todos los estudiantes —no solo aquellos que se orientarán hacia carreras técnicas— desarrollen habilidades para comprender, adaptarse y participar activamente en un mundo impulsado por la innovación. Al mismo tiempo, se vuelve prioritario fortalecer la formación de profesionales especializados en STEM, capaces de liderar los procesos de investigación, desarrollo e implementación de tecnologías emergentes con una visión ética, crítica y comprometida con el bienestar social y ambiental.

De este modo, cada una de las revoluciones industriales ha redefinido no solo la manera en que se produce, comunica y vive, sino también lo que las personas necesitan aprender para integrarse activamente en dichos contextos. En este marco, el avance progresivo de la ciencia y la tecnología ha hecho que las disciplinas STEM adquieran un papel central en los procesos educativos. Esta transformación ha generado nuevas exigencias en cuanto a las competencias cognitivas y prácticas que deben desarrollar los estudiantes, así como en la manera en que perciben el valor y la utilidad de las áreas STEM. Sin embargo, cuando los sistemas educativos no actualizan sus contenidos y metodologías en consonancia con estos cambios, se limita la posibilidad de que los estudiantes desarrollen actitudes positivas hacia STEM y se reduce su interés por orientarse a carreras relacionadas con estas disciplinas.

2.9.2. Los empleos del futuro

Según información presentada en el informe 2020 del Foro Económico Mundial, la demanda de los empleos y las competencias del futuro cercano, en 2025, giran alrededor de los siguientes cinco puntos: la automatización de la fuerza del trabajo, la revolución robótica,

el pensamiento analítico, la creatividad y la flexibilidad, elevar las habilidades de los empleados y el trabajo a distancia (WEF, 2020).

La educación STEM es un elemento clave para apalancar la transformación de México hacia una economía de primer mundo, ya que fomenta el desarrollo de habilidades esenciales para los empleos del futuro. Estos empleos, en áreas como inteligencia artificial, energías renovables, ciencia de datos y biotecnología, no solo ofrecen salarios competitivos, sino que también contribuyen a resolver problemas nacionales, como la falta de infraestructura tecnológica y los desafíos ambientales. Al formar a más jóvenes en STEM, México puede fortalecer su capacidad para innovar, atraer inversiones y aumentar su competitividad global, creando una economía moderna y diversificada. Una fuerza laboral bien preparada en estas áreas le permitiría al país transitar hacia una economía basada en el conocimiento en lugar de una de servicios; reducir la dependencia de sectores tradicionales y avanzar hacia una sociedad más equitativa y próspera.

2.9.3. Las habilidades del siglo XXI

Desde finales del siglo pasado se viene hablando de las habilidades necesarias para que las personas en general, pero especialmente los estudiantes, pudieran enfrentar los retos del nuevo siglo; ya que se vislumbraban los grandes avances tecnológicos que se han presenciado. Hoy, con casi un cuarto de siglo transcurrido, el tema sigue teniendo relevancia. Con la pasada pandemia por COVID-19 se puso en evidencia que todavía falta mucho por hacer en este tema, aunado a los rápidos y más disruptivos avances tecnológicos que se vislumbran para la siguiente década.

Para prosperar en la economía actual, impulsada por la innovación, los trabajadores requieren una combinación de habilidades considerablemente diferente a la del pasado. Ya no es suficiente con saber leer, escribir o tener matemáticas básicas, las fuerzas de trabajo actuales requieren de competencias como la colaboración, la creatividad y la resolución de problemas, y además deben de cultivar cualidades del carácter como la proactividad, la curiosidad, la resiliencia y la persistencia.

En la figura 2.3, aparecen las habilidades que deben desarrollar los estudiantes para enfrentar los retos que el mercado laboral les demanda, los cuales fueron divididas en tres

categorías: la alfabetización básica, las competencias y las habilidades personales (WEF, 2015)

Figura 2.3

Habilidades para satisfacer las necesidades del mercado del siglo XXI

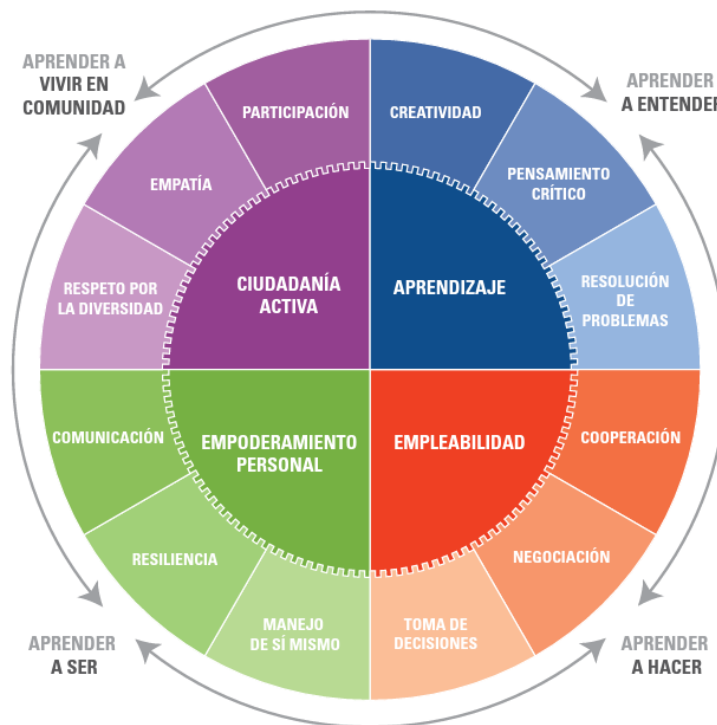


Fuente: obtenida del documento New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology, del World Economic Forum (WEF, 2015).

Sobre el mismo tema y con una visión global y contextualizada al siglo XXI, la UNICEF conceptualiza las dimensiones que conducen a un desarrollo humano integral. Así, identifica cuatro tipos de habilidades transferibles, que se muestran en la Figura 2.4 que permitirán a niñas y niños una educación básica de calidad que desarrolle su máximo potencial logrando un impacto significativo en sus vidas (UNICEF, 2021).

Figura 2.4

Habilidades transferibles para América Latina y el Caribe



Fuente: UNICEF 2021

Podemos concluir que la educación STEM es fundamental para desarrollar las habilidades del siglo XXI señaladas por el Foro Económico Mundial (WEF) y las habilidades transferibles destacadas por UNICEF. Las áreas STEM, además de brindar conocimientos técnicos, fortalecen la capacidad de aprender y aplicar conocimientos en diferentes contextos, lo que concuerda con el enfoque de UNICEF en habilidades transferibles que permiten a los jóvenes adaptarse y progresar en diversas áreas tanto personales como laborales. Así, una educación que integre STEM y fomente estas habilidades no solo prepara a los estudiantes para los empleos del futuro, sino que también los equipa con herramientas versátiles que les ayudarán a enfrentar desafíos globales, colaborando de manera efectiva y presentando soluciones innovadoras.

2.9.4. La sociedad del conocimiento

Este término tan usado en este siglo XXI está presente en la mayoría de los discursos que abordan el tema de la educación, tales como la UNESCO (2023) y la OCDE (2022). Para la CEPAL la sociedad del conocimiento está estrechamente relacionada a una concepción de la educación como aprendizaje y del aprendizaje como acceso y uso de las tecnologías. Según Rubio y Jiménez (2021), la serie educación-aprendizaje-tecnología, en el contexto amplio del desarrollo económico, es perceptible en toda la producción discursiva acerca de la sociedad del conocimiento.

La expansión de la economía a la sociedad de conocimiento descansa en la multiplicación de las comunidades intensivas en conocimientos; estas comunidades, que se caracterizan por grandes capacidades de producción y reproducción del saber, un espacio público o semipúblico de intercambio y de aprendizaje y la utilización intensiva de las tecnologías de la información, son comunidades esencialmente relacionadas con profesiones o con proyectos científicos, técnicos y económicos. A medida que crezcan las comunidades de ciudadanos, usuarios y personas no expertas, unidas por intereses comunes en diversos temas, y que compartan características como el intercambio de información y la colaboración, la sociedad del conocimiento alcanzará su máximo potencial (Gaviria y Guevara, 2021).

Para la UNESCO, las sociedades del conocimiento deben basarse en cuatro pilares:

- La libertad de expresión.
- El acceso universal a la información y al conocimiento
- El respeto a la diversidad cultural y lingüística
- La educación de calidad para todos (UNESCO, 2023).

La educación STEM contribuye en el desarrollo de las sociedades del conocimiento, donde el acceso a la información, la innovación y la colaboración propician el crecimiento económico y social. En estas sociedades, las personas no solo consumen conocimiento, sino que lo producen y lo comparten, fomentando un avance en todos los ámbitos. La educación STEM brinda a niños y jóvenes habilidades críticas para resolver problemas complejos, entender y aplicar nuevas tecnologías y contribuir activamente a la innovación. Al desarrollar estas capacidades en los estudiantes desde edades tempranas, se contará con ciudadanos más

preparada para enfrentar los desafíos globales y para construir un futuro basado en el conocimiento y la tecnología.

Resumiendo, al implementar una propuesta educativa centrada en la educación STEM es pertinente integrar factores presentes en el contexto actual, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los empleos del futuro, las ciudades del conocimiento, las habilidades del siglo XXI y la Cuarta Revolución Industrial. Estos elementos representan tanto los desafíos como las oportunidades de nuestro tiempo, y su consideración permite formar a estudiantes con un enfoque global, ético y sostenible. Incluir los ODS en el currículo orienta el aprendizaje hacia la resolución de problemas reales, mientras que el enfoque en habilidades del siglo XXI, como el pensamiento crítico y la adaptabilidad, los prepara para las ocupaciones laborales que aún no existen, pero que serán claves en la economía del conocimiento. Al mismo tiempo, la Cuarta Revolución Industrial demanda competencias digitales avanzadas y adaptabilidad frente a la rápida evolución tecnológica. Así, una propuesta educativa integral que contemple estos factores permitirá formar a los profesionales y a los ciudadanos preparados para contribuir activamente a una sociedad inclusiva, innovadora y sustentable.

3. Marco metodológico

En este capítulo se presenta la metodología empleada para abordar el problema de investigación, con base en el objetivo general: evaluar el impacto de una estrategia educativa con enfoque STEM, centrada en la robótica, en las actitudes e interés hacia las profesiones STEM en estudiantes de tercer grado de secundaria.

3.1. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, ya que el diseño empleado es experimental, específicamente cuasiexperimental. Este es un método sistemático y científico de investigación en el que el investigador tiene el control de modificar una o más variables con el objetivo de controlar y medir los efectos que esa manipulación produce en otras variables. La investigación experimental detalla el procedimiento que sigue el investigador para evaluar si la modificación de variables provoca ciertos efectos, es decir, si dicha manipulación causa directamente un resultado específico (Zajić y Maksimović, 2022).

En las últimas décadas, se ha notado un uso más extendido de la investigación cuasiexperimental en el ámbito de las ciencias sociales, debido en parte a la necesidad de dar más validez a las investigaciones en las ciencias sociales, junto con el aumento de intervenciones controladas con el fin de demostrar relaciones y conclusiones causales rigurosas (Gopalan et al., 2020). La diferencia entre un experimento y un cuasiexperimento radica en que, en el primero, los grupos se integran de forma aleatoria, mientras que, en el segundo, la distribución aleatoria no es posible debido a que los grupos ya están previamente integrados.

El cuasiexperimento adoptó un diseño de métodos mixtos, ya que se emplearon tanto técnicas cuantitativas como cualitativas para la recolección y análisis de datos. Esta combinación metodológica permitió no solo medir el impacto de la estrategia educativa, sino también comprender las percepciones, experiencias y significados atribuidos por los estudiantes a dicha intervención.

El uso de métodos mixtos se justifica por su capacidad para abordar fenómenos complejos desde una perspectiva integral, combinando la generalización y objetividad de los datos cuantitativos con la profundidad y contextualización de los datos cualitativos. Esta estrategia metodológica permite responder tanto al “qué” como al “por qué” del fenómeno estudiado, integrando mediciones precisas con la comprensión de significados, experiencias y contextos, lo que da lugar a resultados más completos, sólidos y aplicables (Medina et al., 2023).

En las últimas décadas se ha producido un aumento considerable en el uso de la investigación de métodos mixtos, lo cual ha dado origen a distintas opciones de diseños para su implementación, los cuales tienen su propio objetivo, supuestos, procedimientos y estrategias de integración (Creswell y Clark, 2018). Para Fethers (2020), en la investigación de métodos mixtos se hace uso de métodos tanto cuantitativos como cualitativos en un mismo estudio o investigación con el fin de lograr una comprensión más completa del fenómeno estudiado que la que podemos alcanzar si utilizamos un solo método.

De acuerdo con los resultados de Sáinz et al. (2022), la inclusión de métodos cualitativos en el diseño de intervenciones cuantitativas orientadas a promover la participación

de jóvenes en STEM resultó especialmente valiosa, ya que permite comprender cómo, bajo qué circunstancias y para qué grupos de población estas intervenciones son más efectivas.

Por su parte Collins et al. (2020) mediante un diseño de métodos mixtos, hallaron mejoras cuantitativas en actitudes, interés, conocimientos y habilidades vinculadas a STEM, y, desde el componente cualitativo, reportaron sentimientos de satisfacción y gratitud en los estudiantes, lo que ayudó a explicar la variabilidad de los datos.

El diseño de una investigación con enfoque de métodos mixtos debe responder a las condiciones que justifican su aplicación. En este sentido, Creswell y Creswell (2023) señalan una serie de características que definen este enfoque y orientan su uso adecuado en investigaciones que buscan integrar perspectivas cuantitativas y cualitativas:

- En este tipo de investigaciones es fundamental que se recolecten datos tanto cuantitativos como cualitativos en el abordaje del problema que se está investigando.
- Se debe de cumplir con la integración de los datos cuantitativos y cualitativos. Debe de haber conexiones entre los dos tipos de datos.
- Hay que seleccionar un diseño de métodos mixtos que describa el procedimiento que se seguirá para integrar las dos bases de datos; la cuantitativa y la cualitativa.
- Comúnmente se elabora una tabla con el fin de analizar la integración de las dos bases de datos.
- A partir de las conclusiones, interpretaciones y conocimientos que se obtienen del análisis de la integración de los datos se llegan a meta inferencias.
- Las creencias, los valores y las explicaciones del investigador extraídas de la literatura revisada sirven de marco para la investigación.

Para esta investigación se seleccionó un enfoque de métodos mixtos, ya que, además de permitir valorar cuantitativamente el impacto de la intervención educativa, facilitó la exploración cualitativa de las percepciones y experiencias de los estudiantes. El objetivo principal fue analizar los efectos de una estrategia educativa con enfoque STEM, centrada en

la robótica, sobre las actitudes hacia las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como sobre el interés en las carreras STEM en estudiantes de secundaria.

En la fase cuantitativa, se buscó medir los cambios en dichas actitudes mediante la aplicación de la encuesta S-STEM, con ítems estructurados en una escala tipo Likert. Por su parte, la fase cualitativa permitió profundizar en las construcciones subjetivas de los estudiantes respecto a su participación en la intervención, utilizando la técnica del grupo focal como herramienta principal para la recolección de información.

La intervención consistió en la implementación de un taller de robótica educativa con enfoque STEM, diseñado para estudiantes de tercer grado de secundaria y desarrollado en un espacio asignado dentro del plantel educativo seleccionado.

Respecto al diseño específico, se seleccionó el diseño de métodos mixtos convergente, ya que se buscó comparar e integrar la información que proporcionaron los instrumentos cuantitativos y los cualitativos. Aunque las bases de datos tienen diferente origen, su convergencia permitió dar validez y enriquecer la comprensión del fenómeno estudiado.

Para Creswell y Creswell (2023) el diseño convergente de métodos mixtos se caracteriza por la comparación intencionada entre los resultados cuantitativos y cualitativos, los cuales se integran para identificar coincidencias, divergencias o relaciones complementarias entre ambos tipos de datos. Este enfoque parte del supuesto de que los datos cuantitativos —como puntuaciones en instrumentos— y los cualitativos —como las percepciones de los participantes— ofrecen perspectivas distintas pero complementarias, que al fusionarse permiten validar o enriquecer la comprensión del fenómeno estudiado.

El fundamento para la selección del enfoque de métodos mixtos de esta investigación se basa en la idea de que, al recolectar datos a través de ambos enfoques, cuantitativo y cualitativo, se pueden comparar y combinar durante el proceso de análisis. Se considera que la combinación de ambos tipos de datos arrojará una visión más completa y enriquecedora del fenómeno que se está estudiando.

Los datos cuantitativos proporcionaron la información sobre los efectos de la estrategia en los estudiantes, permitiéndonos medir y cuantificar resultados de manera objetiva. Por otro lado, los datos cualitativos brindaron la oportunidad de explorar las vivencias, experiencias y

perspectivas de los estudiantes durante su participación en la intervención, lo que enriqueció la comprensión del contexto y los matices asociados con el fenómeno.

De este modo, para los propósitos de esta investigación con un enfoque de métodos mixtos convergente, se ha decidido enmarcar el enfoque cualitativo dentro del cuantitativo. Esto significa que los datos cuantitativos servirán como una base sólida sobre la cual construir y contextualizar la parte cualitativa, permitiendo un análisis más completo y profundo de los resultados.

Esta investigación se sustentó en el paradigma pragmatista, el cual reconoce que el conocimiento se construye a partir de la interacción entre la experiencia, la práctica y la utilidad del saber para resolver problemas concretos. Desde esta perspectiva, no se privilegia exclusivamente una visión objetiva o subjetiva de la realidad, sino que se valoran tanto los datos cuantitativos como las interpretaciones cualitativas, permitiendo una comprensión más integral del fenómeno estudiado.

El pragmatismo proporciona el fundamento filosófico para el uso de métodos mixtos, ya que permite seleccionar técnicas, procedimientos y formas de análisis acordes con las necesidades del problema de investigación, sin restringirse a una única tradición metodológica (Elgeddawy y Abouraia, 2024; Arias-Odón, 2023). Según Creswell y Creswell (2023), el pragmatismo se centra en "lo que funciona" para abordar el problema de estudio, lo cual justifica la integración de diversos métodos para generar respuestas más completas y útiles.

Por su parte, Dube et al. (2024) sostienen que el pragmatismo, aplicado a la investigación educativa, permite enfrentar problemas contextualizados mediante acciones sistemáticas, integrando diferentes métodos para lograr una comprensión práctica y significativa del fenómeno estudiado.

De esta manera, el enfoque pragmático fue coherente con la elección de un diseño cuasiexperimental y de métodos mixtos convergente, ya que permitió evaluar los efectos de una intervención educativa en un contexto real, al tiempo que se recuperaron las percepciones de los participantes sobre la experiencia vivida. Así, se mantuvo una correspondencia entre el propósito práctico del estudio, la integración de enfoques cuantitativo y cualitativo, y la realidad educativa abordada.

Por último, el diseño de esta investigación fue transversal, ya que las variables se midieron en un único momento, es decir, la estrategia educativa se implementó una sola vez. Debido a su carácter cuasiexperimental y a que la intervención se llevó a cabo en un grupo de 34 estudiantes, el grado de generalización de los resultados es limitado.

3.2. Marco contextual

Esta investigación se realizó durante el ciclo escolar 2023-2024 durante los meses de enero-junio de 2023. Los participantes en la investigación se componen de 60 estudiantes de tercero de secundaria de una institución pública ubicada en Monterrey, Nuevo León, México. Esta institución es de tipo general, tiene la clave 19EES0042; opera en el turno matutino de 7:30 AM a 12:00 PM y el grado de marginación que presenta es muy bajo.

Su programa educativo se rige por lo establecido por la Secretaría de Educación Pública, y para los estudiantes de tercero de secundaria el programa educativo de ciencias dice que:

La formación científica básica implica que niños y jóvenes amplíen de manera gradual sus niveles de representación e interpretación respecto de fenómenos y procesos naturales, acotados en profundidad por la delimitación conceptual apropiada a su edad, en conjunción con el desarrollo de habilidades, actitudes y valores.

Es indispensable acercar a los alumnos a la investigación científica de un modo significativo y relevante, a partir de actividades creativas y cognitivamente desafiantes para propiciar un desarrollo autónomo y abrir oportunidades para la construcción y movilización de sus saberes.

La investigación es un aspecto esencial de la formación científica básica, por lo que deberá favorecerse el diseño y desarrollo de actividades prácticas, experimentales y de campo (SEP, 2023).

Mientras que el programa educativo para matemáticas dice que:

La formación matemática que permite a los individuos enfrentar con éxito los problemas de la vida cotidiana depende, en gran medida, de los conocimientos adquiridos y de las habilidades y actitudes desarrolladas durante la Educación Básica.

La experiencia que vivan los alumnos al estudiar matemáticas en la escuela puede traer como consecuencias, el gusto o el rechazo hacia la disciplina, la creatividad para buscar soluciones o la pasividad para escucharlas y tratar de reproducirlas, la búsqueda de argumentos para validar los resultados o la supeditación de éstos al criterio del docente (SEP, 2023).

Se seleccionaron estudiantes de tercer grado de secundaria, ya que esta etapa representa un momento clave en el desarrollo académico y vocacional de los adolescentes, en el que comienzan a definirse intereses hacia áreas específicas del conocimiento. Además, su nivel de madurez cognitiva y los contenidos curriculares que abordan en este grado permiten una mejor articulación con actividades basadas en el enfoque STEM y la robótica.

En esta investigación se implementó una intervención educativa con enfoque STEM, centrada en la robótica, con el propósito de valorar su impacto en las actitudes e interés de los estudiantes hacia las carreras STEM, así como recoger información sobre sus percepciones respecto a la experiencia vivida. Para ello, se seleccionaron dos grupos de tercer grado: uno será el grupo experimental y el otro el grupo control. La intervención consistió en una serie de sesiones estructuradas con base en actividades y proyectos que permitieran a los estudiantes diseñar y construir soluciones robóticas. Los contenidos de las sesiones fueron organizados siguiendo los principios de la educación STEM y aplicando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), con el fin de garantizar una secuencia lógica y formativa.

3.3. Población y muestra

La población objetivo de esta investigación estuvo conformada por estudiantes que cursaban el tercer grado de educación secundaria en escuelas públicas del municipio de Monterrey, Nuevo León, México, durante el ciclo escolar 2023–2024.

La población disponible correspondió a los estudiantes inscritos en la Escuela Secundaria Pública No. 10 “Profesor Moisés Sáenz Garza”, ubicada en el centro de Monterrey. Durante dicho ciclo escolar, la matrícula total de la escuela fue de 750 estudiantes, distribuidos en 264 en primer grado, 231 en segundo grado y 255 en tercer grado, organizados en siete grupos.

Por decisión institucional, se asignaron dos grupos ya conformados para el desarrollo del estudio: el grupo 18, con 35 estudiantes, fue designado como grupo experimental (GE), y el grupo 19, con 29 estudiantes, como grupo control (GC), lo que conformó una muestra total de 64 participantes.

La selección no fue aleatoria, ya que la escuela no autorizó la conformación de un grupo experimental mediante la extracción de estudiantes de distintos grupos. Esta decisión se tomó con el objetivo de no interferir en el desarrollo académico regular de los estudiantes, ya que, al integrar un nuevo grupo con fines experimentales, los participantes habrían tenido que ausentarse de clases de otras asignaturas, lo cual podría haber generado rezago o afectaciones en su desempeño escolar.

Asimismo, la implementación del taller solo fue posible en un grupo, debido a limitaciones en los recursos disponibles. Específicamente, los recursos físicos, económicos y humanos con los que se contaba solo permitían llevar a cabo la intervención en un único grupo experimental. La escuela no disponía de un espacio acondicionado como taller de robótica, y los costos asociados a los materiales tecnológicos requeridos eran elevados. Además, el diseño de la estrategia educativa implicaba una atención intensiva y personalizada, por lo cual no fue viable replicarla simultáneamente en más grupos dentro del mismo periodo escolar.

El tipo de muestreo empleado fue no probabilístico, de tipo intencional y por conveniencia, en función de los criterios establecidos por la investigadora y las condiciones institucionales. Debido a ello, se reconoce que la muestra no es representativa de toda la población objetivo, lo cual limita la generalización de los resultados más allá del contexto específico analizado.

El muestreo por conveniencia es una técnica no probabilística ampliamente utilizada en investigaciones cuantitativas y cualitativas, debido a su bajo costo, simplicidad operativa y

menor demanda de tiempo (Creswell y Creswell, 2023). En el caso de esta investigación, la muestra fue no probabilística e intencional, ya que se seleccionaron aquellos grupos que, según los criterios establecidos por la investigadora, se consideraron representativos de la población disponible y capaces de aportar información útil y pertinente para los objetivos del estudio (Golzar y Tajik, 2022).

De acuerdo con Medina et al. (2023), los criterios para seleccionar la muestra de estudio dependen de los objetivos trazados por el investigador; de esta forma es importante establecer criterios claros de inclusión y exclusión de la muestra. Para fines de esta investigación las características de los grupos se consideran suficientes y aceptables, debido a que los estudiantes pertenecen al mismo grado, y presentan homogeneidad con respecto al nivel de conocimientos, edad y sexo. Lo anterior contribuye a la validez interna del experimento, ya que no se presentan características dispares que puedan contaminar el experimento e incidir en los resultados finales.

Para participar en esta investigación, los estudiantes debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión:

Haber estado inscritos en el tercer grado de la escuela secundaria previamente mencionada y pertenecer a los GE y GC.

Haber asistido a la plática informativa y haber entregado el documento de participación firmado tanto por ellos como por sus padres o tutores.

Se establecieron también los siguientes criterios de exclusión:

Haber estado inscritos en primero o segundo grado, o pertenecer a grupos de tercer grado que no fueron seleccionados.

No haber entregado el documento de participación firmado por el estudiante y su padre, madre o tutor, aun perteneciendo a los GE y GC.

3.4. Fase cuantitativa

Esta fase inició con la definición de las variables cuantitativas a evaluar, tras lo cual se seleccionó el instrumento más adecuado para su medición: la encuesta S-STEM. Dicha prueba, originalmente desarrollada en inglés, fue traducida y sometida a un proceso de

validación y ajuste contextual. Posteriormente, se realizaron las adecuaciones pertinentes y se llevó a cabo un pilotaje del instrumento. El análisis de los datos obtenidos en esta etapa permitió confirmar su validez y confiabilidad para los fines de esta investigación. La encuesta se aplicó antes y después de la intervención educativa, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, con el objetivo de medir los cambios en las variables estudiadas. Finalmente, los datos recolectados fueron analizados estadísticamente para proceder con la interpretación de los resultados.

3.4.1. Variables cuantitativas

En este apartado se presentan las variables independientes y dependientes que fueron consideradas en la investigación.

Variable independiente:

La variable independiente corresponde a la intervención educativa implementada, específicamente el taller de robótica con enfoque STEM, diseñado para promover el desarrollo de actitudes positivas hacia las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como el interés en profesiones STEM.

Variables dependientes (cuantitativas):

Las variables dependientes se relacionan con los efectos que la intervención podría generar en los estudiantes, y son las siguientes:

- Actitud hacia las ciencias.
- Actitud hacia la tecnología.
- Actitud hacia la ingeniería.
- Actitud hacia las matemáticas.
- Interés en carreras STEM.

3.4.2. Población y muestra (cuantitativa)

Para la fase cuantitativa se trabajó con la muestra previamente descrita en el apartado de población y muestra, compuesta por estudiantes de tercer grado de secundaria de la Escuela Secundaria Pública No. 10 “Profesor Moisés Sáenz”. Esta muestra se conformó por dos grupos ya establecidos: un grupo experimental, integrado por 35 estudiantes, y un grupo

control, conformado por 29 estudiantes. Ambos grupos participaron en la aplicación del instrumento en dos momentos: antes (pretest) y después (postest) de la intervención educativa.

3.4.3. Selección del Instrumento para recolectar los datos cuantitativos

Para la recolección de los datos cuantitativos se identificaron dos instrumentos ampliamente utilizados y validados para medir las actitudes de los estudiantes hacia las áreas STEM, ambos con antecedentes de aplicación en diversas investigaciones. La primera es la Encuesta sobre actitudes de los estudiantes hacia STEM, denominada S-STEM, la cual fue diseñada en Estados Unidos por el Friday Institute for Educational Innovation (Friday Institute for Educational Innovation, 2012). La segunda es la STEM Career Interest Survey denominada STEM-CIS (Encuesta de Interés Profesional STEM) la cual fue desarrollada en Estados Unidos en 2013 por Meredith W. Kier, Margaret R. Blanchard, Jason W. Osborne y Jennifer L. Albert (Kier et al., 2013).

Al revisar ambas encuestas, se concluyó que presentaban similitudes significativas tanto en cuanto a las escalas a evaluar y lo que buscaban obtener con cada uno de los ítems desarrollados. Se intentó contactar a los autores de la STEM-CIS con el propósito de solicitar su autorización para su uso; sin embargo, al no obtener respuesta, se optó por utilizar la encuesta S-STEM, la cual es de uso libre, siempre y cuando se cite al autor original. Una vez seleccionada esta prueba, se llevó a cabo la traducción para su pilotaje y posterior validación para el contexto de esta investigación.

Si bien el acceso libre de la encuesta S-STEM fue un factor determinante para su elección, también se llevó a cabo una revisión de su aplicación en diversas investigaciones previas, con el propósito de corroborar la validez de los resultados obtenidos mediante su uso. Tal es el caso de la investigación realizada por Bautista-Díaz et. al (2020) en la cual utilizaron esta encuesta para conocer las actitudes de estudiantes colombianos de secundaria hacia la ingeniería en un diseño cuasiexperimental en la cual el instrumento demostró una confiabilidad de $\alpha = 0.8201$. De igual manera García-García y Azás (2022) utilizaron el instrumento para medir las actitudes hacia las STEM en una clase de secundaria en España, en donde la confiabilidad de la prueba fue de $\alpha = 0.87$.

En su investigación realizada en Estados Unidos, Yamamoto (2023) utilizó el instrumento S-STEM para medir las actitudes hacia las disciplinas y carreras STEM en estudiantes de secundaria mayor con discapacidad. Los coeficientes de alfa de Cronbach y omega obtenidos para evaluar la consistencia interna del instrumento para cada subescala fueron: matemáticas (0.82 y 0.79), ciencias (0.89 y 0.89), ingeniería y tecnología (0.90 y 0.90). De manera similar, Duraković (2022) aplicó el mismo instrumento en una investigación desarrollada en Bosnia y Herzegovina, con el objetivo de analizar las actitudes de estudiantes de secundaria general, considerando variables como el género, el grado escolar y el rendimiento en matemáticas. En este estudio, los coeficientes de alfa de Cronbach reportados oscilaron entre 0.76 y 0.88, lo que también indica una adecuada fiabilidad interna de la escala.

Por otro lado, Zhou et al. (2019) llevaron a cabo un estudio exploratorio para analizar las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en estudiantes chinos de primaria de diferentes niveles. Para ello, utilizaron este instrumento y obtuvieron una confiabilidad de $\alpha = 0.896$. Un último caso es el de Xu y Zhou (2022) en la que evaluaron la influencia de las actitudes hacia STEM en el desarrollo de habilidades para el siglo XXI. Para medir las actitudes hacia STEM de los estudiantes chinos de primaria y secundaria emplearon la encuesta S-STEM obteniendo una confiabilidad $\alpha = 0.807$.

Como se ha mostrado, el instrumento S-STEM ha sido utilizado en diversas investigaciones internacionales con poblaciones escolares de distintos niveles y contextos, mostrando consistencia en sus propiedades psicométricas y pertinencia para el análisis de actitudes hacia STEM. Esta evidencia respalda su selección para el presente estudio. Hasta donde se ha podido identificar, no existen estudios recientes en México que hayan aplicado este instrumento en estudiantes de secundaria, por lo que su uso en esta investigación representa una aportación novedosa al contexto educativo nacional

3.4.4. Descripción del Instrumento: Encuesta S-STEM

En esta sección se describe el instrumento utilizado para la recolección de los datos cuantitativos. La encuesta S-STEM solicita a los estudiantes que compartan información sobre

sus actitudes hacia las asignaturas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como sobre sus planes educativos futuros y sus intereses de carrera.

En la Tabla 3.1 se representa las variables dependientes de la parte cuantitativa con su respectivo instrumento de medida.

Tabla 3.1

Instrumentos de medida para la parte cuantitativa

Variables	Instrumento de medida
Actitud hacia las matemáticas.	Respuestas de los estudiantes en la sección correspondiente de la encuesta S-STEM. Ítems 1 a 8.
Actitud hacia las ciencias.	Respuestas de los estudiantes en la sección correspondiente de la encuesta S-STEM. Ítems 9 a 17.
Actitudes hacia la ingeniería y la tecnología	Respuestas de los estudiantes en la sección correspondiente de la encuesta S-STEM. Ítems 1 a 12.
Interés en carreras relacionadas con STEM	Respuestas de los estudiantes en la sección correspondiente de la encuesta S-STEM. Ítems 17 a 26.

Fuente: Friday Institute for Educational Innovation (2012).

Para la obtención de los datos cuantitativos se utilizó la encuesta diseñada en el año 2012 por el Friday Institute for Educational Innovation de la Universidad Estatal de Carolina del Norte denominada S-STEM. Esta encuesta fue aplicada en estudiantes de primaria y secundaria para medir las actitudes hacia STEM. El instrumento tiene su fundamento en dos conceptos: el interés por la carrera profesional y la autoeficacia (Friday Institute for Educational Innovation, 2012). El objetivo de la intervención educativa con enfoque STEM, centrada en la robótica, fue que los estudiantes pusieran en práctica sus saberes previos y habilidades, integrándolos en el desarrollo de las actividades y proyectos del taller. Esta

experiencia buscó valorar el impacto en sus actitudes e intereses hacia las carreras STEM. En este sentido, se consideró que la encuesta S-STEM era el instrumento más adecuado para medir las variables dependientes asociadas a la dimensión cuantitativa de esta investigación.

El instrumento seleccionado es de libre acceso solo para fines educativos; se puede modificar para adaptarse a las necesidades propias de la investigación. Siempre y cuando se cite la fuente original. En la Tabla 3.2 se describen las secciones de la encuesta S-STEM.

Tabla 3.2

Secciones de la encuesta S-STEM

Sección	Psicometría	Tipo de medida
Actitudes hacia las matemáticas	Construcción teórica o constructo.	Este grupo de preguntas miden la confianza en las habilidades matemáticas que el sujeto auto percibe en él y sus expectativas de éxito en la materia.
Preguntas de 1 a 8	Respuestas en escala Likert de 5 niveles	
Actitudes hacia las ciencias	Construcción teórica o constructo.	Este grupo de preguntas miden la confianza en las habilidades en ciencias que el sujeto auto percibe en él y sus expectativas de éxito en la materia.
Preguntas de 9 a 17	Respuestas en escala Likert de 5 niveles	
Actitudes hacia la ingeniería y la tecnología	Construcción teórica o Constructo.	Este grupo de preguntas miden la confianza en las habilidades en ingeniería y la tecnología que el sujeto auto percibe en él y sus expectativas de éxito en la materia.
Ítems 18 a 26	Respuestas en escala Likert de 5 niveles	
Tu futuro	Ítem	Este grupo de preguntas miden el interés en profesiones vinculadas con STEM.
Ítems 27 a 38	Respuestas en escala Likert de 4 niveles	

Acerca de ti	Ítem	Desempeño académico futuro, planes para después de la secundaria, planes para ir a la universidad, interacción con profesionales STEM.
Item 39 a 46		

Fuente: Friday Institute for Educational Innovation (2012).

La encuesta S-STEM para estudiantes de secundaria y preparatoria fue realizada en dos fases, las cuales se describen a continuación.

Fase I. La encuesta S-STEM dirigida a estudiantes de secundaria y preparatoria fue aplicada a un grupo de 109 estudiantes. Se llevaron a cabo distintos análisis en los ítems que evalúan las actitudes hacia la ciencia, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología con el fin de identificar constructos. Se utilizó un análisis factorial exploratorio con factorización de ejes principales y rotación promax, permitiendo correlaciones entre factores. Se consideraron significativos los ítems con cargas superiores a 0.40. Cinco expertos en el tema evaluaron cada ítem como “Esencial,” “Útil pero no esencial,” o “No necesario,” y se calculó la razón de validez de contenido de Lawshe para cada ítem. Asimismo, se recopilaron y analizaron las respuestas abiertas proporcionadas por los encuestados a la pregunta “¿tiene alguna sugerencia sobre cómo podemos mejorar esta encuesta?” para identificar temas relevantes. Finalmente, expertos en educación en ingeniería ayudaron a reescribir la sección de actitudes hacia ingeniería y tecnología. Se añadieron nuevos ítems para medir roles tecnológicos y se revisaron o eliminaron ítems con sesgo de género. Además de estos cambios, se eliminaron siete ítems de la encuesta y se reescribieron varios otros. También se mejoró la sección “Tu Futuro”. Originalmente, esta sección contenía 43 ítems que medían el interés de los estudiantes en diferentes profesiones específicas de STEM, pero tras el análisis factorial, la revisión de expertos, los comentarios de los participantes y la revisión de la literatura, esta sección se editó para medir el interés en 12 campos amplios de carreras STEM. (Friday Institute for Educational Innovation, 2012).

Fase II. Las encuestas S-STEM revisadas para Primaria Superior (4-5 grados) y Secundaria/Preparatoria (6-12 grados) fueron aplicadas a 799 estudiantes de cuarto y quinto grado, así como a 9,081 estudiantes de sexto a duodécimo grado. Los resultados de otro análisis factorial exploratorio (con una carga significativa de ítem superior a .40) mostraron

que dos ítems del constructo "Actitudes hacia las Matemáticas" debían ser eliminados. Además, se retiraron cuatro preguntas adicionales para reducir la longitud de la encuesta. En general, los resultados revelaron una estructura factorial clara, donde cada sección de la encuesta funcionaba como un único constructo (Friday Institute for Educational Innovation, 2012). En la tabla 3.3 Los niveles de confiabilidad de los constructos, medidos mediante el Alfa de Cronbach, para la educación secundaria.

Tabla 3.3

Confiabilidad de la encuesta S-STEM para educación secundaria

Constructo	No. de ítems	Alfa de Cronbach
Actitudes hacia matemáticas	8	0.85
Actitudes hacia ciencia	9	0.83
Actitudes hacia ingeniería y tecnología	9	0.84
Interés en carreras STEM	12	0.87

Fuente: Friday Institute for Educational Innovation (2012).

En la Tabla 3.4 se presenta la planificación de la intervención educativa y la recopilación de información, de acuerdo con el grupo al que se apliquen.

Tabla 3.4

Planeación de la intervención educativa

Planeación de la intervención en el grupo experimental y grupo control	
Grupo experimental	Grupo control
Plática informativa y entrega del documento de consentimiento de participación para ser firmado.	Plática informativa y entrega del documento de consentimiento de participación para ser firmado.

-
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la primera medición PRE. • Realización de la intervención (cinco meses). • Recogida de información realizada por la investigadora durante las sesiones del taller. • Aplicación de la segunda medición, POST al finalizar la intervención. • Aplicación de encuesta de percepción de su participación. • Participación en el grupo focal. | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la primera medición PRE. • Aplicación de la segunda medición, POST. Al concluir la intervención en el grupo experimental. |
|--|--|
-

Fuente: elaboración propia.

3.4.5. Traducción, validación y pilotaje del instrumento S-STEM

La encuesta original S-STEM fue desarrollada en idioma inglés y validada en su versión original mediante validez de constructo y validez de contenido, utilizando análisis factorial exploratorio, tal como se describe en el estudio del Friday Institute for Educational Innovation (2012). Para este estudio, la encuesta S-STEM se tradujo al español siguiendo el método de retrotraducción, con el fin de garantizar la precisión y fiabilidad del instrumento en el contexto mexicano. En la primera etapa, la autora tradujo la encuesta del inglés al español. Posteriormente, un segundo traductor, de forma independiente, tradujo la versión en español nuevamente al inglés. Finalmente, la autora y ambos traductores revisaron y analizaron todos los ítems de la encuesta, con el objetivo de confirmar que las traducciones conservaran el significado original y resultaran adecuadas para la población de estudiantes de secundaria en el área metropolitana de Monterrey. Se evaluó la precisión lingüística, claridad semántica y adecuación cultural de cada ítem.

Una vez realizada la traducción y validación lingüística, se procedió a realizar ajustes menores en algunos términos para garantizar que el lenguaje utilizado fuera comprensible y adecuado para estudiantes de tercer grado de secundaria. Con ello, el instrumento quedó listo para su aplicación en el pilotaje del estudio.

Esta decisión metodológica se sustentó en el hecho de que la encuesta S-STEM es un instrumento que cuenta con evidencia internacional robusta de validez y confiabilidad, especialmente en lo que respecta a sus niveles de consistencia interna medidos mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Diversas investigaciones en contextos educativos de distintos países han reportado valores satisfactorios, lo que demuestra la solidez estructural del instrumento y su capacidad de adaptación sin pérdida de calidad métrica. En el caso de esta investigación, la traducción al español fue fiel al contenido original, sin realizar modificaciones estructurales.

Finalmente, es importante señalar que, aunque se solicitó a la propia institución la posibilidad de aplicar el instrumento a un tercer grupo exclusivamente con fines de pilotaje, la escuela negó dicha autorización, argumentando que no podía destinar tiempo de clase a más grupos a actividades que no estuvieran directamente ligadas al programa oficial. Esta situación, común en el ámbito de la investigación escolar, hace inviable duplicar trámites en otras instituciones y refuerza la necesidad de tomar decisiones metodológicas responsables con los recursos realmente disponibles.

Un punto crucial para una investigación es el asegurar que los instrumentos seleccionados para recolectar la información son los adecuados para cumplir con los objetivos planteados en esta. Como plantea Anaya y García (2021) el pilotear los instrumentos nos permite obtener información para tomar decisiones para modificar los ítems, también permite identificar posibles dificultades o situaciones al momento de su aplicación. Las autoras agregan que, el contar con información que nos permita identificar las diversas dificultades nos ubica un paso delante de estas, brindándonos la oportunidad de prepararnos para abordarlas y resolverlas con eficacia.

En el mismo orden de ideas el instrumento que se seleccione tiene que ser válido, pero también fiable. Cuando hablamos de validez de un instrumento hacemos referencia a su capacidad para medir de manera precisa el atributo que se supone que está midiendo; mientras

que, la fiabilidad, también conocida como confiabilidad, se refiere a la consistencia y precisión de una medida a lo largo del tiempo, es decir, su estabilidad en diferentes momentos de medición. Por lo anterior se concluye que la medición realizada mediante un instrumento ya sea un cuestionario o un test, sea tanto válida como fiable (Rodríguez-Rodríguez y Reguant-Álvarez, 2020).

Para cumplir con lo anterior se realizó el pilotaje para el instrumento S-STEM, dado que la encuesta ya fue validada y comprobada su fiabilidad por sus creadores, lo que realizaremos es una verificación de que una vez ya traducida y adecuada al idioma español, esta siga siendo válida y fiable para ser usada en nuestra investigación.

De acuerdo con lo anterior utilizaremos el coeficiente de alfa de Cronbach para calcular la fiabilidad del instrumento. El coeficiente alfa de Cronbach es una fórmula que se emplea para valorar la fiabilidad de un instrumento, las respuestas de los ítems pueden ser del tipo dicotómico o tienen más de dos valores, como en el caso de una escala de actitudes con respuestas de tipo Likert (Aiken, 2003).

Para llevar a cabo el pilotaje se seleccionó como muestra de pilotaje al GC que está conformado por 29 estudiantes del tercer grado de la secundaria pública Profesor Moisés Garza, que es la misma institución en la que se realizó el experimento. Se entregó a cada estudiante la carta de consentimiento para que sus padres o tutores la firmaran (ver Anexo G); una vez que se recolectaron todas se procedió a aplicar la encuesta.

Los recursos que se utilizaron para el pilotaje fue la encuesta S-STEM la cual fue aplicada de forma presencial en las instalaciones de la institución, la investigadora estuvo presente y aclaró todas las dudas que expresaron los estudiantes. Se tomó nota de todas las cuestiones y errores que se presentaron en esta parte.

Una vez que se recolectaron las 29 encuestas contestadas se procedió a organizar la información creándose una base de datos en una hoja de Excel (Apéndice C). La ecuación para calcular el coeficiente de alfa de Cronbach es la siguiente:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Así, k es el número de ítems del instrumento, Si^2 la varianza de las puntuaciones en el ítem i , y St^2 la varianza de las puntuaciones totales del cuestionario o test. En la tabla 3.5 se muestran los resultados obtenidos para el alfa de Cronbach para cada una de las dimensiones de la encuesta S-STEM.

Tabla 3.5

Alfa de Cronbach para las dimensiones del instrumento S-STEM

	Actitudes hacia la ciencia	Actitudes hacia la ingeniería y la tecnología	Actitudes hacia las matemáticas	Interés en carreras STEM
	Dimensión A	Dimensión B	Dimensión C	Dimensión D
$\sum Si^2$	10.32	11.50	8.36	11.16
St^2	38.28	54.59	31.58	43.08
α	0.82	0.89	0.84	0.81

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenidos los valores del alfa de Cronbach para cada una de las dimensiones del instrumento, se procedió a su interpretación. Aunque no existe un consenso absoluto sobre los rangos aceptables, en la literatura actual se reconoce que la fiabilidad de un instrumento puede considerarse adecuada cuando el coeficiente α se encuentra entre 0.70 y 0.90. Autores como Torres (2021), Prieto-Peña (2023) y Roco-Videla et al. (2024) coinciden en que este rango es aceptado ampliamente por la comunidad científica como indicador de consistencia interna satisfactoria.

El instrumento utilizado fue el cuestionario S-STEM (Student Attitudes toward STEM Survey), desarrollado por el Friday Institute for Educational Innovation (2012), el cual ha sido ampliamente utilizado en investigaciones educativas a nivel internacional. Ha sido traducido y

adaptado a varios idiomas como: el español Bautista-Díaz et al. (2020), Fabián et al. (2025), García-García y Alzás (2022); el chino Zhou et al. (2019), al indonesio (bahasa) Manalu y Chang (2025); el malayo Nho y Khairani (2020); el alemán Wassenauer et al. (2023), de Van et al. (2023) y el turco Yildirim (2018). En todos los casos se mostraron niveles aceptables de consistencia interna, reportados mediante coeficientes alfa de Cronbach superiores a 0.80 en la mayoría de sus dimensiones.

En el presente estudio, se utilizó una versión traducida y adaptada al español mexicano, con ajustes menores en la redacción para garantizar su comprensión por parte de estudiantes de tercer grado de secundaria. Esta versión fue sometida a una prueba piloto, cuyos resultados mostraron valores de confiabilidad interna adecuados: Ciencia = 0.842, Tecnología e Ingeniería = 0.855, Matemáticas = 0.874 e Interés en carreras STEM = 0.901, todos considerados estadísticamente satisfactorios para su aplicación educativa.

Considerando que el instrumento no fue modificado en su estructura conceptual, que en esta investigación se comprobó su consistencia interna con una muestra representativa, y que en estudios previos en otros idiomas tampoco se ha reportado la necesidad de realizar análisis factorial, no se consideró necesario aplicar dicha técnica en esta investigación. Por tanto, el cuestionario quedó listo para su aplicación formal como herramienta diagnóstica en el estudio principal.

3.4.6. Procedimiento de aplicación de la encuesta S-STEM

La aplicación del instrumento se llevó a cabo en dos momentos clave: antes y después de la implementación de la intervención educativa, con el fin de valorar su impacto en las actitudes de los estudiantes hacia las disciplinas STEM y su interés en carreras relacionadas. La encuesta S-STEM fue aplicada de manera presencial a ambos grupos participantes: el grupo experimental, que recibió el taller de robótica con enfoque STEM, y el grupo control, que no participó en dicha intervención.

El pretest se aplicó durante la semana previa al inicio del taller de robótica, con el propósito de obtener una línea base sobre las actitudes e intereses de los estudiantes. Una vez concluida la intervención educativa, se procedió a la aplicación del posttest en ambos grupos,

utilizando el mismo instrumento y bajo condiciones similares a las del pretest, con el objetivo de asegurar la comparabilidad de los datos.

Durante ambas aplicaciones, se garantizó que las condiciones de aplicación fueran homogéneas: se utilizaron los mismos horarios, espacios escolares y tiempos estimados para el llenado del cuestionario (aproximadamente 25 minutos). Asimismo, se proporcionaron instrucciones claras y uniformes, y la investigadora estuvo presente para resolver dudas y supervisar el proceso, asegurando que las respuestas se dieran de forma individual y sin interferencias externas.

Se respetaron los lineamientos éticos previamente establecidos, garantizando la participación voluntaria, la confidencialidad de las respuestas y el uso exclusivo de los datos con fines de investigación.

3.4.7. Análisis de los datos cuantitativos

Los datos obtenidos a través de la encuesta S-STEM fueron procesados y analizados con el propósito de evaluar el impacto de la intervención educativa en las actitudes hacia las disciplinas STEM y el interés en carreras afines. Para ello, se realizaron análisis estadísticos descriptivos e inferenciales, utilizando el programa Microsoft Excel, en el cual se desarrollaron manualmente todas las operaciones necesarias para la gestión y análisis de los datos.

En primer lugar, se aplicó estadística descriptiva para obtener medidas de tendencia central (media y mediana) y dispersión (desviación estándar) de cada subescala del instrumento, tanto en el grupo experimental como en el grupo control, en los momentos pretest y posttest. Esto permitió establecer una caracterización inicial de las actitudes e intereses de los estudiantes.

Posteriormente, se evaluaron los supuestos de normalidad mediante las pruebas de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk, realizadas a través de funciones personalizadas implementadas por la investigadora en Excel, con el fin de determinar si los datos cumplían con los criterios necesarios para aplicar pruebas paramétricas.

Para identificar cambios significativos en las actitudes e intereses antes y después de la intervención, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas dentro de cada grupo

(comparación pretest-posttest), y la prueba t para muestras independientes entre los grupos experimental y control. Estas pruebas permitieron analizar las diferencias en los puntajes obtenidos en las distintas dimensiones evaluadas por el instrumento.

Los resultados fueron interpretados considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$, lo que permitió determinar si los cambios observados eran estadísticamente significativos. Asimismo, se analizaron los tamaños del efecto cuando fue pertinente, con el fin de valorar la magnitud del impacto de la intervención.

3.5. Fase Cualitativa

El carácter cualitativo de esta investigación se justifica por la necesidad de comprender en profundidad las percepciones de los estudiantes en torno a su participación en la intervención educativa. Esta fase tuvo como propósito interpretar la realidad estudiada desde la perspectiva de los propios participantes, explorando los significados que atribuyeron a los contenidos abordados y a la experiencia vivida en el taller de robótica con enfoque STEM.

Para ello, se empleó la técnica cualitativa del grupo focal, que permitió recoger información detallada sobre las valoraciones, emociones y construcciones colectivas de significado en torno a la experiencia. Esta técnica favorece el diálogo abierto y la interacción entre los participantes, lo que contribuye a una comprensión más rica y contextualizada del fenómeno educativo.

3.5.1. Categorías cualitativas

Las categorías cualitativas que guiaron la recolección y posterior análisis de la información se definieron con base en los objetivos del estudio, así como en referentes teóricos relacionados con el enfoque STEM, el aprendizaje significativo, la motivación escolar y la percepción estudiantil. Estas categorías permitieron estructurar el guion temático del grupo focal y orientar la exploración de las experiencias vividas por los estudiantes durante su participación en la intervención educativa.

Las categorías cualitativas definidas para guiar la recolección de información en el grupo focal fueron las siguientes::

- Disfrute de la realización de actividades y proyectos de robótica.

- Experiencias significativas vinculadas al aprendizaje con enfoque STEM.
- Disfrute en el uso y manipulación de materiales, herramientas, instrumentos y dispositivos robóticos.
- Percepción de las barreras en la educación STEM.

Estas categorías fueron construidas con base en los objetivos del estudio y en referentes teóricos vinculados al aprendizaje significativo, la motivación en contextos STEM y la experiencia práctica como vía para fomentar actitudes positivas hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como para promover el interés de los estudiantes en carreras relacionadas con estas disciplinas.

3.5.2. Participantes de la fase cualitativa

Los participantes en la recolección de la información correspondiente a la fase cualitativa fueron seleccionados del grupo experimental (GE). Para ello, se conformó un grupo focal integrado por 10 estudiantes, cinco del sexo femenino y cinco del sexo masculino, con el objetivo de asegurar representatividad por género.

La selección de los participantes se realizó de manera intencional, tomando en cuenta tanto la disposición voluntaria de los estudiantes como su diversidad de actitudes mostradas durante el desarrollo de las actividades del taller. Esta estrategia buscó capturar una variedad de experiencias y percepciones, representativas del conjunto del grupo experimental.

3.5.3. Guía temática del grupo focal

La sesión del grupo focal se condujo con base en una guía temática previamente elaborada, diseñada a partir de los objetivos de la investigación y de las categorías cualitativas establecidas. Esta guía permitió estructurar la conversación, asegurar la cobertura de los temas centrales y, al mismo tiempo, ofrecer flexibilidad para profundizar en aspectos emergentes durante la dinámica.

El guion incluyó preguntas abiertas y estímulos conversacionales orientados a facilitar que los estudiantes compartieran sus percepciones sobre la intervención educativa, el trabajo con robótica y su relación con las disciplinas STEM. Se promovió un ambiente de confianza y

apertura, en el que los participantes pudieran expresar libremente sus ideas, emociones y valoraciones personales.

Una de las fortalezas del grupo focal es su flexibilidad, ya que los temas a discutir parten de una guía previamente estructurada, pero pueden ajustarse en función de las respuestas y aportaciones de los participantes. Al respecto Benavides-Lara et al. (2022) señalan que esta técnica es una herramienta efectiva para la investigación cualitativa, ya que facilita la construcción colectiva de información. En este proceso, la moderación juega un rol crucial, influyendo en el tipo y la calidad de los datos obtenidos.

En la Tabla 3.6 se presentan las categorías cualitativas que sirvieron como guía para la recolección de la información durante el grupo focal.

Tabla 3.6

Categorías para el grupo focal

Categoría	Descripción	Instrumento
Disfrute de la robótica.	Valoraciones emocionales sobre la realización de actividades y proyectos robóticos.	Guía de preguntas. Grupo focal
Experiencias significativas en aprendizaje STEM.	Relatos personales vinculados al aprendizaje interdisciplinario y al enfoque STEM.	Guía de preguntas. Grupo focal
Uso y manipulación de recursos tecnológicos.	Opiniones sobre el uso de materiales, herramientas, dispositivos y su relación con el aprendizaje.	Guía de preguntas. Grupo focal
Percepción de barreras en la educación STEM.	Obstáculos o dificultades que los estudiantes identificaron durante el proceso educativo.	Guía de preguntas. Grupo focal

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4. Procedimiento del análisis cualitativo

La sesión fue grabada en audio y posteriormente transcrita de forma íntegra, preservando las intervenciones individuales. Se aplicó un análisis de contenido de tipo temático, el cual consistió en la codificación manual de las respuestas de los participantes, con base en categorías predefinidas: disfrute de la actividad, manipulación de materiales, aprendizaje significativo, barreras percibidas y percepción general de la experiencia educativa.

El análisis se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se realizó una lectura exploratoria de la transcripción con el fin de familiarizarse con el contenido y obtener una visión general de los temas abordados. Posteriormente, se llevó a cabo una codificación inicial, en la que se identificaron fragmentos de texto relevantes que se vincularan con las categorías previamente establecidas. Se organizaron las respuestas y se identificaron aspectos recurrentes, así como de puntos de divergencia entre los discursos.

Una vez codificada la información, se agruparon los datos en torno a subtemas y patrones comunes, lo que permitió generar una interpretación más profunda sobre la experiencia educativa vivida por los estudiantes. Este proceso incluyó una revisión constante entre los datos empíricos y las categorías de análisis, con el fin de garantizar la coherencia y la fidelidad interpretativa.

Para reforzar la interpretación y visualizar los términos más recurrentes, se generó una nube de palabras utilizando la frecuencia de aparición de los términos más citados. El análisis temático se desarrolló mediante un proceso inductivo, ya que se partió de las respuestas textuales de los estudiantes, se identificaron códigos y se agruparon en categorías emergentes. No se partió de categorías teóricas predeterminadas, sino que fueron construidas a partir de la información recabada. Este procedimiento permitió construir una visión comprensiva de las percepciones estudiantiles en torno a su participación en la intervención educativa, complementando y enriqueciendo los resultados obtenidos en la fase cuantitativa.

3.6. Convergencia de resultados cuantitativos y cualitativos

Como parte del diseño de métodos mixtos empleado en esta investigación, se realizó un proceso de convergencia de resultados, con el fin de integrar e interpretar conjuntamente los hallazgos obtenidos en las fases cuantitativa y cualitativa. Este enfoque responde a lo

planteado por Creswell y Creswell (2023), quienes señalan que en los diseños convergentes se busca comparar y fusionar los resultados provenientes de diferentes bases de datos para generar una comprensión más amplia y profunda del fenómeno estudiado.

La comparación se realizó a partir de los ejes temáticos comunes entre ambas fases: las actitudes hacia las disciplinas STEM, el interés en carreras relacionadas y las percepciones sobre la intervención educativa. El análisis buscó identificar coincidencias, complementariedades y divergencias entre los datos cuantitativos y cualitativos.

En este proceso, la fase cuantitativa aportó evidencia estadística sobre los cambios en las actitudes de los estudiantes, mientras que la fase cualitativa permitió comprender cómo vivieron y resignificaron dicha experiencia desde sus propias voces. La convergencia de ambos enfoques enriqueció la interpretación de los resultados y fortaleció la validez de las conclusiones alcanzadas.

3.7. Esquema metodológico de la investigación

En la figura 3.1 se expone el esquema del procedimiento metodológico de esta investigación con enfoque de métodos mixtos.

Figura 3.1
Diseño metodológico de la investigación



Fuente: elaboración propia

3.8. Establecimiento del diseño cuasiexperimental

En cuanto a la tipología del diseño cuasiexperimental, se optó por un modelo con preprueba y posprueba, y grupo control no equivalente. Este tipo de diseño es pertinente en contextos educativos donde no es posible la asignación aleatoria de los participantes, y se trabaja con grupos previamente conformados. En nuestro caso, se utilizaron los grupos ya establecidos por la escuela secundaria, lo que se alinea con lo señalado por Osmanović y Maksimović (2022), quienes afirman que el diseño de grupos no equivalentes es adecuado cuando el investigador debe trabajar con grupos integrados de manera natural.

De acuerdo con las autoras, este tipo de investigación se desarrolla en un entorno práctico o de campo, donde el investigador manipula una o más variables independientes, aunque las condiciones solo pueden ser controladas en la medida en que lo permita el contexto. Cabe destacar el carácter cuantitativo del estudio, ya que se empleará una escala de tipo Likert para valorar las actitudes hacia las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como su relación con el interés hacia las carreras STEM.

En esta investigación se implementó un diseño cuasiexperimental con preprueba y posprueba, en el cual los participantes fueron asignados a los grupos de estudio sin aleatorización, ya que se trabajó con grupos previamente conformados por la institución. Este enfoque es adecuado en contextos educativos donde no es posible reorganizar a los estudiantes de manera aleatoria. Como explica Ramos-Galarza (2021), este tipo de diseño se utiliza cuando se trabaja con grupos ya establecidos, como es el caso de cursos escolares, aplicando los mismos instrumentos de medición a ambos grupos antes de la intervención (pretest), y nuevamente al finalizar la misma (postest), para comparar el desempeño en la variable dependiente entre el grupo experimental y el grupo control.

Este procedimiento permitió valorar el impacto de la intervención educativa implementada en el grupo experimental, comparando los resultados obtenidos con los del grupo control. En la Tabla 3.7 se presenta el esquema del diseño cuasiexperimental que sirvió de base para esta investigación.

Tabla 3.7

Diseño del experimento

Grupo	Asignación	Pretest	Tratamiento	Posttest
Experimental	No aleatoria	Sí	Intervención educativa	Sí
Control	No aleatoria	Sí	Sin intervención	Sí

Fuente: elaboración propia.

En este diseño, ambos grupos fueron evaluados mediante un pretest con los mismos instrumentos. Posteriormente, solo el grupo experimental recibió la intervención educativa, y al finalizar se aplicó un posttest en ambos grupos, con el objetivo de comparar los cambios en las variables dependientes atribuibles al tratamiento.

3.9. Descripción de la intervención: Taller de robótica educativa con enfoque STEM

Para la intervención educativa se optó por el formato académico de taller, al considerarse una alternativa pedagógica idónea para los fines de esta investigación. A diferencia de las clases tradicionales, el taller promueve la participación activa, el trabajo colaborativo y la aplicación práctica del conocimiento. En este formato, los estudiantes trabajan en la resolución de problemas y en el desarrollo de proyectos concretos, lo que permite integrar contenidos de manera significativa a través de experiencias contextualizadas y cercanas a su realidad.

Tal como señalan Flehsig y Schiefelbein (2003), en esta modalidad el participante ya cuenta con un cúmulo previo de conocimientos, los cuales le permiten generar aprendizajes nuevos o elaborar productos concretos mediante el trabajo en equipo. En este sentido, el diseño del taller de robótica se basó en los principios del enfoque educativo STEM y se estructuró metodológicamente siguiendo el modelo de aprendizaje basado en proyectos (ABP).

La unidad didáctica se tituló “Taller de robótica: diseño y construcción de un robot seguidor de línea” y fue diseñada por la empresa Sistemas Electrónicos de Monterrey, S. de

R.L. de C.V., especializada en diseño electrónico, capacitación en áreas STEM y desarrollo de materiales educativos. La investigadora es integrante de esta empresa y posee una trayectoria profesional de más de dieciséis años de experiencia en el área.

El taller se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Secundaria No. 10 “Profesor Moisés Sáenz Garza”. Se proporcionaron todos los materiales, herramientas e instrumentos necesarios para realizar las actividades y construir el robot seguidor de línea. El costo total del proyecto ascendió a \$210,000 pesos mexicanos, equivalente a aproximadamente \$6,000 por estudiante, y fue cubierto en su totalidad por la investigadora. Dichos recursos provinieron de la beca otorgada por el SECIHTI (Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación) como parte del financiamiento a proyectos de formación doctoral. Ninguno de los participantes tuvo que cubrir cuotas ni aportar materiales.

El taller estuvo conformado por 25 unidades desarrolladas a lo largo de 22 semanas. El detalle de los contenidos se presenta en el Apéndice B. Las primeras 15 actividades, aunque requieren capacitación básica, pueden ser replicadas por docentes o personas con entusiasmo e iniciativa, quienes pueden implementarlas inicialmente a manera de práctica personal y posteriormente con sus estudiantes. Estas actividades cubren fundamentos de electricidad, electrónica básica y principios iniciales de robótica educativa que pueden adaptarse a diversos contextos escolares sin necesidad de infraestructura especializada.

En contraste, las últimas 10 actividades implican procesos como el armado, calibración y operación de un robot seguidor de línea, así como prácticas de soldadura y ajustes mecánicos, los cuales demandan equipo, materiales y condiciones específicas. Por esta razón, su implementación está sujeta a que se cuente con los recursos y el acompañamiento técnico adecuados.

En coherencia con el propósito de esta investigación de aportar al fortalecimiento y difusión de la educación STEM en contextos de educación básica, el material correspondiente a las primeras 15 actividades puede ser proporcionado a instituciones, docentes o personas interesadas, previa solicitud a la autora. Esta apertura busca favorecer la réplica y adaptación de la estrategia, contribuyendo a ampliar su alcance y a fomentar experiencias educativas innovadoras en otros entornos escolares.

Además de la adquisición de materiales, la beca permitió cubrir el pago a dos becarios auxiliares, quienes colaboraron en las sesiones apoyando en tareas logísticas como la distribución de materiales y el acompañamiento técnico a los estudiantes. Su participación fue limitada a funciones operativas, siguiendo indicaciones específicas para evitar influencias pedagógicas directas.

El diseño del taller se estructuró metodológicamente con base en el modelo de aprendizaje basado en proyectos (ABP) y en los principios del constructivismo, fundamentados previamente en el marco teórico. En su implementación, se consideraron los siguientes ejes metodológicos:

- Favorecer la participación activa y significativa de los estudiantes.
- Fomentar el trabajo colaborativo y la tutoría entre pares.
- Recuperar los saberes previos como base del nuevo aprendizaje.
- Plantear la resolución de problemas contextualizados como eje del trabajo.
- Utilizar la robótica como recurso integrador de los contenidos STEM.
- Asumir al docente como mediador del aprendizaje.

Estos lineamientos orientaron tanto el diseño como el desarrollo del taller, asegurando su coherencia con los objetivos educativos del proyecto.

3.9.1. Condiciones logísticas de la intervención

El taller de robótica educativa se llevó a cabo durante el horario oficial de la asignatura de Tecnología correspondiente al grupo experimental. Las sesiones se desarrollaron dos veces por semana: los lunes de 8:40 a.m. a 10:20 a.m. y los miércoles de 11:40 a.m. a 12:30 p.m., en un periodo comprendido entre el 29 de enero y el 26 de junio de 2024, lo que representó un total de 22 semanas, descontando dos semanas correspondientes al receso escolar por Semana Santa.

El espacio asignado fue el aula de cómputo de la institución. Aunque este contaba con buena iluminación natural, climatización y dimensiones amplias, su distribución original no era propicia para el desarrollo de un taller práctico. Por ello, antes de cada sesión, la investigadora llegaba con al menos 30 minutos de anticipación para realizar las adecuaciones necesarias, que incluyeron:

- Reorganización del mobiliario para facilitar el trabajo por equipos.
- Distribución de los materiales tecnológicos en las estaciones de trabajo.
- Conexión eléctrica mediante extensiones para garantizar el funcionamiento de los dispositivos.
- Revisión y puesta a punto de los kits de robótica.

Dado el tamaño del grupo experimental (35 estudiantes), fue necesario contar con el apoyo de dos becarios, quienes auxiliaron a la investigadora en la logística de las sesiones, particularmente en la distribución de materiales y el acompañamiento técnico durante la ejecución de las prácticas. Se estableció como directriz que su interacción con los estudiantes se limitara a lo estrictamente necesario, para no influir en los procesos de aprendizaje o en la evaluación de los resultados.

Asimismo, el docente titular de la asignatura de Tecnología permaneció presente durante todas las sesiones, colaborando en tareas de orden, disciplina y apoyo organizativo, lo que contribuyó al adecuado desarrollo del taller dentro del entorno escolar.

3.10. Consideraciones éticas

Esta investigación se desarrolló bajo los principios éticos fundamentales que rigen los estudios con participantes humanos, especialmente cuando se trata de menores de edad. Se procuró en todo momento respetar la dignidad, los derechos y el bienestar de los estudiantes, así como garantizar la confidencialidad de la información obtenida.

Previamente al inicio del estudio, se realizó una sesión informativa con los estudiantes y sus tutores legales, en la que se explicó con claridad el propósito de la investigación, el tipo de participación requerida, los beneficios esperados, los posibles riesgos y las condiciones de voluntariedad. Posteriormente, se recabaron formatos de consentimiento informado, firmados por los padres o tutores, así como asentimiento voluntario por parte de los estudiantes, conforme a los lineamientos éticos aplicables en investigaciones educativas con menores de edad.

Durante la implementación del taller y la aplicación de instrumentos, se tomaron medidas para proteger la privacidad y la identidad de los participantes, evitando el uso de

nombres o cualquier dato personal que pudiera comprometer su anonimato. La información obtenida fue utilizada exclusivamente con fines académicos y de investigación.

Asimismo, la intervención fue revisada y autorizada por la institución educativa participante, y se actuó en coordinación con el personal docente y directivo, respetando los tiempos escolares, las normas de convivencia y el marco institucional. No se reportaron incidentes éticos durante el desarrollo del proyecto.

4. Análisis de datos y discusión

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos y su respectivo análisis, una vez descrito el diseño metodológico en el capítulo anterior. La investigación se desarrolló bajo un enfoque de métodos mixtos, que integra una fase cuantitativa y una cualitativa, lo que permitió atender de manera amplia los objetivos planteados: valorar las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas, la ciencia, la ingeniería y la tecnología; evaluar su interés en carreras profesionales relacionadas con las áreas STEM; y explorar sus percepciones respecto a la estrategia educativa implementada.

En primer lugar, se presenta el análisis de los datos cuantitativos derivados de la aplicación de la encuesta S-STEM, realizado con apoyo del software Microsoft Excel. Posteriormente, se exponen los hallazgos cualitativos obtenidos mediante la técnica de grupo focal con estudiantes del grupo experimental. A continuación, se desarrolla un ejercicio de convergencia de resultados, en el que se integran y contrastan los hallazgos cuantitativos y cualitativos desde una perspectiva de métodos mixtos. Finalmente, se presenta un análisis crítico e interpretativo de los resultados, en el que se reflexiona sobre sus implicaciones, limitaciones y su relación con los objetivos y preguntas de investigación.

4.1. Fase I cuantitativa

Este apartado inicia con la caracterización de la muestra participante, conformada por estudiantes del mismo grado escolar y de la misma institución educativa, lo que permite considerarla como homogénea. Todos los participantes cursaban el tercer grado de secundaria en la Escuela Secundaria No. 10 “Profesor Moisés Sáenz Garza”, ubicada en Monterrey, Nuevo León, México. La mayoría tenía entre 14 y 15 años de edad y residía en la zona metropolitana de Monterrey, lo que refuerza la consistencia del contexto sociodemográfico.

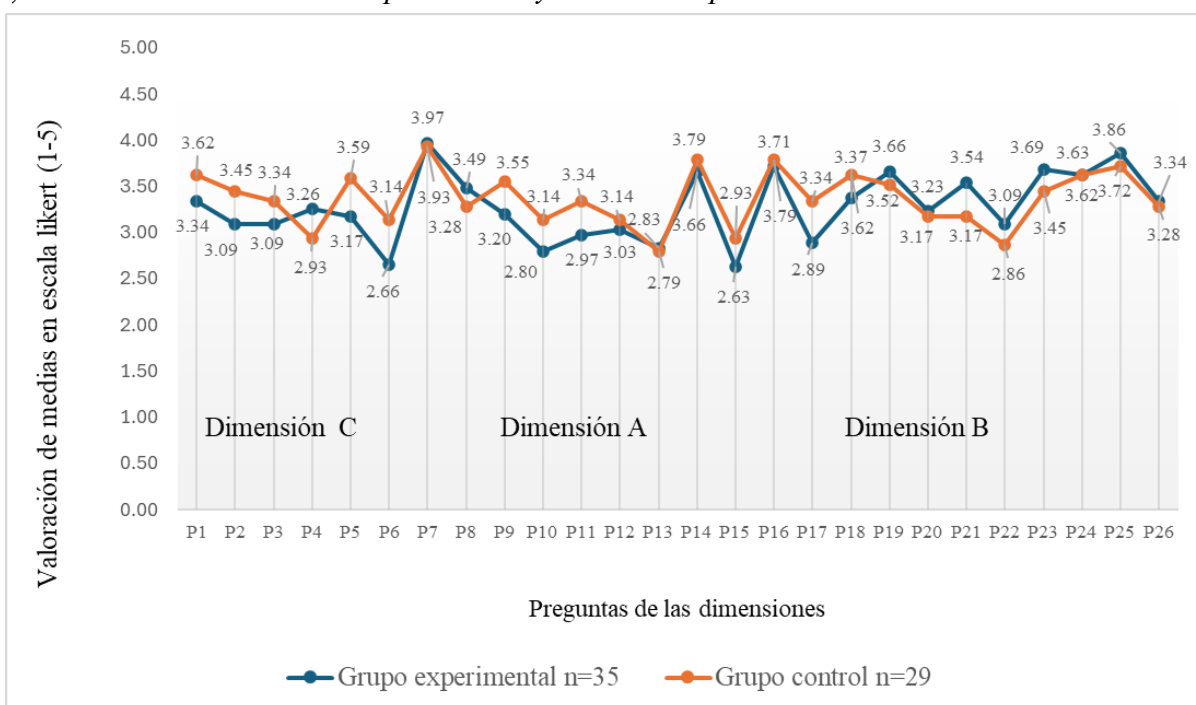
En cuanto a la composición de la muestra, el grupo experimental (GE) estuvo integrado por 35 estudiantes, de los cuales 20 eran hombres y 15 mujeres; mientras que el grupo control (GC) estuvo conformado por 29 estudiantes, con 16 hombres y 13 mujeres. Ambos grupos habían recibido una formación escolar similar, lo que permite asumir un nivel educativo equiparable al inicio de la intervención.

4.1.1. Resultados de la prueba pretest del GC y el GE

Para establecer las condiciones iniciales de los estudiantes antes de la intervención, se aplicó el pretest de la encuesta S-STEM a los grupos control (GC) y experimental (GE). Se evaluaron cuatro dimensiones: A) Actitud hacia la ciencia (ítems P18–P26), B) Actitud hacia la tecnología y la ingeniería (P10–P18), C) Actitud hacia las matemáticas (P1–P8), y D) Interés en profesiones STEM (P27–P35). Las tres primeras dimensiones se midieron con una escala tipo Likert de 1 a 5, mientras que la dimensión D utilizó una escala de 1 a 4.

Figura 4.1

Puntuaciones medias por ítem de los ítems de la escala de Likert para las dimensiones A, B, y C del instrumento S-STEM para el GC y el GE en el pretest



Fuente: elaboración propia

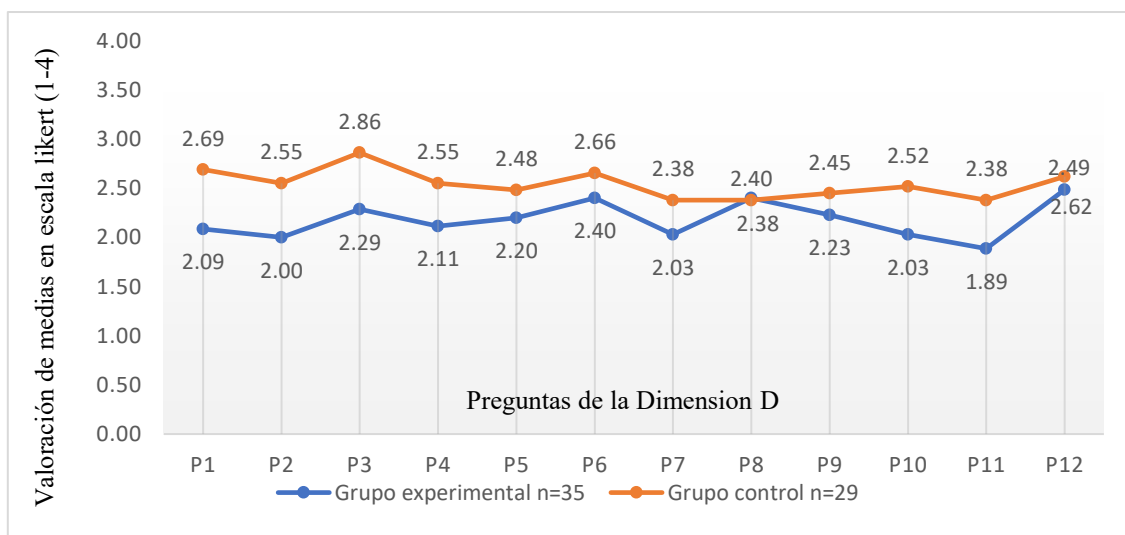
Con base en los datos obtenidos (véanse Apéndices C y D), se realizó un análisis intergrupar comparando las medias de ambos grupos en cada dimensión. Para ello, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, con el propósito de determinar si existían diferencias significativas antes de la intervención educativa.

La Figura 4.1 muestra las puntuaciones medias obtenidas en la prueba pretest por los estudiantes del GC y del GE en las dimensiones A, B y C. Los resultados indican que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, lo que sugiere condiciones iniciales comparables en las actitudes hacia la ciencia, la tecnología y las matemáticas.

Con respecto a la dimensión D (Interés en profesiones STEM), esta se presenta de manera separada de las otras tres, ya que su escala de medición es tipo Likert del 1 al 4. Tal como se observa en la Figura 4.2, se identificó una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC), siendo este último el que obtuvo puntuaciones medias más altas en todos los ítems, con excepción del ítem 8.

Figura 4.2

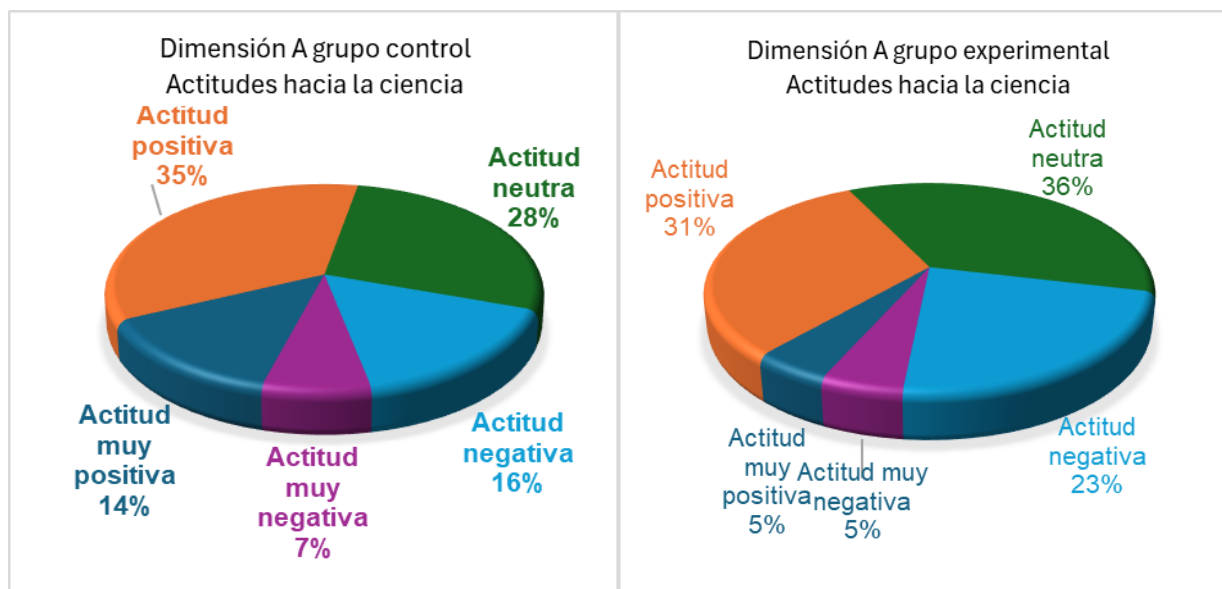
Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM, GC, GE, pretest



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.3

Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GC y GE, pretest

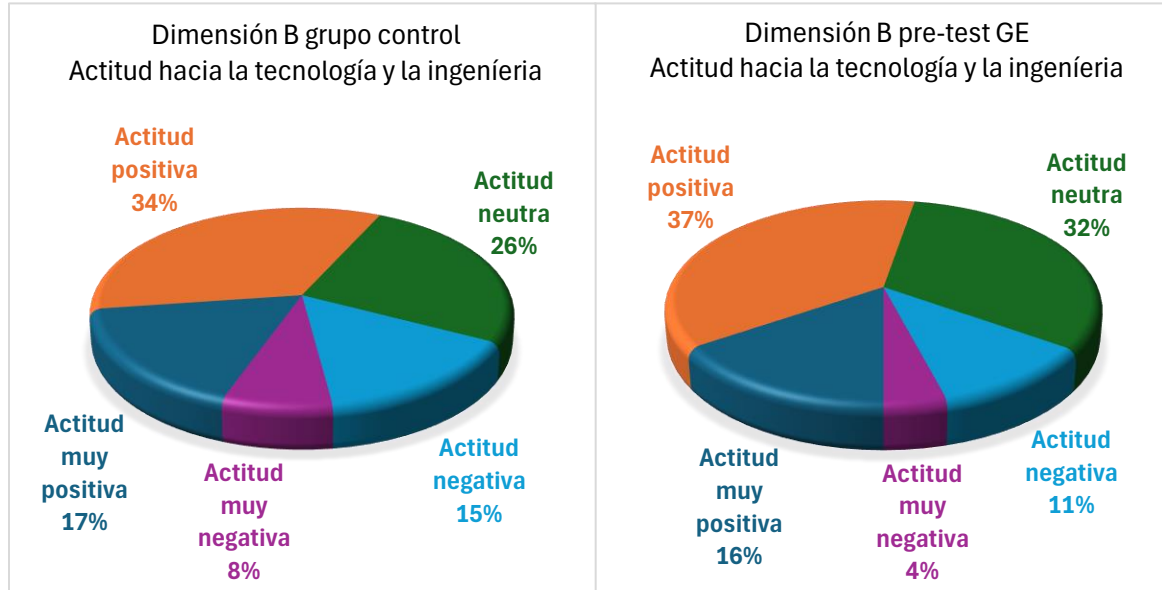


Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la dimensión B (actitud hacia la tecnología y la ingeniería), los resultados se presentan en la Figura 4.4. En el grupo control (GC), el 77 % de los estudiantes seleccionó niveles entre 3 y 5 en la escala tipo Likert, lo que sugiere una actitud “muy positiva”, “positiva” o “neutral” hacia estas áreas; en contraste, el 23 % eligió niveles 1 o 2, indicando una actitud “negativa” o “muy negativa”. En el grupo experimental (GE), el 85 % de los estudiantes se ubicó en los niveles 3 a 5, mientras que solo el 15 % eligió niveles bajos. Estos resultados sugieren una tendencia más favorable en el GE hacia la tecnología y la ingeniería tras la intervención educativa, en comparación con el GC.

Figura 4.4

Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GC y GE, pretest

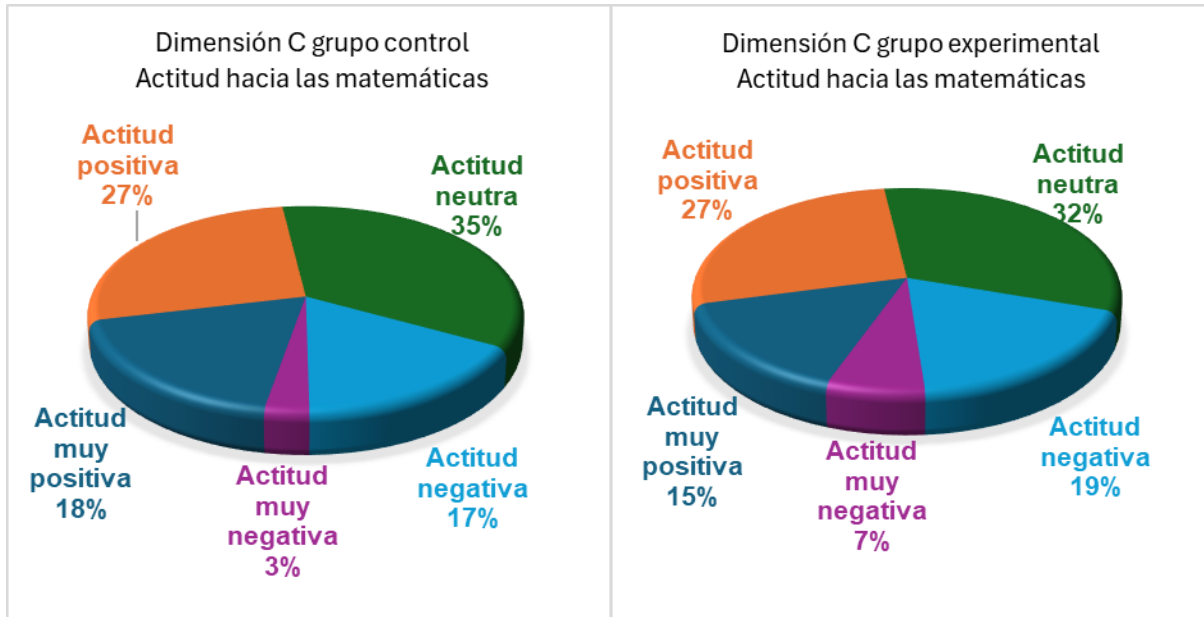


Fuente: elaboración propia.

En relación con la dimensión C (actitud hacia las matemáticas), los resultados se muestran en la Figura 4.5. En el grupo control (GC), el 80 % de los estudiantes seleccionó niveles entre 3 y 5 en la escala tipo Likert, lo cual refleja una actitud “muy positiva”, “positiva” o “neutral” hacia las matemáticas, mientras que el 20 % eligió niveles 1 o 2, lo que indica una actitud “negativa” o “muy negativa”. En el grupo experimental (GE), el 74 % de los estudiantes se ubicó en los niveles altos de la escala, y el 26 % mostró una actitud desfavorable hacia esta área. A diferencia de otras dimensiones, en esta se observa una leve disminución en la proporción de respuestas positivas en el GE en comparación con el GC.

Figura 4.5

Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GC y GE, pretest.

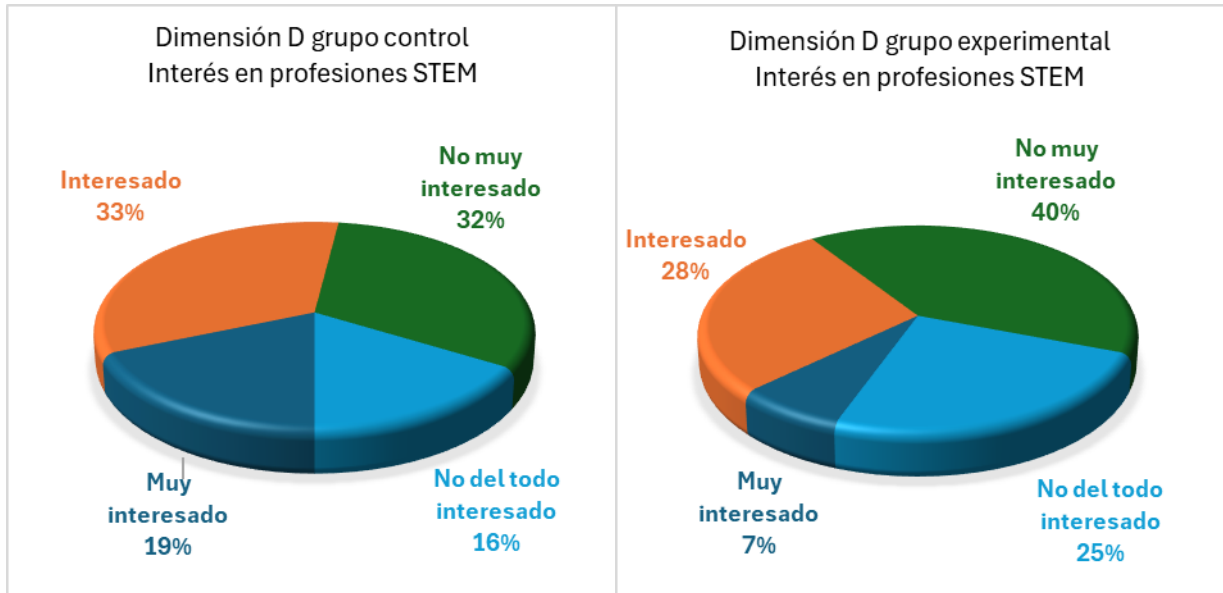


Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la dimensión D (interés en profesiones STEM), los resultados se presentan en la Figura 4.6. En el grupo control (GC), el 52 % de los estudiantes seleccionó los niveles 3 y 4 en la escala tipo Likert (de 1 a 4), lo que indica un nivel de interés “interesado” o “muy interesado” en profesiones STEM. En contraste, el 48 % eligió los niveles 1 y 2, reflejando un interés bajo. Por su parte, en el grupo experimental (GE), el 35 % manifestó un interés medio o alto, mientras que el 65 % indicó un bajo interés. Estos resultados corresponden al momento previo a la implementación del taller de robótica y reflejan las condiciones iniciales de ambos grupos. Aunque el GC presentó un mayor porcentaje de estudiantes con interés por profesiones STEM, esta diferencia forma parte de la variabilidad natural entre grupos no equivalentes, y sirve como punto de referencia para analizar los posibles efectos de la intervención en la fase posttest.

Figura 4.6

Frecuencia de la dimensión D interés en una profesión STEM, pretest.

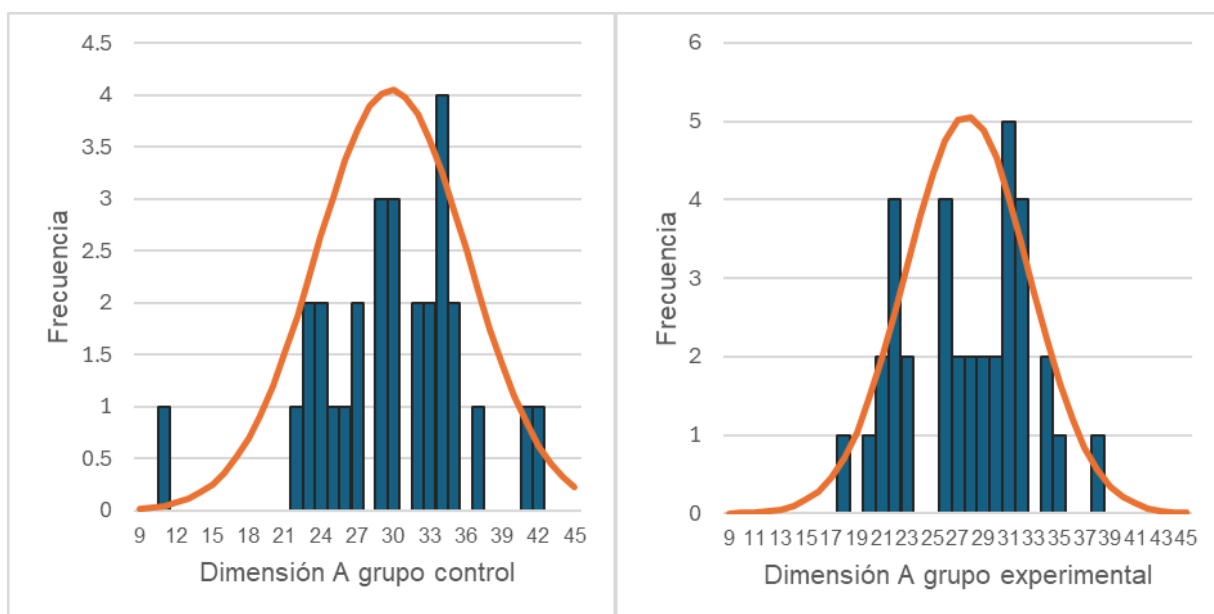


Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan los histogramas correspondientes a los resultados obtenidos en el pretest mediante el instrumento S-STEM para los grupos control (GC) y experimental (GE). En la Figura 4.7, se observa la distribución de las puntuaciones en la dimensión A (actitud hacia la ciencia), cuyo rango teórico va de 9 a 45 puntos. La media del GC fue de 29.83 con una desviación estándar de 6.30, mientras que en el GE la media fue de 27.83 con una desviación estándar de 4.88. Los puntajes observados oscilaron entre 11 y 42 en el GC y entre 18 y 38 en el GE. En ambos grupos se aprecia una distribución aproximadamente normal, con concentraciones de frecuencias tanto por debajo como por encima de la media, lo que sugiere una actitud general mayormente positiva hacia la ciencia en ambos casos.

Figura 4.7

Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GC y GE, pretest

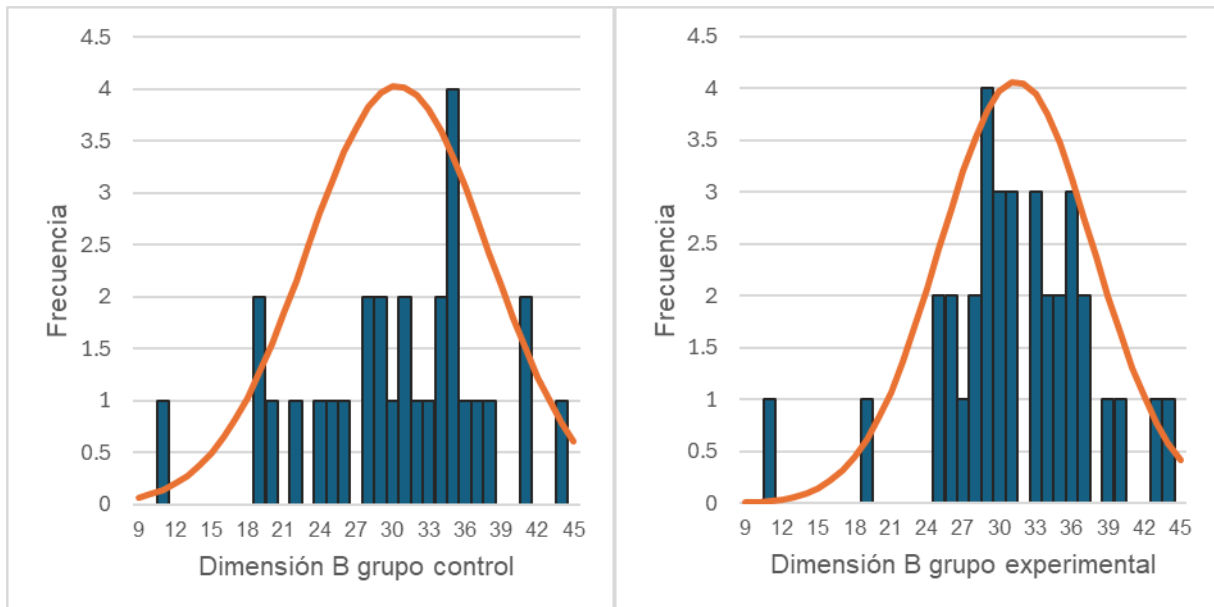


Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4.8 se muestran los resultados del pretest para la dimensión B (actitud hacia la tecnología y la ingeniería), cuyo rango teórico de puntuación va de 9 a 45. La media del grupo control (GC) fue de 30.41 con una desviación estándar de 7.09, mientras que el grupo experimental (GE) obtuvo una media de 31.40 y una desviación estándar de 6.22. Los puntajes observados oscilaron entre 11 y 41 para el GC, y entre 11 y 43 para el GE. En ambos grupos se aprecia una distribución aproximadamente normal, ya que se presentan frecuencias tanto por debajo como por encima de la media. No obstante, se observa una mayor concentración de puntuaciones superiores a la media en el GC, mientras que en el GE la distribución se inclina ligeramente hacia valores por debajo de su media.

Figura 4.8

Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería GC y GE, pretest.

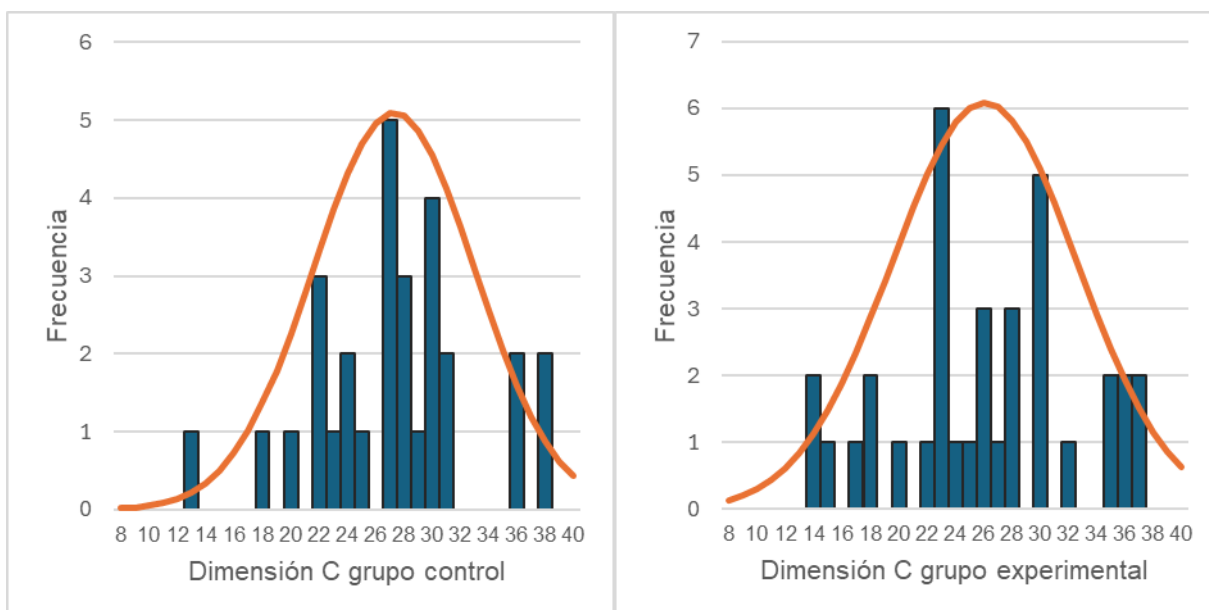


Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4.9 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión C (actitud hacia las matemáticas), cuyo rango teórico de puntuación va de 8 a 40. El grupo control (GC) obtuvo una media de 27.28 y una desviación estándar de 5.72, mientras que el grupo experimental (GE) registró una media de 26.06 con una desviación estándar de 6.56. Los puntajes observados oscilaron entre 13 y 38 en el GC, y entre 14 y 37 en el GE. En ambos casos se aprecia una distribución aproximadamente normal, con frecuencias distribuidas a ambos lados de la media. Sin embargo, en ambos grupos se observa una ligera concentración de puntuaciones por debajo de la media, lo que sugiere una actitud positiva moderada hacia las matemáticas, aunque con cierta dispersión hacia los niveles bajos.

Figura 4.9

Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GC y GE, pretest



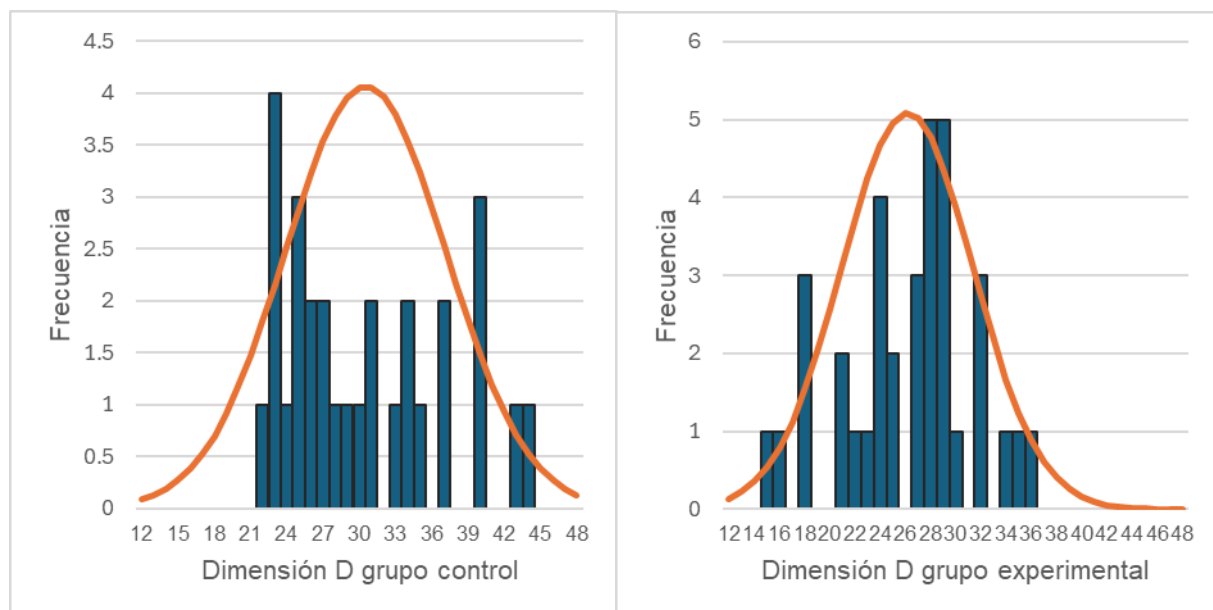
Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4.10 se muestran los resultados del pretest para la dimensión D (interés hacia las profesiones STEM), cuyo rango teórico de puntuación va de 12 a 48. El grupo control (GC) obtuvo una media de 30.52 con una desviación estándar de 6.68, mientras que el grupo experimental (GE) registró una media de 26.14 y una desviación estándar de 5.26. Los puntajes observados oscilaron entre 22 y 44 en el GC, y entre 15 y 36 en el GE. En ambos grupos se aprecia una distribución aproximadamente normal, con frecuencias distribuidas a ambos lados de la media. No obstante, se observa una mayor concentración de puntajes en torno a valores inferiores en el GE, mientras que en el GC las puntuaciones tienden a agruparse hacia niveles medios y altos. Estos resultados sugieren que, previo a la intervención, el grupo control presentaba un mayor interés hacia las carreras STEM.

El análisis gráfico de las distribuciones correspondientes a las cuatro dimensiones evaluadas en el pretest muestra, en términos generales, una tendencia hacia la normalidad en ambos grupos. Las puntuaciones se distribuyeron de forma relativamente simétrica respecto a sus respectivas medias, sin evidencias de asimetrías extremas ni concentraciones atípicas.

Figura 4.10

Histograma de la dimensión D, interés en una profesión STEM GC y GE, pretest.



Fuente: elaboración propia.

En la dimensión A (actitud hacia la ciencia), ambos grupos presentaron una actitud positiva, con mayor dispersión en el GC. En la dimensión B (actitud hacia la tecnología y la ingeniería), el GE obtuvo una media ligeramente superior, aunque con mayor concentración de puntajes por debajo de la media, lo cual sugiere una distribución más heterogénea. En cuanto a la dimensión C (actitud hacia las matemáticas), los resultados fueron similares entre grupos, con una leve concentración de respuestas en los niveles medios e inferiores, reflejando una actitud positiva moderada. Finalmente, en la dimensión D (interés en profesiones STEM), el GC mostró un mayor interés inicial en comparación con el GE, cuya distribución se inclinó hacia los valores bajos.

Estos resultados establecen un punto de partida importante para la comparación posterior de los efectos generados por la intervención educativa implementada en el grupo experimental.

Pasamos ahora al análisis de la prueba pretest con el propósito de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control (GC) y el grupo experimental (GE) en cada una de las dimensiones evaluadas. Para ello, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, ya que se trata de dos grupos distintos no relacionados entre sí.

Se estableció un nivel de significancia de 0.05, lo que equivale a un nivel de confianza del 95%. Antes de aplicar la prueba, se verificaron los supuestos estadísticos necesarios: la normalidad en la distribución de los datos y la homogeneidad de varianzas entre ambos grupos. El cumplimiento de estos supuestos justifica la elección de esta prueba paramétrica como método de comparación.

Para comprobar si los datos obtenidos en el pretest siguen una distribución normal, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, recomendada para muestras menores de 50 participantes. Esta prueba permite evaluar si las variables aleatorias correspondientes a cada una de las dimensiones en los grupos control y experimental presentan un comportamiento compatible con una distribución normal. Las hipótesis que se plantearon para esta prueba fueron las siguientes:

- H_0 (hipótesis nula): Los datos siguen una distribución normal.
- H_1 (hipótesis alternativa): Los datos no siguen una distribución normal.

Se adoptó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Si el valor de p es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula y se asume normalidad en los datos; en caso contrario, se rechaza la normalidad.

El cálculo de los valores se realizó en Excel y en la tabla 4.1 se muestran los resultados que se obtuvieron de esta prueba:

Tabla 4.1

Prueba de normalidad de los datos del pretest

Shapiro Wilks				
Instrumento	Grupo	SWc	SWt	Sig. (p)
S-STEM	GC	0.948	0.926	0.24
	GE	0.970	0.936	0.46

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, el P-valor o significancia que logra esta prueba es de 0.24 para el GC y de 0.46 para el GE, lo cual nos dice que en los dos casos $P\text{-valor} > \alpha$. Es decir,

para el GC $0.24 > 0.05$ y para el GE $0.46 > 0.05$. Con lo anterior podemos confirmar la hipótesis nula H_0 : los datos provienen de una distribución normal.

Además, si comparamos los coeficientes de Shapiro Wilks calculado (SWc) y el obtenido por tablas (SWt) comprobamos que $0.948 > 0.926$ para el GC y $0.970 > 0.936$ lo cual nos dice que se cumple la hipótesis nula H_0 = los datos provienen de una distribución normal.

Una vez comprobada la normalidad de los datos, se procedió a aplicar la prueba t de Student para muestras independientes con el propósito de comparar las medias obtenidas por el grupo control (GC) y el grupo experimental (GE) en cada una de las dimensiones analizadas. Esta prueba permite determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. A partir de ello, se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 : no hay diferencia entre las medias del GC y el GE

H_1 : existe diferencia significativa entre las medias del GC y el GE

Si $\rho > \alpha$ se cumple la H_0

Si $\rho < \alpha$ se cumple la H_1

En la Tabla 4.2 se presenta la información obtenida para la aplicación de la prueba t de Student en la dimensión A, correspondiente a la actitud hacia la ciencia. El valor de significancia obtenido fue de 0.14. En este caso, se mantiene la hipótesis nula, ya que $\rho > \alpha$ ($0.14 > 0.05$). Esta conclusión se respalda al observar que las medias del grupo control ($\bar{x} = 29.83$) y del grupo experimental ($\bar{x} = 27.83$) no difieren de forma significativa. Por tanto, la prueba t confirma que, antes de la intervención educativa, no existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a su actitud hacia la ciencia.

En cuanto a la dimensión B, correspondiente a la actitud hacia la tecnología y la ingeniería, en la tabla 4.2 se presenta la información obtenida tras aplicar la prueba t de Student. El valor de significancia fue de 0.57. Dado que $\rho > \alpha$ ($0.57 > 0.05$), no se rechaza la hipótesis nula. Esta conclusión se ve reforzada por la similitud entre las medias del GC ($\bar{x} = 30.41$) y del GE ($\bar{x} = 31.40$). En consecuencia, se confirma que no existían diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos antes de la intervención educativa, lo cual

permite considerar esta dimensión como equilibrada en el pretest para efectos comparativos posteriores.

Tabla 4.2

Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes GC y GE pretest

Dimensión	A		B		C		D	
Grupo	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
$\bar{x}$	29.83	27.83	30.41	31.40	27.28	26.06	30.52	26.14
Sx	39.65	23.86	56.54	40.60	32.71	43.00	44.62	27.71
EEM	1.17	0.83	1.40	1.08	1.06	1.11	1.24	0.89
Observaciones	29	35	29	35	29	35	29	35
Varianza agrupada	30.99		47.80		38.35		35.35	
Diferencia hipotética de las medias	0.00		0.00		0.00		0.00	
Grados de libertad	62.00		62.00		62.00		62.00	
Estadístico t	1.51		-0.57		0.78		2.93	
P(T≤t) una cola	0.07		0.29		0.22		0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.67		1.67		1.67		1.67	
P(T≤t) dos colas	0.14		0.57		0.44		0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00		2.00		2.00		2.00	

Fuente: elaboración propia

Para la dimensión C, en la Tabla 4.2 se presenta la información obtenida mediante la aplicación de la prueba t de Student. El valor de significancia fue de 0.44, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, ya que $p > \alpha$ ($0.44 > 0.05$). Esta conclusión se confirma al observar que las medias del grupo control ($\bar{x} = 27.28$) y del grupo experimental ($\bar{x} = 26.06$) son relativamente cercanas. De este modo, la prueba t aplicada a la dimensión C en el pretest indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a su actitud hacia las matemáticas antes de la intervención educativa.

Finalmente, para la dimensión D, en la Tabla 4.2 se presenta la información obtenida mediante la aplicación de la prueba t de Student. El valor de significancia fue de 0.00, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa H_1 , ya que $p < \alpha$ ($0.00 < 0.05$). Esta conclusión se respalda al observar las medias del grupo control ($\bar{x} = 30.52$) y del grupo experimental ($\bar{x} = 26.14$), que reflejan una diferencia estadísticamente significativa. Así, la prueba t aplicada a la dimensión D en el pretest confirma que, antes de la intervención educativa, los estudiantes del grupo control mostraban un mayor interés hacia una profesión STEM en comparación con los del grupo experimental.

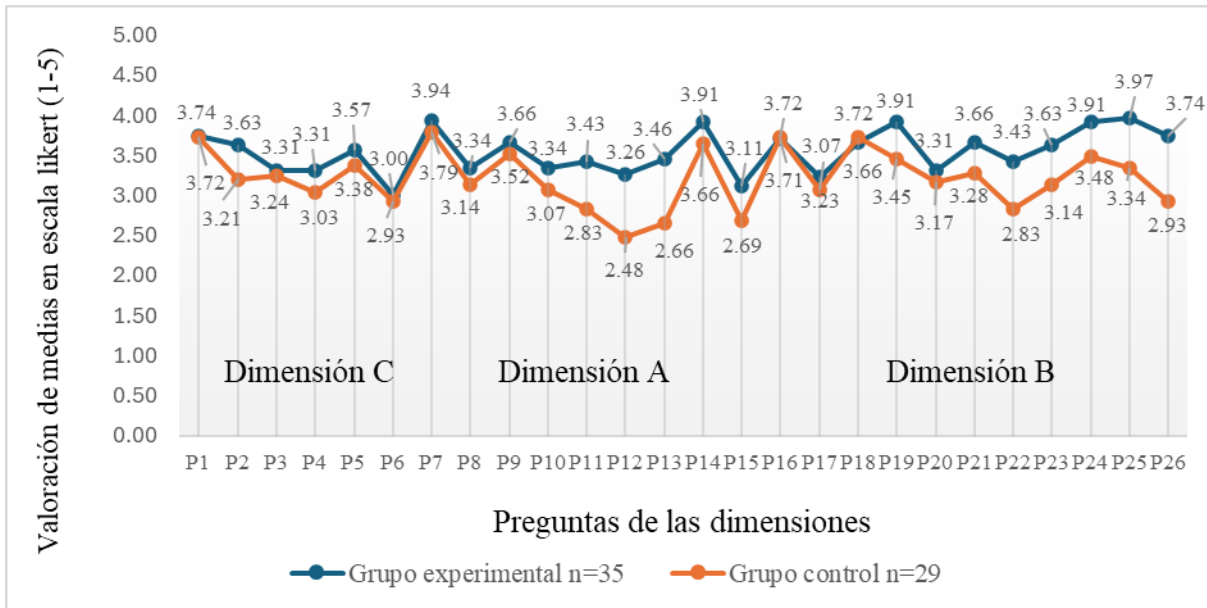
En síntesis, los resultados de la prueba t de Student aplicada a las cuatro dimensiones evaluadas en el pretest indican que, previo a la intervención educativa, no existían diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental en cuanto a sus actitudes hacia la ciencia, la tecnología y la ingeniería, y las matemáticas, lo cual valida la homogeneidad inicial entre ambos grupos. No obstante, en la dimensión correspondiente al interés hacia una profesión STEM, se identificó una diferencia significativa a favor del grupo control. Este hallazgo representa un punto relevante para la interpretación posterior de los efectos de la intervención educativa, pues sugiere que el grupo experimental partía de un nivel de interés ligeramente menor, lo que debe considerarse al analizar los resultados del posttest.

4.1.2. Resultados de la prueba posttest del GC y el GE

En este apartado se presenta el análisis del estado con el que concluyeron su participación en el cuasi experimento los estudiantes del grupo control (GC) y del grupo experimental (GE). Se evaluaron cuatro dimensiones a partir de los datos obtenidos mediante la aplicación del posttest del instrumento S-STEM (ver Apéndices E Y F) a ambos grupos. Las dimensiones consideradas son: A) Actitud hacia la ciencia (P9-18), B) Actitud hacia la tecnología y la ingeniería (P19-P26), C) Actitud hacia las matemáticas (P1-P8) y D) Interés en profesiones STEM (P1-12). Para el análisis se llevó a cabo una comparación intergrupar y se aplicaron pruebas de hipótesis con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tras la intervención educativa implementada en el GE.

Tabla 4.11

Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión A, B y C del instrumento S-STEM, GC y GE, posttest.



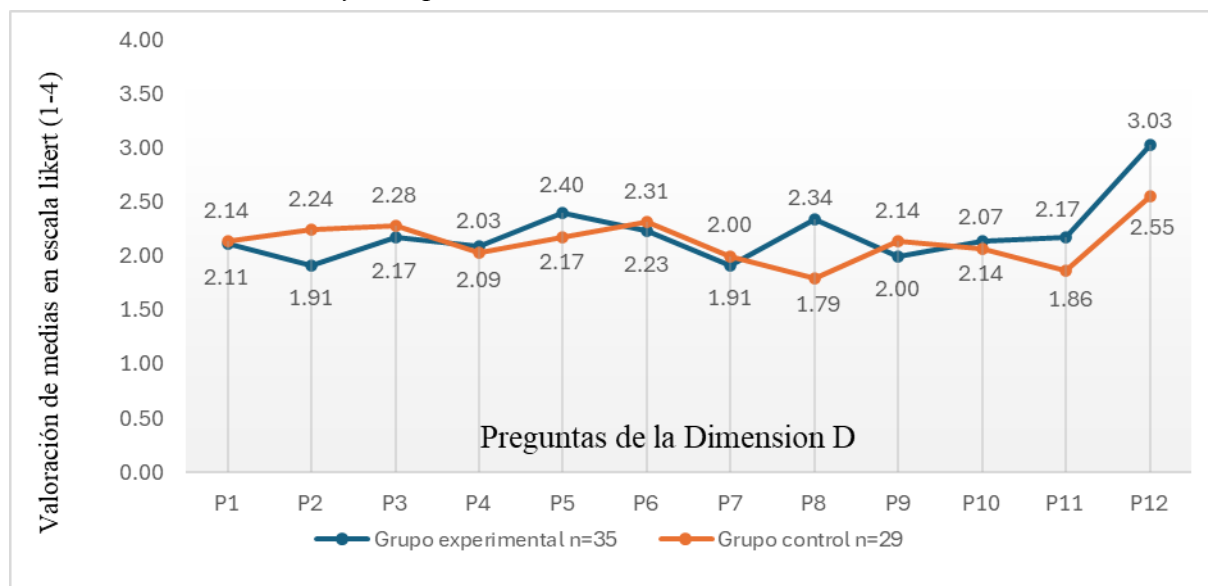
Fuente: elaboración propia

En la figura 4.11 se presentan las puntuaciones medias de las respuestas dadas por los participantes del GC y del GE en las dimensiones A, B y C. Estas tres dimensiones se agrupan en la figura debido a que todas se evaluaron mediante una escala de Likert del 1 al 5. Para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre ambos grupos, se aplicó la prueba t de Student a cada una de las dimensiones analizadas. Los resultados indican que para la dimensión A y B si existen diferencias estadísticamente significativas; mientras que para las dimensiones C no existen diferencias estadísticamente significativas.

En la figura 4.12 se presentan los puntajes correspondientes a la dimensión D, la cual se muestra de manera separada de las otras tres dimensiones debido a que su medición se realizó mediante una escala de Likert del 1 al 4. Se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

Figura 4.12

Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM, GC y GE, posttest

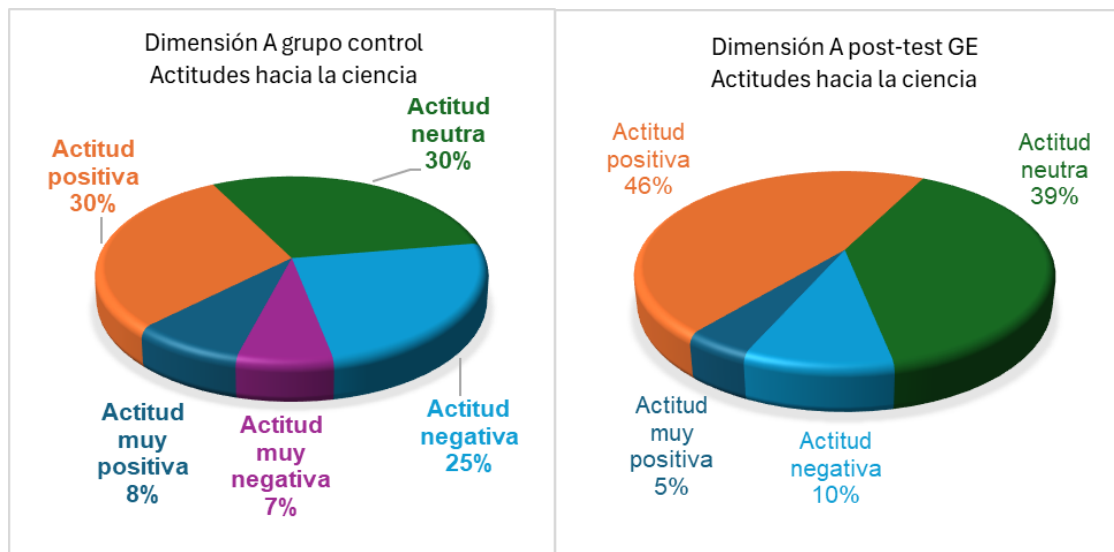


Fuente: elaboración propia.

Pasando al análisis de las respuestas que dieron los estudiantes con respecto a sus actitudes e interés, los resultados referidos a la dimensión A, es decir, la actitud hacia la ciencia, se muestran en la figura 4.13. En ella podemos observar que, para el GC, un 68% de los estudiantes ha elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 32% seleccionó el nivel 2 y 1, lo que expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para el GE, un 90% de los estudiantes eligió del nivel 3 al 5, lo que indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que un 10% seleccionó el nivel 2, lo cual expresa una actitud “negativa”. Cabe resaltar que, en esta dimensión, ningún estudiante del GE seleccionó la opción “muy negativa”.

Figura 4.13

Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GC y GE, postest.

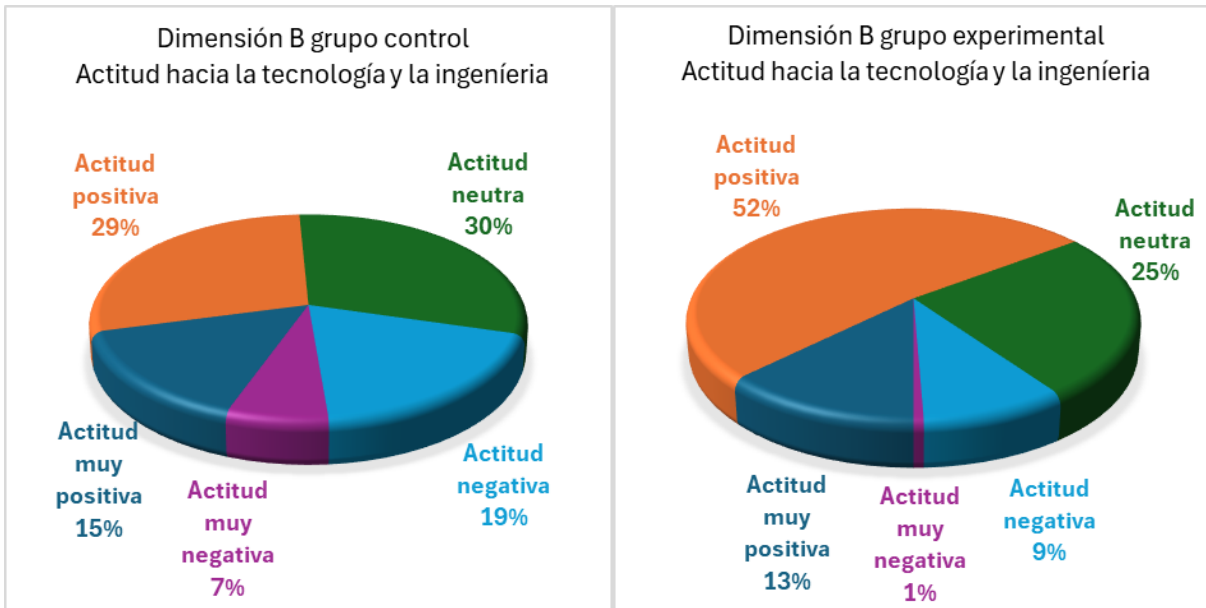


Fuente: elaboración propia.

Para los resultados de la dimensión B, es decir, la actitud hacia la tecnología y la ingeniería, se muestran en la figura 4.14. En ella podemos observar que, para el GC, un 74% de los estudiantes ha elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la tecnología y la ingeniería; mientras que el 26% seleccionó el nivel 2 y 1, lo que expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia estas. Por otro lado, para el GE, un 90% de los estudiantes eligió del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la tecnología y la ingeniería; mientras que un 10% experimenta una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia estas.

Figura 4.14

Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GC y GE, posttest

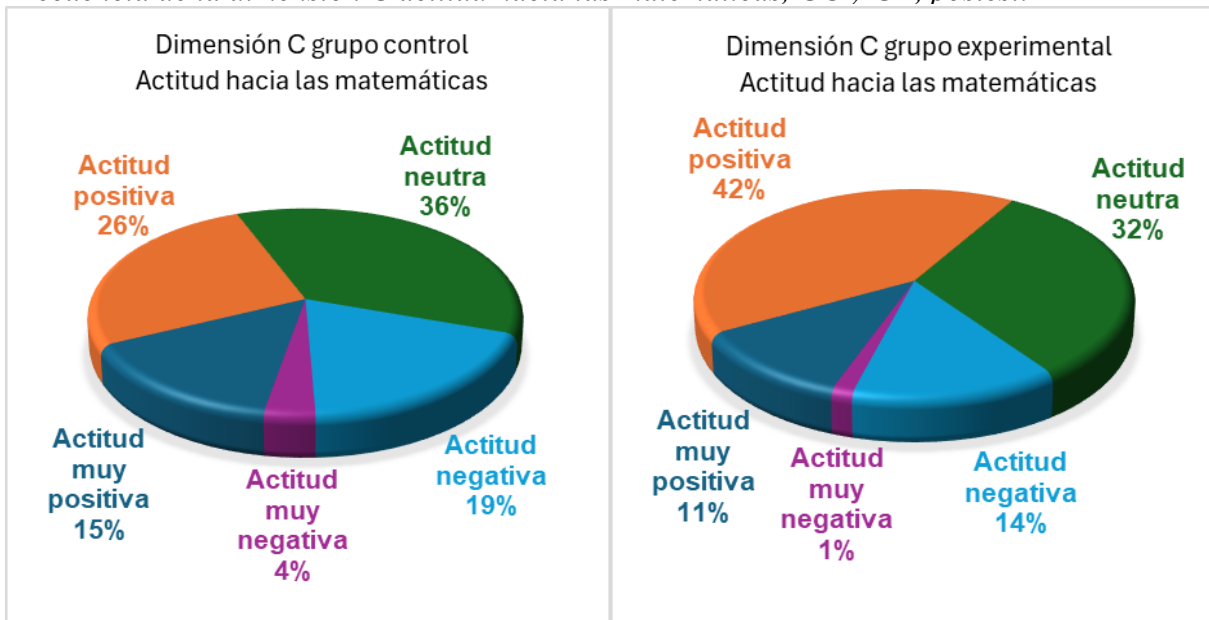


Fuente: elaboración propia

Para los resultados de la dimensión C, es decir, la actitud hacia las matemáticas, la información se muestra en la figura 4.15. En ella podemos observar que, para el GC, un 77% de los estudiantes ha elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia las matemáticas; mientras que el 23% experimenta una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia estas. Por otro lado, para el GE, un 85% de los estudiantes eligió del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia las matemáticas; mientras que solo un 15% expresa tener una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia estas.

Figura 4.15

Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GC y GE, postest.

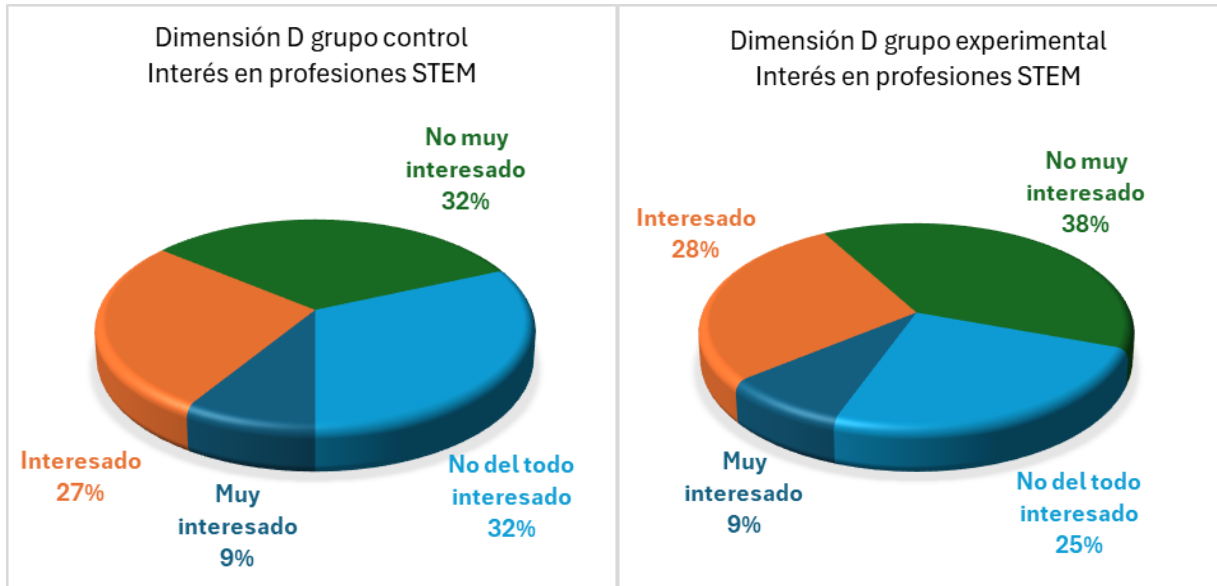


Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, los resultados de la dimensión D, es decir, el interés hacia una profesión STEM, se muestran en la figura 4.16. En ella podemos observar que, para el GC, un 36% de los estudiantes ha elegido el nivel 4 y 3 de la escala, lo cual indica que están “muy interesados” o “interesados” en una profesión STEM; mientras que el 64% ha elegido el nivel 1 y 2, lo cual sugiere que los estudiantes están “no muy interesados” o “no del todo interesados” en estas. En cuanto al GE, un 37% de los estudiantes ha elegido el nivel 4 y 3 de la escala, lo cual indica que están “muy interesados” o “interesados” en una profesión STEM; mientras que el 63% ha elegido el nivel 1 y 2, lo cual sugiere que están “no muy interesados” o “no del todo interesados” en estas.

Figura 4.16

Frecuencia de la dimensión C interés en una profesión STEM, GC y GE, posttest.

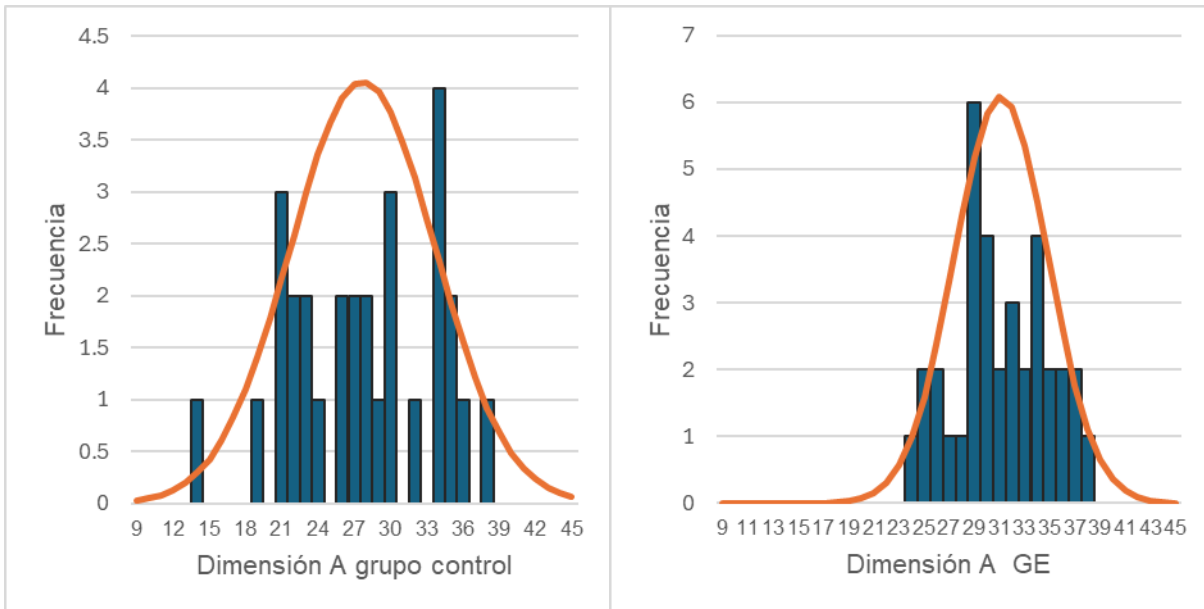


Fuente: elaboración propia.

Ahora pasamos a mostrar los histogramas correspondientes a la información obtenida con el instrumento S-STEM para la prueba posttest del GC y GE. Como se muestra en la figura 4.17, para la media global de la dimensión A (puntaje mínimo de 9 y máximo de 45), la actitud hacia la ciencia del GC ($\bar{X} = 27.69$; $S_x = 5.99$) y del GE ($\bar{X} = 31.11$; $S_x = 3.71$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la ciencia. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 14 y 38 para el GC, y entre 24 y 38 para el GE. En ambos grupos se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que existen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. En el GC se observa una concentración de puntuaciones tanto por encima como por debajo de la media, mientras que en el GE predominan ligeramente las puntuaciones por debajo de la media.

Figura 4.17

Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GC y GE, posttest.

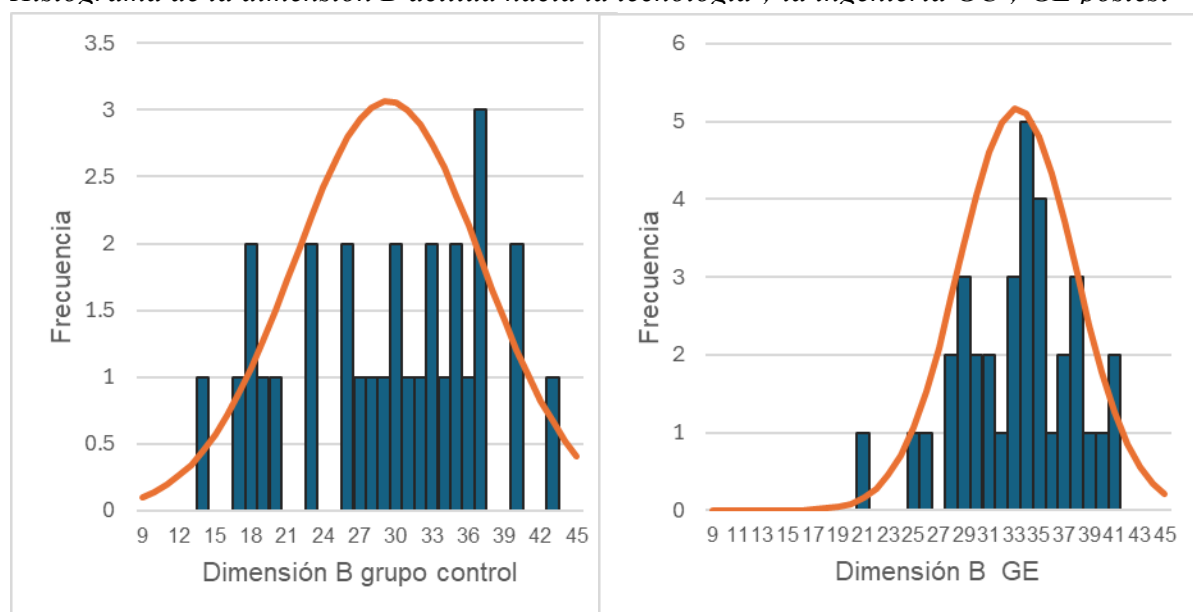


Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la media global de la dimensión B (puntaje mínimo de 9 y máximo de 45), correspondiente a la actitud hacia la tecnología y la ingeniería, como se muestra en la figura 4.18, el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 29.34$ ($S_x = 7.81$), mientras que el GE alcanzó una media de $\bar{X} = 33.23$ ($S_x = 4.74$), lo que sugiere una actitud positiva en ambos grupos hacia esta dimensión. Los puntajes mínimos y máximos se sitúan entre 14 y 43 para el GC, y entre 21 y 41 para el GE. En ambos casos se observa una distribución relativamente normal, con valores distribuidos tanto a la derecha como a la izquierda de la media. En ambos grupos se aprecia una mayor concentración de puntuaciones por encima de la media, lo cual refuerza la tendencia positiva identificada.

Figura 4.18

Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería GC y GE posttest

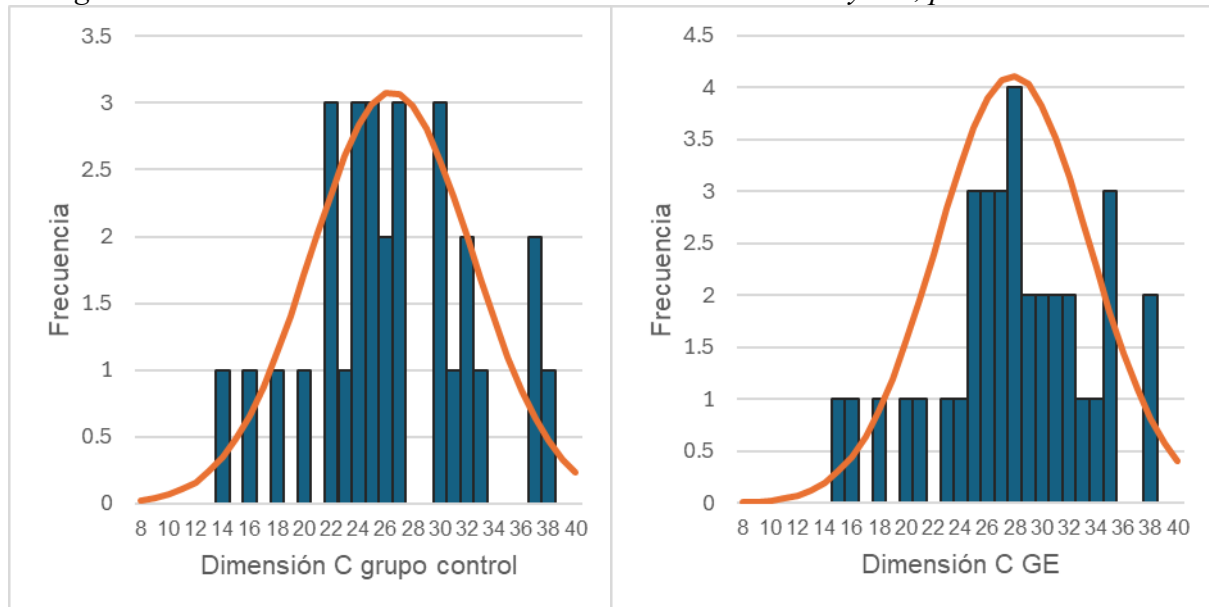


Fuente: elaboración propia.

En la figura 4.19, para la media global de la dimensión C (puntaje mínimo de 8 y máximo de 40), correspondiente a la actitud hacia las matemáticas, el GC presenta una media de $\bar{X}=26.45$ ($Sx=5.96$) y el GE una media de $\bar{X}=27.86$ ($Sx = 5.53$), lo que parece indicar una tendencia actitudinal positiva en ambos grupos. Los puntajes mínimos y máximos se sitúan entre 14 y 38 para el GC, y entre 15 y 38 para el GE. En ambos casos se observa una distribución relativamente normal, con valores tanto por encima como por debajo de la media. En el GC, se aprecia una mayor concentración de puntuaciones por debajo de la media, mientras que en el GE predominan las puntuaciones por encima de la media.

Figura 4.19

Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GC y GE, posttest.

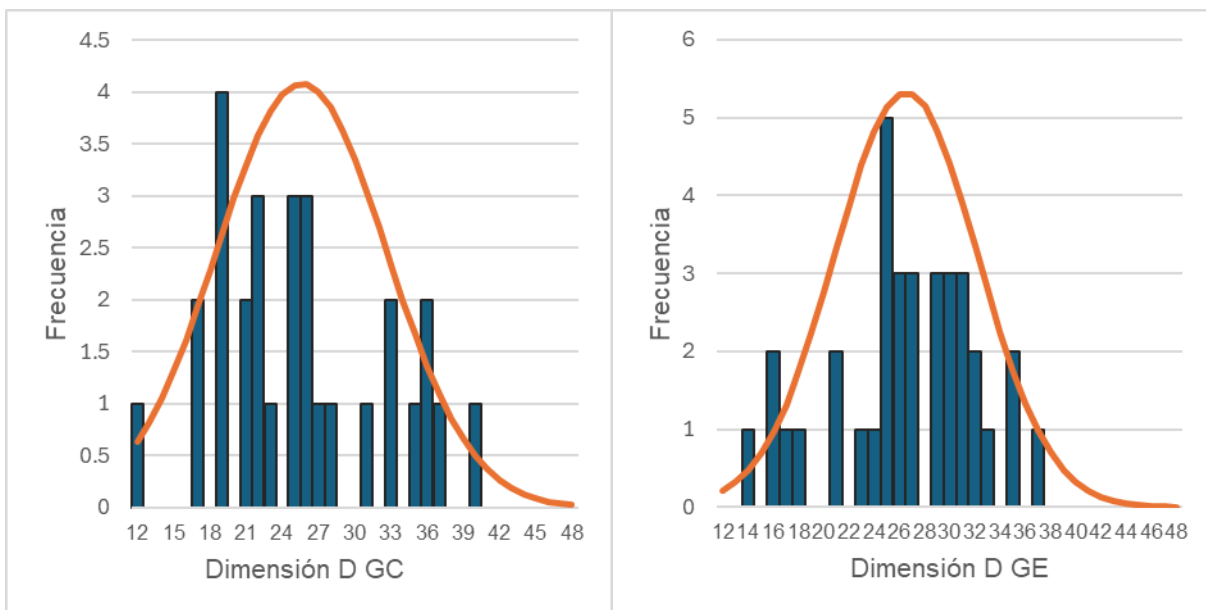


Fuente: elaboración propia.

El último histograma aparece en la figura 4.20 y corresponde a la media global de la dimensión D (puntaje mínimo de 12 y máximo de 48), relacionada con el interés hacia las profesiones STEM. El GC presenta una media de $\bar{X}=25.59$ ($Sx = 7.03$), mientras que el GE alcanza una media de $\bar{X}=26.51$ ($Sx = 5.73$), lo que sugiere un nivel de interés medio en ambos grupos. Los puntajes se ubican entre 12 y 40 para el GC, y entre 14 y 37 para el GE. En ambos casos, la distribución de los datos es relativamente normal, ya que se observan valores tanto por encima como por debajo de la media. Se aprecia una mayor concentración de puntuaciones por debajo de la media en ambos grupos.

Figura 4.20

Histograma de la dimensión D interés en las carreras STEM GC y GE, posttest.



Fuente: elaboración propia.

El análisis gráfico de las distribuciones correspondientes a las cuatro dimensiones evaluadas en el posttest muestra, en términos generales, una tendencia hacia la normalidad en ambos grupos. Las puntuaciones se distribuyen de forma relativamente simétrica respecto a sus respectivas medias, sin evidencias de asimetrías extremas ni concentraciones atípicas. En la dimensión A (actitud hacia la ciencia), se observa un incremento en la media del GE, reflejando una mejora en la actitud posterior a la intervención. En la dimensión B (actitud hacia la tecnología y la ingeniería), ambos grupos mantienen una actitud positiva, siendo más marcada en el GE. En cuanto a la dimensión C (actitud hacia las matemáticas), el GE muestra una leve mejora respecto al GC, lo cual sugiere una percepción más favorable tras la experiencia educativa. Finalmente, en la dimensión D (interés en profesiones STEM), ambos grupos se mantienen en niveles medios, aunque con ligeras diferencias entre sus distribuciones. Estos resultados permiten observar cambios en las tendencias actitudinales entre el pretest y el posttest, particularmente en el grupo experimental.

Pasemos ahora al análisis del pretest con el objetivo de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre el Grupo Control (GC) y el Grupo

Experimental (GE). Para ello se empleará la prueba t de Student para muestras independientes, dado que se comparan dos grupos distintos. Se establece un nivel de significancia de 0.05, correspondiente a un nivel de confianza del 95%.

Previo a la aplicación de la prueba t, es necesario verificar que los datos cumplan con los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas. La prueba de normalidad permite comprobar si las variables aleatorias de ambos grupos siguen una distribución normal. Para ello se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, adecuada para tamaños de muestra menores a 50. Las hipótesis de esta prueba son:

H₀ (hipótesis nula)= los datos provienen de una distribución normal

H₁ (hipótesis alternativa)= los datos NO provienen de una distribución normal

Si $p \Rightarrow \alpha$ se cumple la H₀

Si $p < \alpha$ se cumple la H₁

El cálculo de los valores se realizó en Excel y en la tabla 4.1 se muestran los resultados que se obtuvieron de esta prueba:

Tabla 4.3

Prueba de normalidad de los datos del posttest

		Shapiro Wilks		
Instrumento	Grupo	SWc	SWt	Sig. (p)
S-STEM Dimensión A	GC	0.965	0.926	0.46
	GE	0.966	0.934	0.49
S-STEM Dimensión B	GC	0.961	0.926	0.41
	GE	0.969	0.934	0.51
S-STEM Dimensión C	GC	0.974	0.926	0.74
	GE	0.968	0.934	0.49
S-STEM Dimensión D	GC	0.957	0.926	0.30
	GE	0.963	0.934	0.37

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, en todas las dimensiones se cumple que el valor SWc calculado es mayor que el SWt obtenido por tablas. Es decir, $SWc > SWt$ por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa aceptando la hipótesis nula que nos indica que los datos provienen de una distribución normal.

Además, si revisamos el P-valor o significancia que logra cada una de las dimensiones tenemos que: la dimensión A, para el GC $0.46 > 0.05$, para el GE $0.49 > 0.05$; la dimensión B, para el GC $0.041 > 0.05$, para el GE $0.51 > 0.05$; la dimensión C, para el GC $0.74 > 0.05$, para el GE $0.49 > 0.05$; la dimensión D, para el GC $0.30 > 0.05$, para el GE $0.37 > 0.05$. Con lo anterior podemos confirmar la hipótesis nula H_0 : los datos provienen de una distribución normal.

Una vez que se ha comprobado la distribución normal de los datos pasamos a realizar la prueba t de Student para cada una de las dimensiones analizadas. Para esto consideremos que la prueba t pondrá en contraste la media obtenida por el GC y el GE en la prueba posttest, de lo anterior se desprenden las hipótesis estadísticas que se compararán en esta prueba:

H_0 = no hay diferencia entre las medias del GC y el GE

H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC y el GE

Si $p > \alpha$ se cumple la H_0

Si $p < \alpha$ se cumple la H_1

En la tabla 4.4 aparece la información obtenida para la aplicación de la prueba t a la dimensión A. Se observa que el valor de significancia es de 0.01; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, ya que $p < \alpha$ ($0.01 < 0.05$). Se corrobora la validez de esta decisión al observar las medias del GC (27.69) y del GE (31.11). De este modo, la prueba t de Student correspondiente a la dimensión A y al posttest tanto del GC como del GE confirma que, después de la intervención educativa, las actitudes hacia la ciencia son significativamente diferentes.

Tabla 4.4*Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes GC y GE posttest*

Dimensión	A		B		C		D	
Grupo	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
$\bar{X}$	27.69	31.11	29.34	33.23	26.45	27.86	25.59	26.51
Sx	35.86	13.93	60.95	21.47	35.47	31.65	49.46	32.49
EEM	1.11	0.63	1.45	0.78	1.11	0.95	1.31	0.96
Observaciones	29	35	29	35	29	35	29	35
Varianza agrupada	23.83		39.30		33.39		40.16	
Diferencia hipotética de las medias	0.00		0.00		0.00		0.00	
Grados de libertad	62.00		62.00		62.00		62.00	
Estadístico t	-2.79		-2.47		-0.97		-0.58	
P(T≤t) una cola	0.00		0.01		0.17		0.28	
Valor crítico de t (una cola)	1.67		1.67		1.67		1.67	
P(T≤t) dos colas	0.01		0.02		0.33		0.57	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00		2.00		2.00		2.00	

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la dimensión B, en la tabla 4.4 aparece la información obtenida para la aplicación de la prueba t. Se observa que el valor de significancia es de 0.02; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, ya que $p < \alpha$ ($0.02 < 0.05$). Se corrobora la validez de esta decisión al observar las medias del GC (29.34) y del GE (33.23). De este modo, la prueba t de Student correspondiente a la dimensión B y al posttest tanto del GC como del GE confirma que, después de la intervención educativa, las actitudes hacia la tecnología y la ingeniería son significativamente diferentes.

Para la dimensión C, en la tabla 4.4 aparece la información obtenida para la aplicación de la prueba t. Se observa que el valor de significancia es de 0.33; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, ya que $p > \alpha$ ($0.33 > 0.05$). Esta conclusión se respalda al observar las medias del GC (26.45) y del GE (27.86). De este modo, la prueba t de Student correspondiente a la dimensión C y al postest tanto del GC como del GE confirma que, después de la intervención educativa, las actitudes hacia las matemáticas no presentan una diferencia estadísticamente significativa.

Finalmente, para la dimensión D, en la tabla 4.4 aparece la información obtenida para la aplicación de la prueba t. Se observa que el valor de significancia es de 0.57; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, ya que $p > \alpha$ ($0.57 > 0.05$). Esta conclusión se corrobora al observar las medias del GC (25.59) y del GE (26.51). De este modo, la prueba t de Student correspondiente a la dimensión D y al postest tanto del GC como del GE confirma que, después de la intervención educativa, el interés hacia una profesión STEM no presenta una diferencia estadísticamente significativa.

En síntesis, los resultados del análisis postest entre el GC y el GE muestran que existen diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones A (actitudes hacia la ciencia) y B (actitudes hacia la tecnología e ingeniería), lo que sugiere un impacto positivo de la intervención educativa en estas áreas. En contraste, en las dimensiones C (actitudes hacia las matemáticas) y D (interés en profesiones STEM) no se observaron diferencias significativas; sin embargo, en ambos casos los puntajes promedio del GE fueron superiores a los del GC, lo que indica una tendencia positiva en las actitudes de los estudiantes que participaron en la estrategia educativa.

4.1.3. Resultados de la prueba pretest y postest del GC

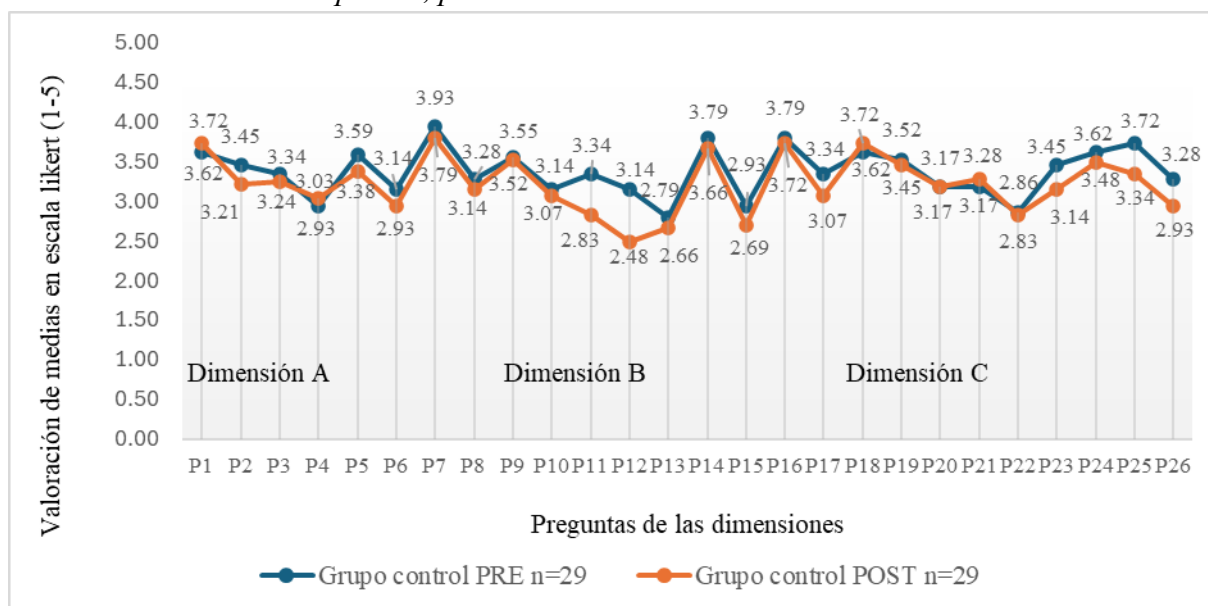
En este apartado se presenta el análisis comparativo del estado con el que iniciaron los estudiantes del GC, con respecto al estado con el que finalizaron su participación en el cuasi experimento. Se evaluaron las cuatro dimensiones con los datos (ver apéndice C y E) que se obtuvieron en la aplicación pretest y postest de la encuesta S-STEM en el GC. Para esto se nombraron las siguientes dimensiones: A) Actitud hacia la ciencia (P9-P18, B) Actitud hacia

la tecnología y la ingeniería (P19-P26), C) Actitud hacia las matemáticas (P1- y P8), Interés en profesiones STEM (P1-12). Se llevó a cabo un análisis intragrupal y también se realizaron las pruebas de hipótesis.

En la figura 4.21 aparecen las puntuaciones medias de las respuestas que dieron a las dimensiones A, B, y C los participantes del GC. En la figura se agrupan las tres dimensiones, ya que todas se miden utilizando una escala de Likert del 1 al 5. Para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre el momento pretest y el momento posttest se aplicó la prueba t-Student para cada una de las dimensiones analizadas. Los resultados indican que para la dimensión A y D si existen diferencias estadísticamente significativas; mientras que para las dimensiones B y C no existen diferencias estadísticas significativas. Se observa una disminución en la mayoría de los puntajes obtenidos en la prueba pretest lo cual indica que hubo una disminución de actitudes positivas hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas entre los estudiantes del GC.

Figura 4.21

Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión A, B y C del instrumento S-STEM GC pretest, posttest.

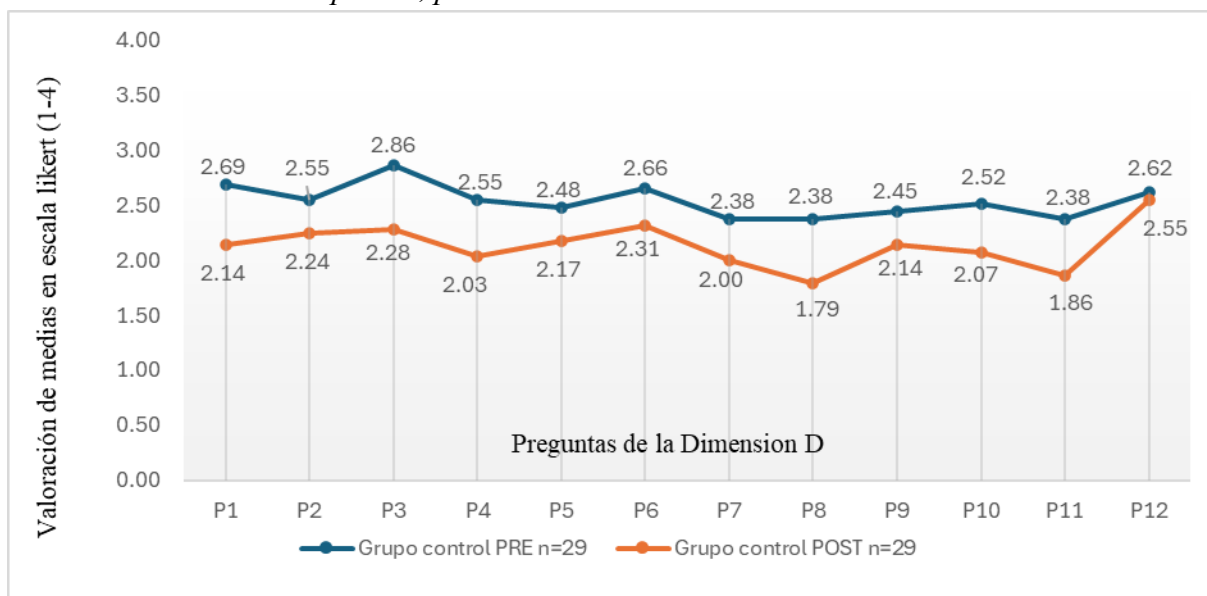


Fuente: elaboración propia

Con respecto a la dimensión D, la cual se muestra separada de las otras tres debido a que su medición es en una escala de Likert medida del 1 al 4. Se observa en la figura 4.22 que existe diferencia estadísticamente significativa, el GC obtuvo medias más bajas en su prueba posttest.

Figura 4.22

Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM GC pretest, posttest.

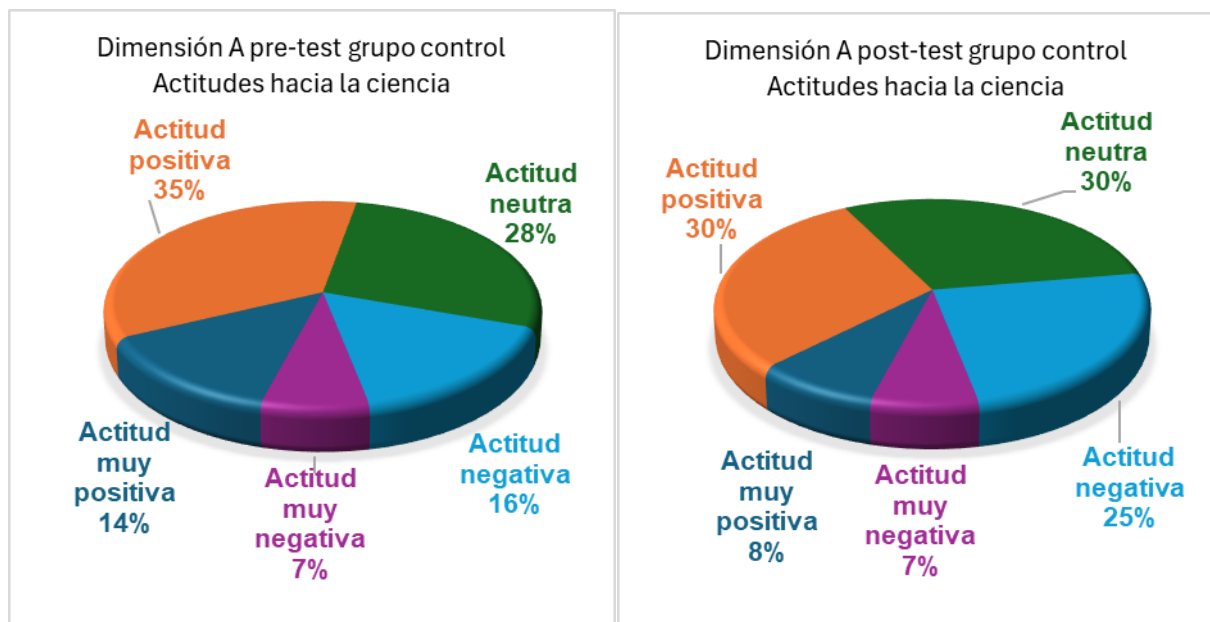


Fuente: elaboración propia

Pasando al análisis de las respuestas que dieron los estudiantes con respecto a sus actitudes de interés, los resultados referidos a la dimensión A, es decir; la actitud hacia la ciencia, estas se muestran en la figura 4.23. En ella podemos observar que las respuestas del GC en la prueba pretest muestran 77% de los estudiantes han elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 37% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para las respuestas en la prueba posttest del GC un 68% de los estudiantes han elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que un 32% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 lo cual expresa una actitud “negativa”.

Figura 4.23

Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GC pretest y posttest

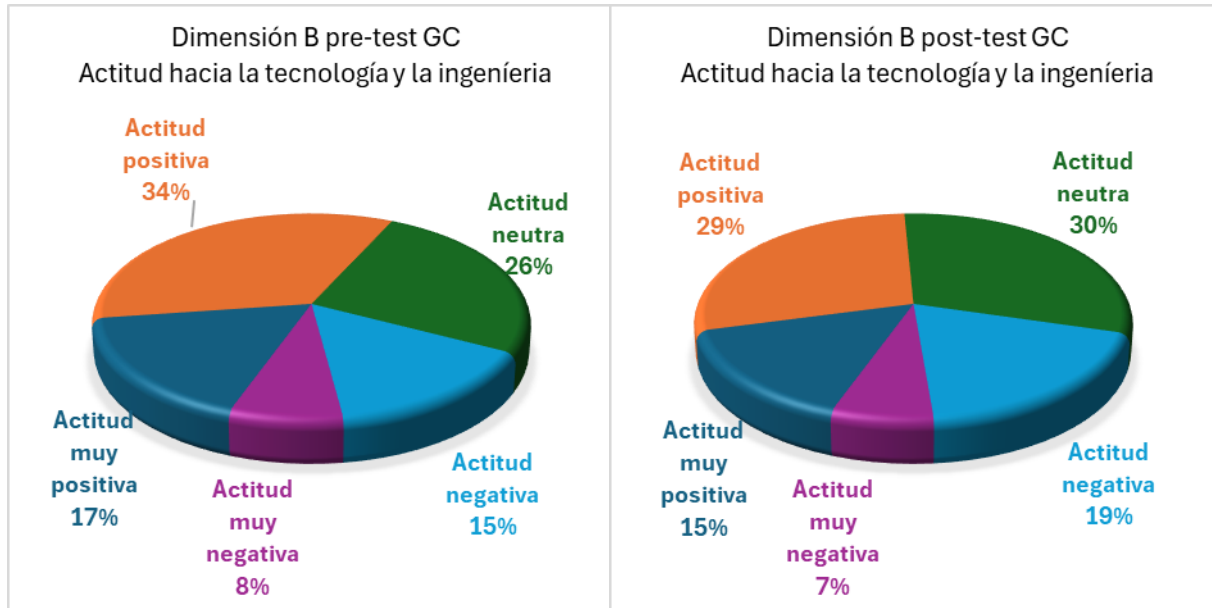


Fuente: elaboración propia

Para los resultados referidos a la dimensión B, es decir; la actitud hacia la tecnología y la ciencia, estos se muestran en la figura 4.24. En ella podemos observar que las respuestas del GC en la prueba pretest muestran 77% de los estudiantes han elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 37% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para las respuestas en la prueba posttest del GC un 68% de los estudiantes han elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que un 32% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 lo cual expresa una actitud “negativa”.

Figura 4.24

Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GC pretest, postest.

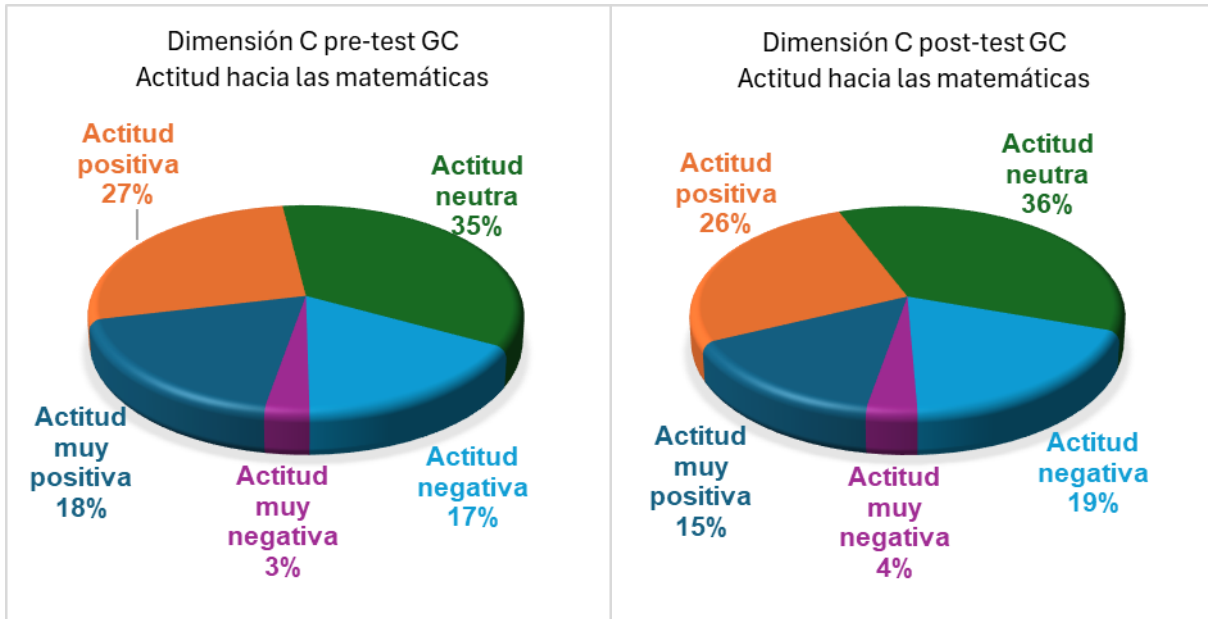


Fuente: elaboración propia

Para los resultados referidos a la dimensión C, es decir; la actitud hacia las matemáticas, estas se muestran en la figura 4.25. Se observa que las respuestas del GC en la prueba pretest muestran que 80% de los estudiantes han elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 20% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para las respuestas en la prueba postest del GC un 77% de los estudiantes han elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia las matemáticas; mientras que un 23% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” y “muy negativa” hacia estas.

Figura 4.25

Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GC pretest y postest.

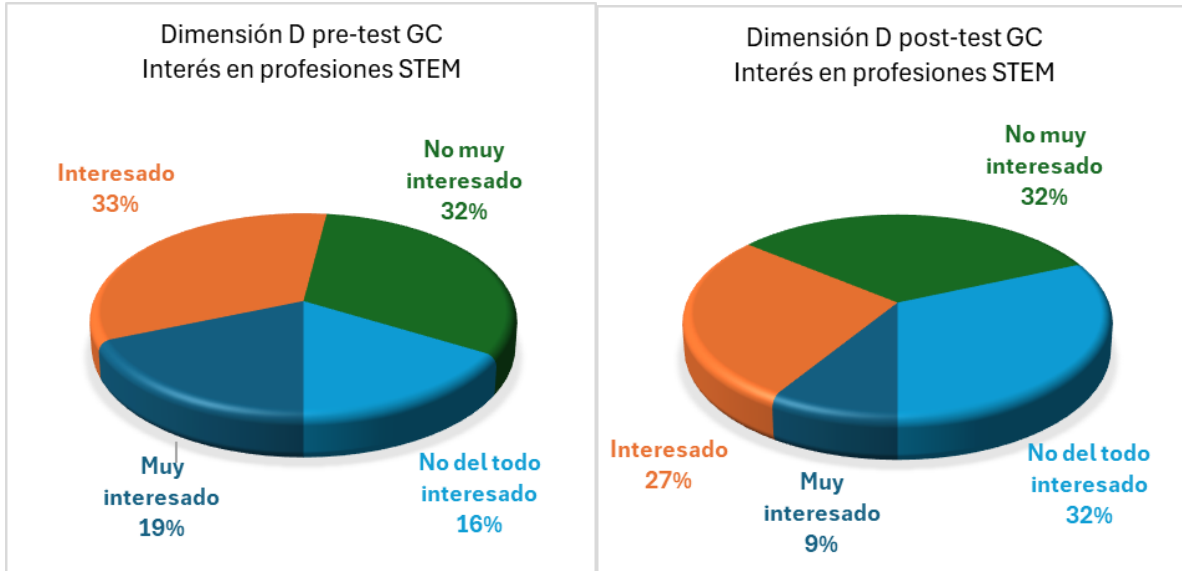


Fuente: elaboración propia

Finalmente, para los resultados referidos a la dimensión D, es decir; en interés en carreras STEM, estas se muestran en la figura 4.26. Se observa que las respuestas del GC en la prueba pretest muestran que 80% de los estudiantes han elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 20% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para las respuestas en la prueba posttest del GC un 77% de los estudiantes han elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia las matemáticas; mientras que un 23% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” y “muy negativa” hacia estas.

Figura 4.26

Frecuencia de la dimensión D interés en una profesión STEM, GC pretest, postest.



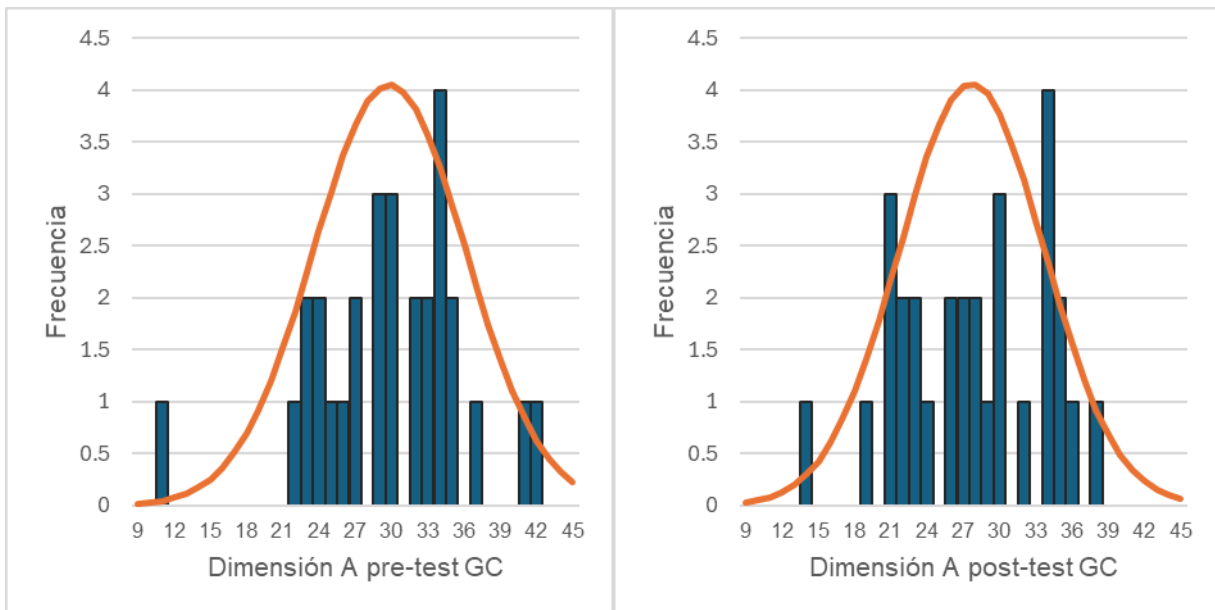
Fuente: elaboración propia

Ahora pasamos a mostrar los histogramas correspondientes a la información obtenida con el instrumento S-STEM por el GC en la prueba pretest y en la prueba postest.

Con respecto a la media global de la dimensión A (puntaje mínimo de 9 y máximo de 45), actitud hacia la ciencia, como aparece en la figura 4.27, para el GC pretest ($\bar{X} = 29.83$; $Sx = 6.30$) y para el GC postest ($\bar{X} = 27.69$; $Sx = 5.99$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la tecnología y la ingeniería. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 14 y 43 para la prueba pretest y, 14 y 38 para la prueba postest del GC. En ambos grupos de respuestas del GC se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. Se aprecia que el GC cuenta con una mayor concentración de puntajes por encima de la media en ambos momentos, pero, estos bajaron en la prueba postest.

Figura 4.27

Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GC pretest, postest.

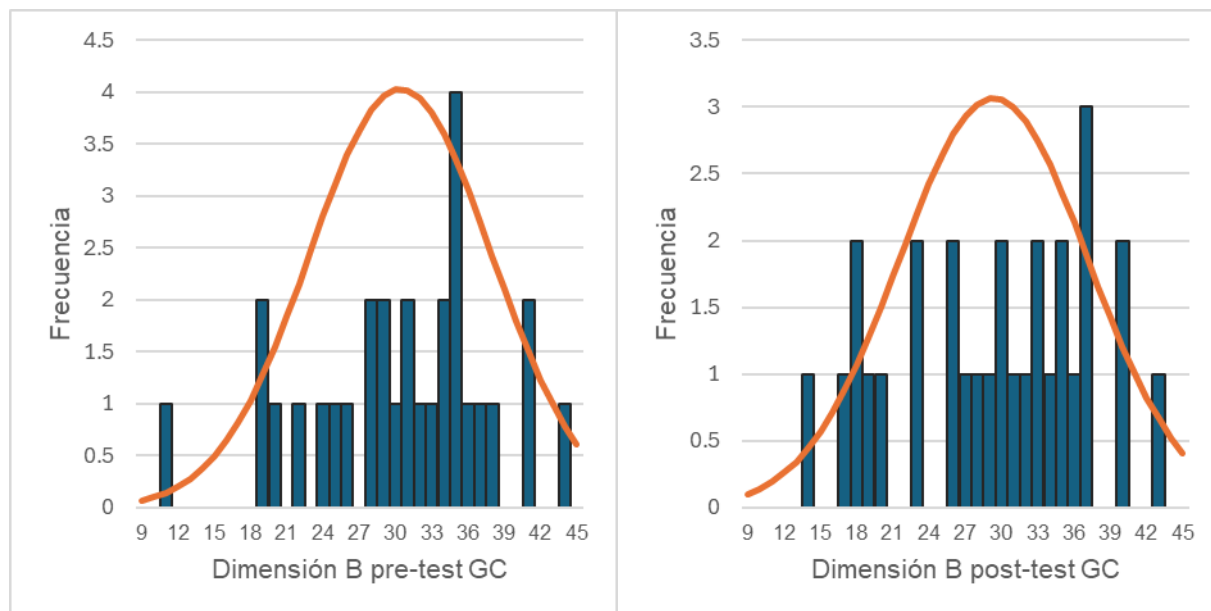


Fuente: elaboración propia

Con respecto a la media global de la dimensión B (puntaje mínimo de 9 y máximo de 45), actitud hacia la tecnología y la ingeniería, como aparece en la figura 4.28, para el GC pretest ($\bar{x} = 30.41$; $Sx = 7.52$) y para el GC posttest ($\bar{x} = 29.34$; $Sx = 7.81$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la tecnología y la ingeniería. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 11 y 44 para la prueba pretest y, 14 y 43 para la prueba posttest del GC. En ambos grupos de respuestas del GC se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. Se aprecia que el GC cuenta con una mayor concentración de puntajes por encima de la media y esto se mantuvo en ambos momentos de la prueba.

Figura 4.28

Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería GC, pretest, postest

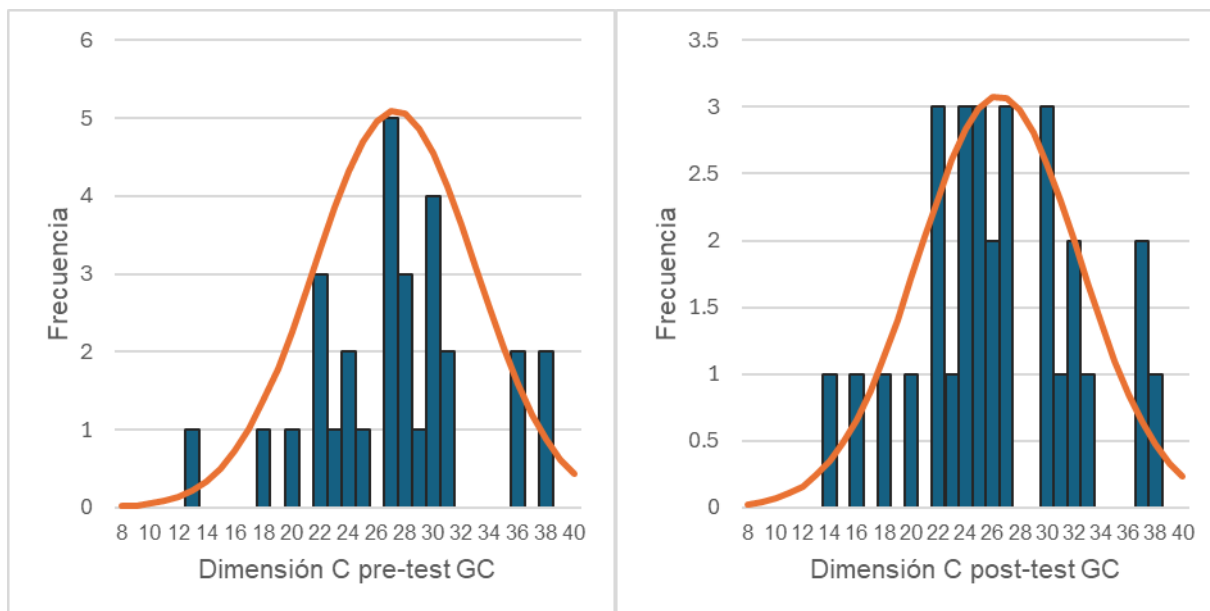


Fuente: elaboración propia

En la figura 4.29 para la media global de la dimensión C (puntaje mínimo de 9 y máximo de 45), actitud hacia las matemáticas, como aparece en la figura 4.29, para el GC pretest ($\bar{x} = 27.28$; $S_x = 5.72$) y para el GC posttest ($\bar{x} = 26.45$; $S_x = 5.96$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la tecnología y la ingeniería. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 13 y 38 para la prueba pretest y, 14 y 38 para la prueba posttest del GC. En ambos grupos de respuestas del GC se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. Se aprecia que el GC cuenta con una mayor concentración de puntajes por debajo de la media en ambos momentos; sin embargo, estos disminuyeron aún más en la prueba posttest.

Figura 4.29

Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GC pretest, postest.

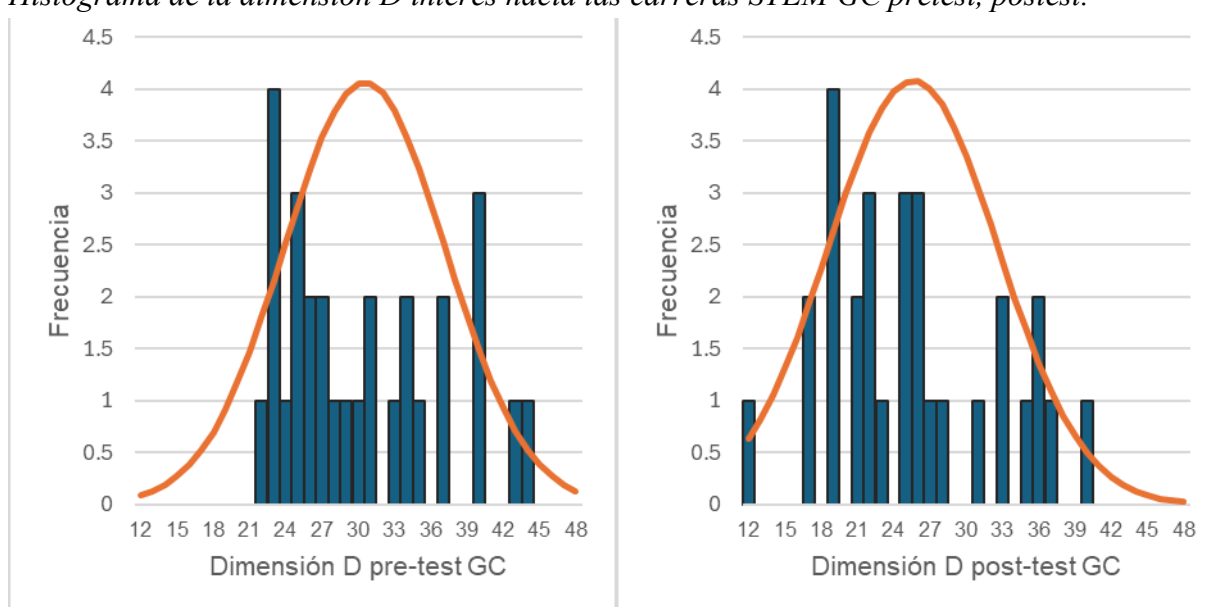


Fuente: elaboración propia

El último histograma aparece en la figura 4.30 para la media global de la dimensión D (puntaje mínimo de 12 y máximo de 48), interés en carreras STEM, como aparece en la figura 4.30, para el GC pretest ($\bar{X} = 30.52$; $S_x = 6.68$) y para el GC posttest ($\bar{X} = 25.59$; $S_x = 7.03$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la tecnología y la ingeniería. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 22 y 44 para la prueba pretest y, 12 y 40 para la prueba posttest del GC. En ambos grupos de respuestas del GC se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. Para el GC se aprecia que hay una mayor concentración de puntajes por debajo de la media en ambas pruebas lo cual se mantiene en ambos momentos.

Figura 4.30

Histograma de la dimensión D interés hacia las carreras STEM GC pretest, posttest.



Fuente: elaboración propia

Pasemos ahora al análisis de las pruebas pretest y posttest del GC para determinar si hay diferencia estadística entre ellas. Para realizar este análisis se empleará la prueba t de Student de los datos de la prueba pretest y posttest del GC por tanto se consideran muestras dependientes. Se asume para este análisis un nivel de significancia de 0.05, que representa un nivel de confianza de 0.95 o 95%. Para seleccionar esta prueba, se debe tener en cuenta que los datos de las muestras cumplan con los supuestos de normalidad y de igualdad de varianza.

La realización de la prueba de normalidad nos permitirá saber si las variables aleatorias de los dos grupos siguen una distribución normal. Para comprobar esto se selecciona la prueba de Shapiro Wilks ya que nuestras muestras son < 50 . Las hipótesis de partida son:

H_0 = los datos provienen de una distribución normal

H_1 = los datos NO provienen de una distribución normal

Si $p > \alpha$ se cumple la H_0

Si $p < \alpha$ se cumple la H_1

El cálculo de los valores se realizó en Excel y en la tabla 4.5 se muestran los resultados que se obtuvieron de esta prueba:

Tabla 4.5

Prueba de normalidad de los datos del pretest y el posttest del GC.

Instrumento	Grupo	Shapiro Wilks		
		SWc	SWt	Sig. (p)
S-STEM	GC pre	0.9567	0.926	0.24
Dimensión A	GC post	0.9649	0.926	0.46
S-STEM	GC pre	0.9714	0.926	0.59
Dimensión B	GC post	0.9612	0.926	0.41
S-STEM	GC pre	0.9654	0.926	0.97
Dimensión C	GC post	0.9744	0.926	0.46
S-STEM	GC pre	0.9135	0.926	0.03
Dimensión D	GC post	0.9569	0.926	0.30

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, en todas las dimensiones (excepto en una) se cumple que el valor SWc calculado es mayor que el SWt obtenido por tablas, por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa aceptando la hipótesis nula que nos indica que los datos provienen de una distribución normal para los grupos de datos de todas las dimensiones, tanto en el pretest como en el posttest. Para la dimensión D de la prueba pretest del GC no se cumple la hipótesis nula, ya que $SWc < SWt$; pero como el valor está muy cercano al umbral consideraremos que los datos cumplen con el criterio de distribución normal.

Una vez que se ha comprobado la distribución normal de los datos a realizar la prueba t de Student para cada una de las dimensiones analizadas. Para esto consideremos que la prueba t pondrá en contraste la media obtenida por el GC prueba pretest y en la prueba posttest, de lo anterior se desprenden las hipótesis estadísticas que se compararán en esta prueba:

H_0 = no hay diferencia entre las medias del GC pretest y el GC posttest

H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC pretest y el GC posttest

$H_0 : \mu = \mu_0$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$

En la tabla 4.6 se presenta la información obtenida para la aplicación de la prueba t de Student a la dimensión A, correspondiente a las actitudes hacia la ciencia. El valor de significancia fue de 0.04, lo que indica que se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, ya que $p < \alpha$ ($0.04 < 0.05$). Esta conclusión se respalda al observar las medias del grupo control —formado por estudiantes que no participaron en la estrategia educativa—, que disminuyen de 29.83 en el pretest a 27.69 en el postest. De este modo, la prueba t de Student confirma que hubo un cambio estadísticamente significativo en las actitudes hacia la ciencia en este grupo durante el periodo de aplicación de las pruebas.

En cuanto a la dimensión B, en la tabla 4.6 se presenta la información obtenida para la aplicación de la prueba t de Student, correspondiente a las actitudes hacia la tecnología y la ingeniería. El valor de significancia fue de 0.24, por lo que se acepta la hipótesis nula, dado que $p > \alpha$ ($0.24 > 0.05$). Esta decisión se sustenta en la comparación de las medias del grupo control —compuesto por estudiantes que no participaron en la estrategia educativa—, que pasan de 30.41 en el pretest a 29.34 en el postest. Así, la prueba t de Student confirma que no existen diferencias estadísticamente significativas en las actitudes hacia la tecnología y la ingeniería en los estudiantes del GC entre ambas mediciones.

En cuanto a la dimensión C, en la tabla 4.6 se presenta la información obtenida para la aplicación de la prueba t de Student. El valor de significancia fue de 0.20, por lo que se acepta la hipótesis nula, ya que $p > \alpha$ ($0.20 > 0.05$). Esta conclusión se confirma al observar las medias del grupo control —compuesto por estudiantes que no participaron en la estrategia educativa—, que pasan de 27.28 en el pretest a 26.45 en el postest. De este modo, la prueba t de Student corrobora que no hubo diferencias estadísticamente significativas en las actitudes hacia las matemáticas durante el periodo de aplicación de las pruebas.

Tabla 4.6

Resultados de la prueba t de Student para muestras dependientes GC pretest, posttest.

Dimensión	A		B		C		D	
GC	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
$\bar{X}$	29.83	27.69	30.41	29.34	27.28	26.45	30.52	25.59
Sx	39.65	35.86	56.54	60.95	32.71	35.47	44.62	49.47
EEM	1.10	1.11	1.40	1.45	1.06	1.10	1.31	0.97
Observaciones	29	29	29	29	29	29	29	29
Varianza agrupada	0.61		0.81		0.83		0.71	
Diferencia hipotética de las medias	0.00		0.00		0.00		0.00	
Grados de libertad	28.00		28.00		28.00		28.00	
Estadístico t	2.13		1.21		1.30		5.11	
P(T<=t) una cola	0.02		0.12		0.10		0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.70		1.70		1.70		1.70	
P(T<=t) dos colas	0.04		0.24		0.20		0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	2.05		2.05		2.05		2.05	

Fuente: elaboración propia

Finalmente, para la dimensión D, en la tabla 4.6 aparece la información obtenida para la aplicación de la prueba t a la dimensión B. Podemos observar que el dato de la significancia es de 0.00. Para este caso se cumple la hipótesis alternativa ya que $p < \alpha$, $0.00 < 0.05$. Se corrobora la validez de la hipótesis alternativa al observar las medias del GC de 30.52 en la prueba pretest, contra la de la prueba posttest de 25.59. De este modo la prueba t de Student correspondiente a la dimensión D del pretest y del posttest del GC confirma que el

interés en una carrera relacionada con STEM es estadísticamente diferente en los estudiantes que no participaron en la intervención educativa.

En síntesis, los resultados del grupo control muestran que, de las cuatro dimensiones evaluadas, solo en dos se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest: en la dimensión A (actitudes hacia la ciencia) y en la dimensión D (interés en profesiones STEM). En ambos casos, las diferencias corresponden a una disminución en los puntajes medios. En las dimensiones B (actitudes hacia la tecnología e ingeniería) y C (actitudes hacia las matemáticas), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas; no obstante, también se observó una disminución en los puntajes medios en ambas.

4.1.4. Resultados de la prueba pretest y posttest del GE.

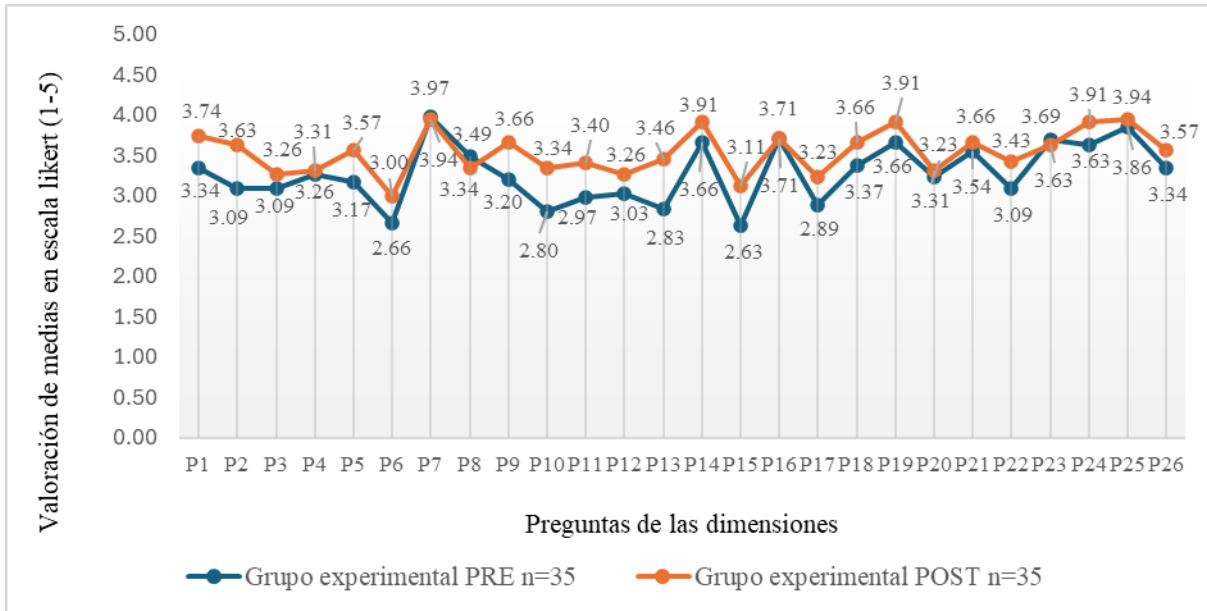
En este apartado se presenta el análisis comparativo del estado con el que iniciaron los estudiantes del GE, con respecto al estado con el que finalizaron su participación en el cuasi experimento. Se evaluaron las cuatro dimensiones con los datos (ver apéndice D y F) que se obtuvieron en la aplicación del pretest y el posttest de la encuesta S-STEM. Para esto se nombraron las siguientes dimensiones: A) Actitud hacia la ciencia (P1-P9), B) Actitud hacia la tecnología y la ingeniería (P19-P26), C) Actitud hacia las matemáticas (P1-P8), Interés en profesiones STEM (P1-P8). Se lleva a cabo un análisis intragrupal, también se realizaron las pruebas de hipótesis.

La figura 4.31 muestra las puntuaciones medias de las respuestas que dieron a las dimensiones A, B, y C los participantes del GE de la prueba pretest y de la prueba posttest. En la figura se agrupan las tres dimensiones, ya que todas se miden utilizando una escala de Likert del 1 al 5. Para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre ambas pruebas se aplicó la prueba t-Student para cada una de las dimensiones analizadas.

Se observa en la figura 4.31 que existe diferencia estadísticamente significativa, en la prueba posttest el GE obtuvo medias más altas en todos los ítems, excepto en el ítem 7, 8, y 23. Los resultados indican que para la dimensión A y C si se presentaron cambios significativos, mientras que para las dimensiones B y C no.

Figura 4.31

Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión A, B y C del instrumento S-STEM GE pretest, postest.



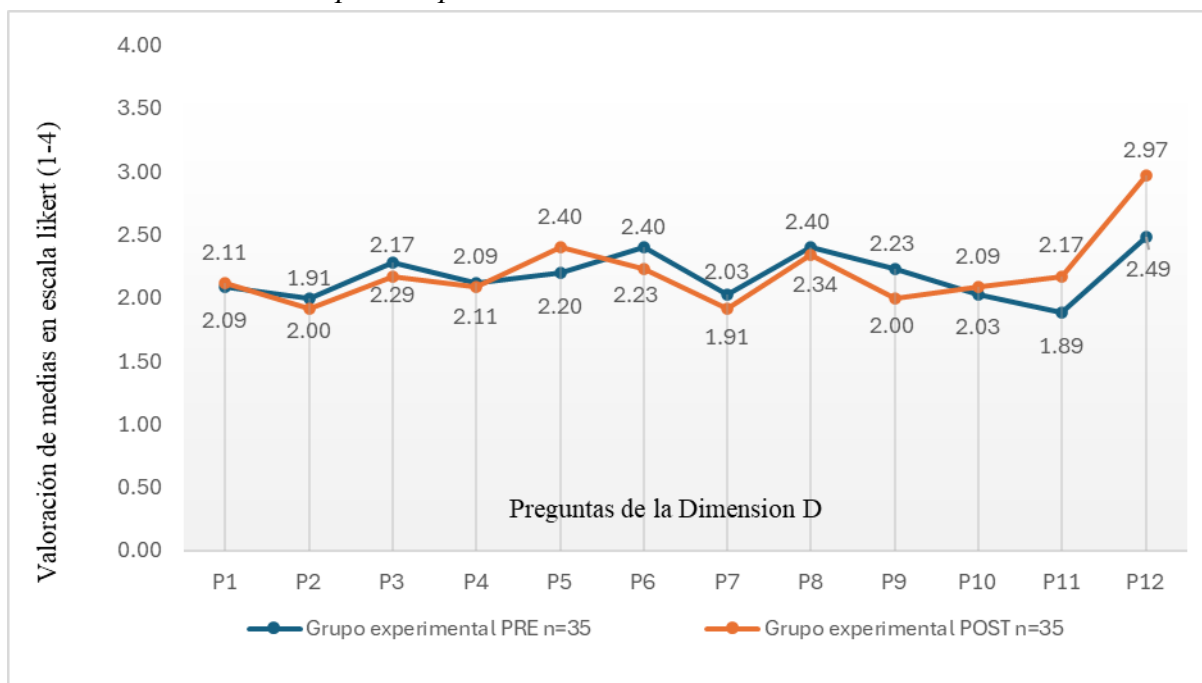
Fuente: elaboración propia

La dimensión D se muestra separada de las otras tres debido a que su medición es en una escala de Likert medida del 1 al 4.

Se observa en la figura 4.32 que existe diferencia entre las medias, en la prueba posttest el GE obtuvo medias más altas en los ítems P1, P5, P10, P11, y P12.

Figura 4.32

Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala Likert para la dimensión D del instrumento S-STEM GE pretest, postest.

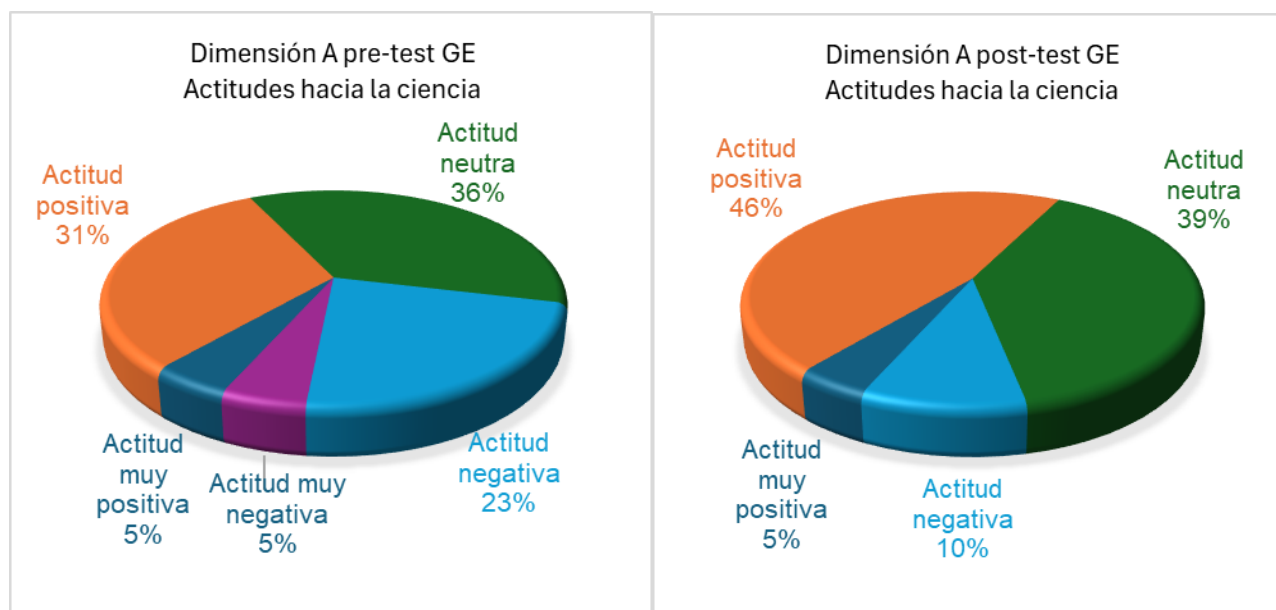


Fuente: elaboración propia

Pasando al análisis de las respuestas que dieron los estudiantes con respecto a sus actitudes de interés, los resultados referidos a la dimensión A, es decir; la actitud hacia la ciencia, se muestran en la figura 4.33. En ella podemos observar que las respuestas del GE en la prueba pretest muestran 72% de los estudiantes han elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 28% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para las respuestas en la prueba postest del GE un 90% de los estudiantes han elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que un 10% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 lo cual expresa una actitud “negativa”.

Figura 4.33

Frecuencia de la dimensión A actitud hacia la ciencia, GE pretest y posttest

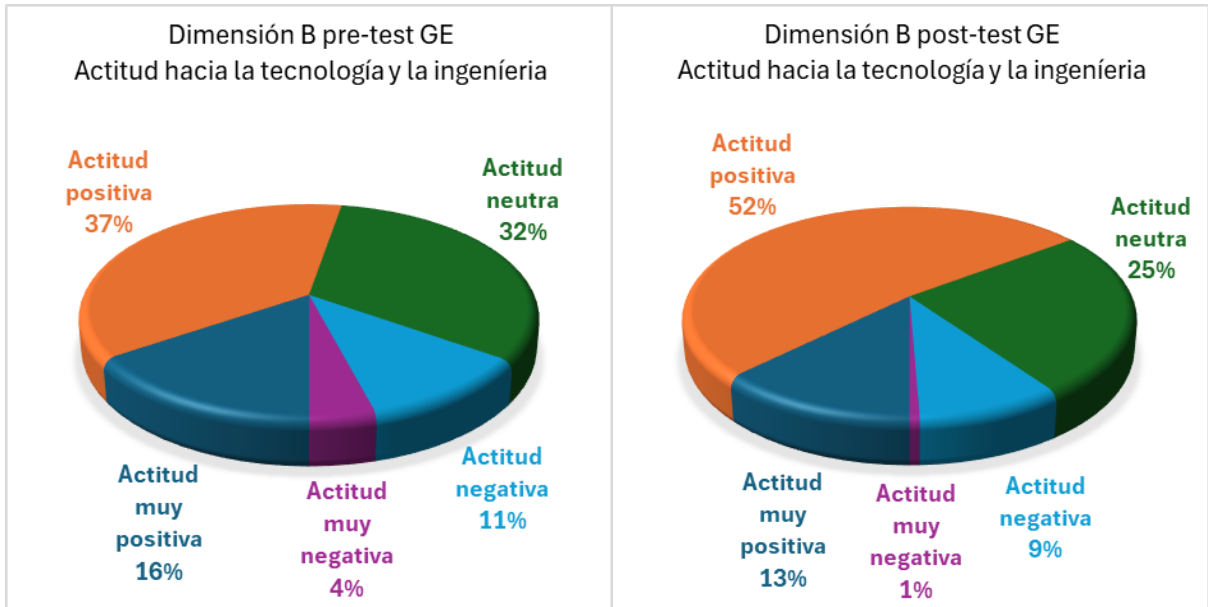


Fuente: elaboración propia

Para los resultados referidos a la dimensión B, es decir; la actitud hacia la tecnología y la ciencia, se muestran en la figura 4.34. En ella podemos observar que las respuestas del GE en la prueba pretest muestran 85% de los estudiantes han elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 15% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para las respuestas en la prueba posttest del GE un 90% de los estudiantes han elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que un 10% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 lo cual expresa una actitud “negativa”.

Figura 4.34

Frecuencia de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería, GE pretest, postest.

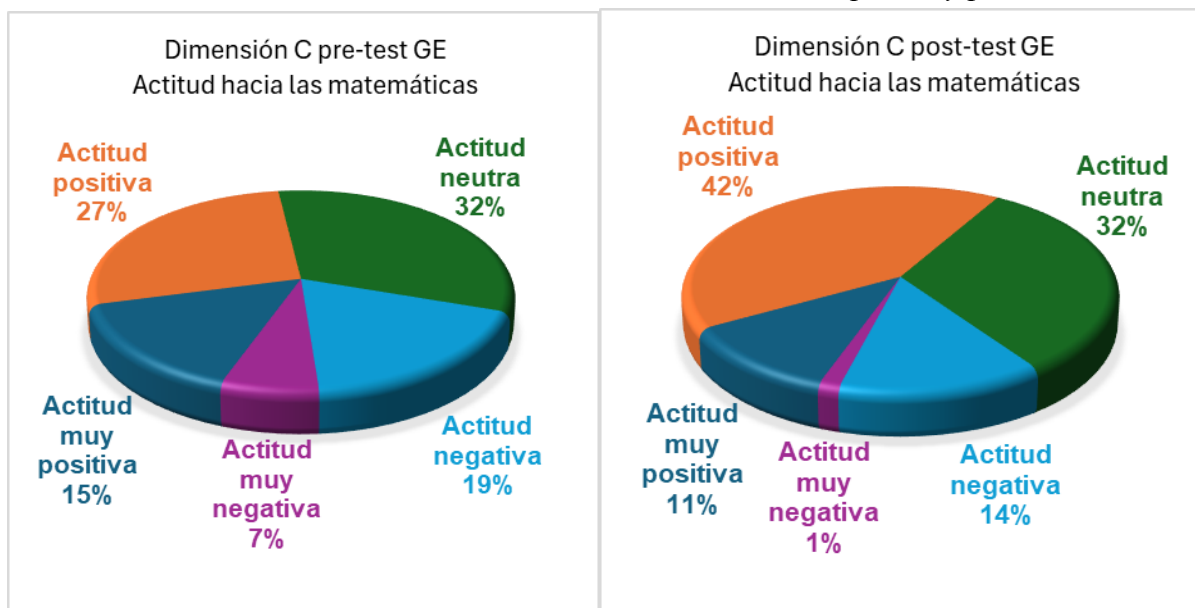


Fuente: elaboración propia

Para los resultados referidos a la dimensión C, es decir; la actitud hacia las matemáticas, se muestran en la figura 4.35. En ella podemos observar que las respuestas del GE en la prueba pretest muestran que 74% de los estudiantes han elegido del nivel 5 al 3 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia la ciencia; mientras que el 26% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” o “muy negativa” hacia esta. Por otro lado, para las respuestas en la prueba posttest del GE un 85% de los estudiantes han elegido del nivel 3 al 5 de la escala, lo cual nos indica que cuentan con una actitud “muy positiva”, “positiva” o “ni positiva ni negativa” hacia las matemáticas; mientras que un 15% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa una actitud “negativa” y “muy negativa” hacia estas.

Figura 4.35

Frecuencia de la dimensión C actitud hacia las matemáticas, GE pretest y post-test.

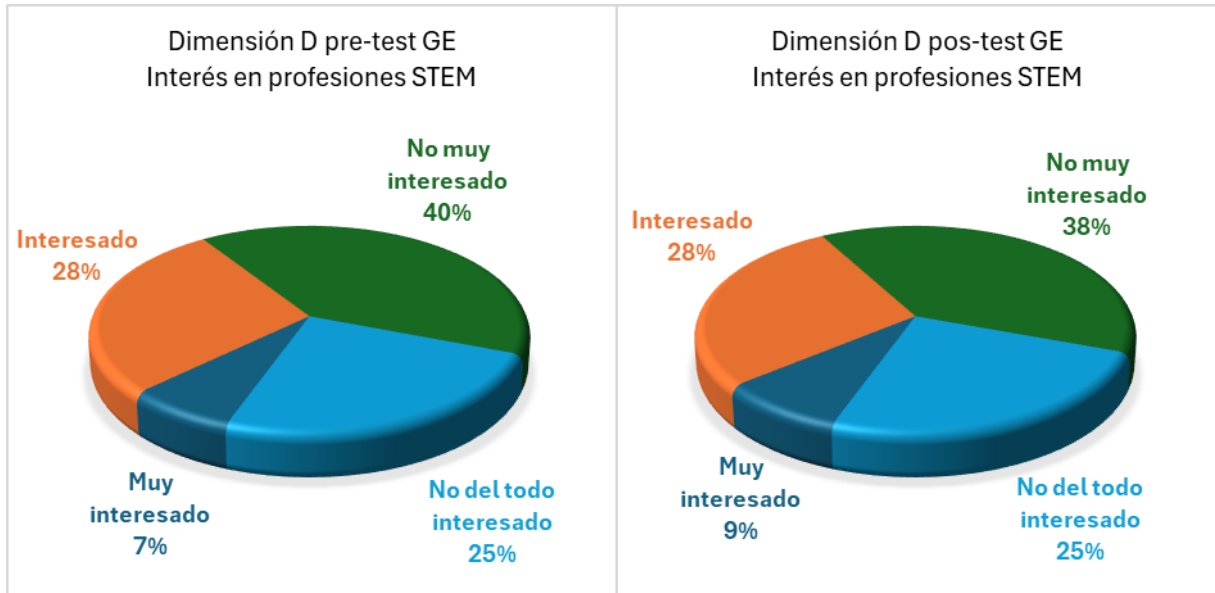


Fuente: elaboración propia

Finalmente, para los resultados referidos a la dimensión D, el interés en carreras STEM, se muestran en la figura 4.36. En ella podemos observar que las respuestas del GE en la prueba pretest muestran que 35% de los estudiantes han elegido del nivel 4 y 3 de la escala, lo cual nos indica que están “muy interesados” o “interesados” en alguna carrera relacionada con STEM; mientras que el 65% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa que están “no muy interesados” y “no del todo interesados” en alguna carrera relacionada con STEM. Por otro lado, para las respuestas en la prueba posttest del GE un 37% de los estudiantes han elegido del nivel 4 y 3 de la escala, lo cual nos indica que están “muy interesados” o “interesados” en alguna carrera relacionada con STEM; mientras que el 63% de los estudiantes seleccionaron el nivel 2 y 1 lo cual expresa que están “no muy interesados” y “no del todo interesados” en alguna carrera relacionada con STEM.

Figura 4.36

Frecuencia de la dimensión C interés en una profesión STEM, GE pretest y post-test.



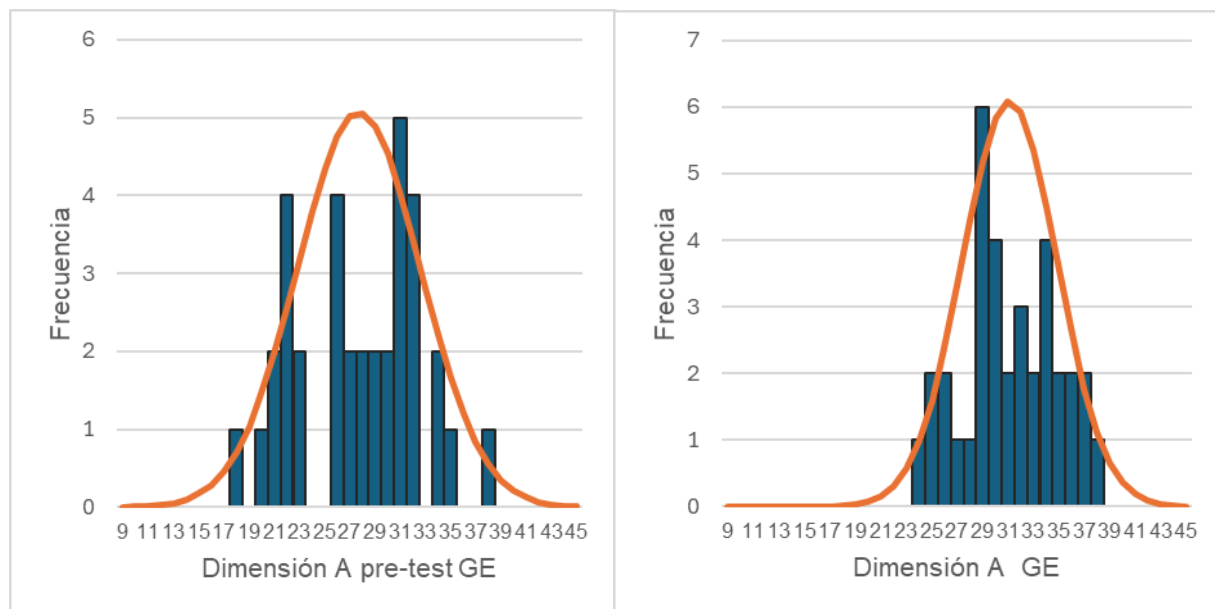
Fuente: elaboración propia

Ahora pasamos a mostrar los histogramas correspondientes a la información obtenida con el instrumento S-STEM por el GE en la prueba pretest y en la prueba posttest.

Con respecto a la media global de la dimensión A (puntaje mínimo de 9 y máximo de 45), actitud hacia la ciencia, como aparece en la figura 4.37, para el GE pretest ($\bar{X} = 27.83$; $S_x = 4.88$) y para el GE posttest ($\bar{X} = 31.11$; $S_x = 3.73$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la tecnología y la ingeniería. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 18 y 38 para la prueba pretest y, 24 y 38 para la prueba posttest. En ambos grupos de respuestas del GE se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. Para el GE se aprecia que hay una mayor concentración de puntajes por encima de la media en la prueba pretest mientras que en la prueba posttest existen una mayor concentración de puntajes por debajo de la media.

Figura 4.37

Histograma de la dimensión A actitud hacia la ciencia GE pretest, post-test.

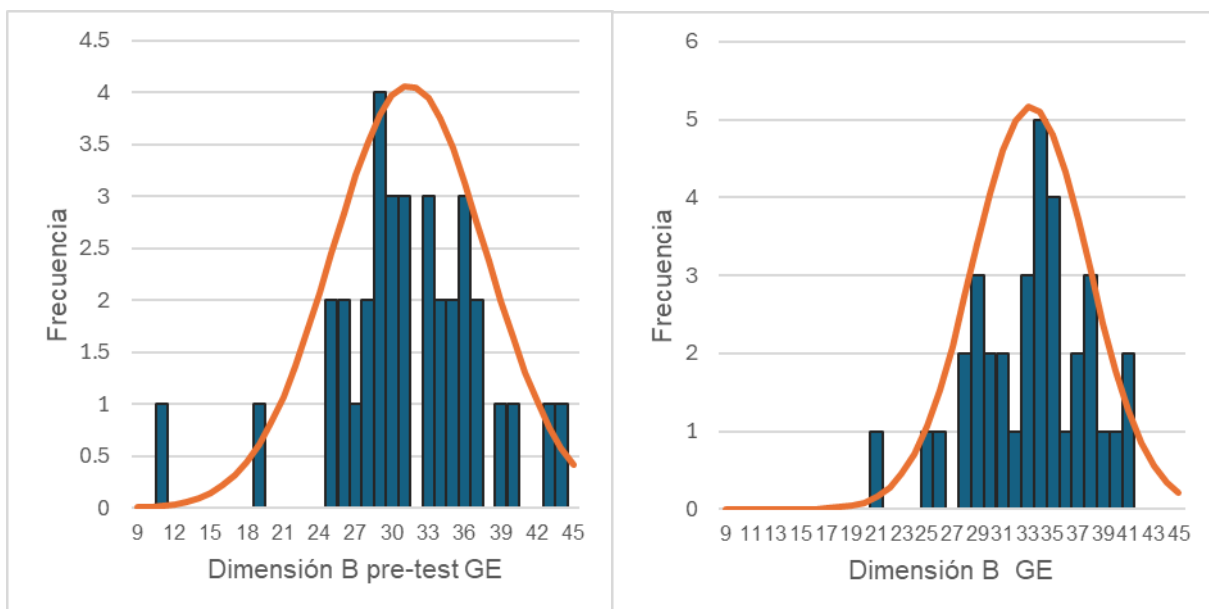


Fuente: elaboración propia

Con respecto a la media global de la dimensión B (puntaje mínimo de 9 y máximo de 45), actitud hacia la tecnología y la ingeniería, como aparece en la figura 4.38, para el GE pretest ($\bar{X} = 31.40$; $Sx = 6.37$) y para el GE posttest ($\bar{X} = 33.23$; $Sx = 4.63$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la tecnología y la ingeniería. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 11 y 44 para la prueba pretest y, 21 y 41 para la prueba posttest del GE. En ambos grupos de respuestas del GE se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. En la prueba pretest se aprecia que hay una mayor concentración de puntajes por debajo de la media, mientras que en la prueba posttest se aprecia una mayor concentración de puntajes por encima de la media.

Figura 4.38

Histograma de la dimensión B actitud hacia la tecnología y la ingeniería GE pretest, post-test.

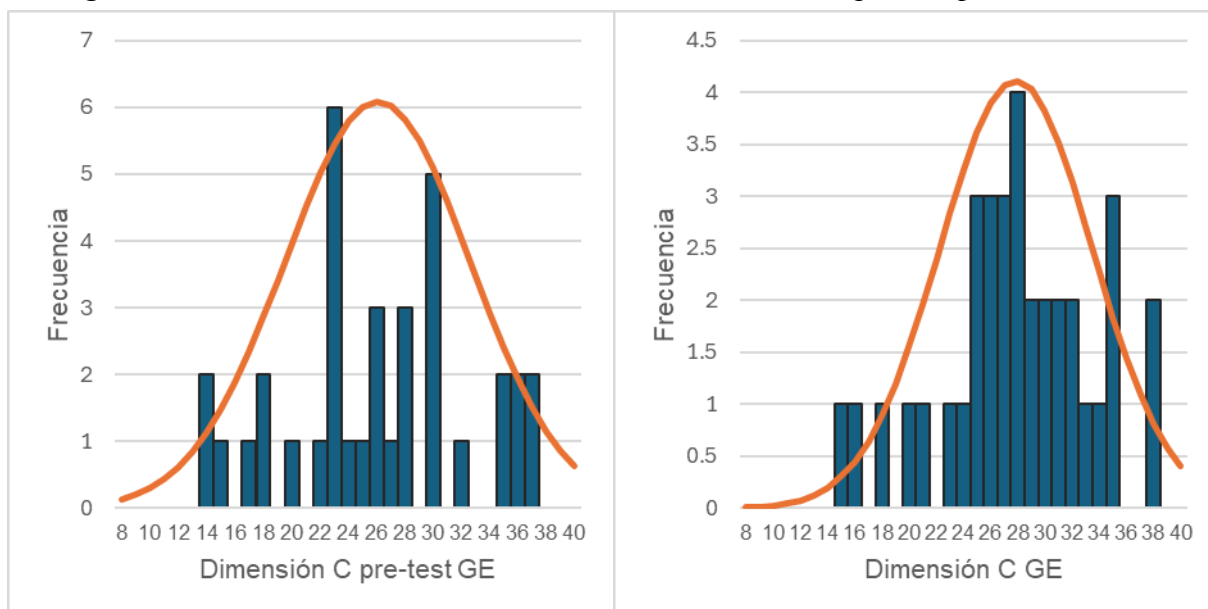


Fuente: elaboración propia

En la figura 4.39 para la media global de la dimensión C (puntaje mínimo de 8 y máximo de 40), actitud hacia las matemáticas, como aparece en la figura 4.39, para el GE pretest ($\bar{X} = 26.06$; $S_x = 6.56$) y para el GE posttest ($\bar{X} = 27.86$; $S_x = 5.63$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia la tecnología y la ingeniería. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 11 y 44 para la prueba pretest y, 15 y 38 para la prueba posttest del GE. En ambos grupos de respuestas del GE se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. En la prueba pretest se aprecia que hay una mayor concentración de puntajes por debajo de la media, mientras que en la prueba posttest se aprecia una mayor concentración de puntajes por encima de la media.

Figura 4.39

Histograma de la dimensión C actitud hacia las matemáticas GE pretest, post-test.

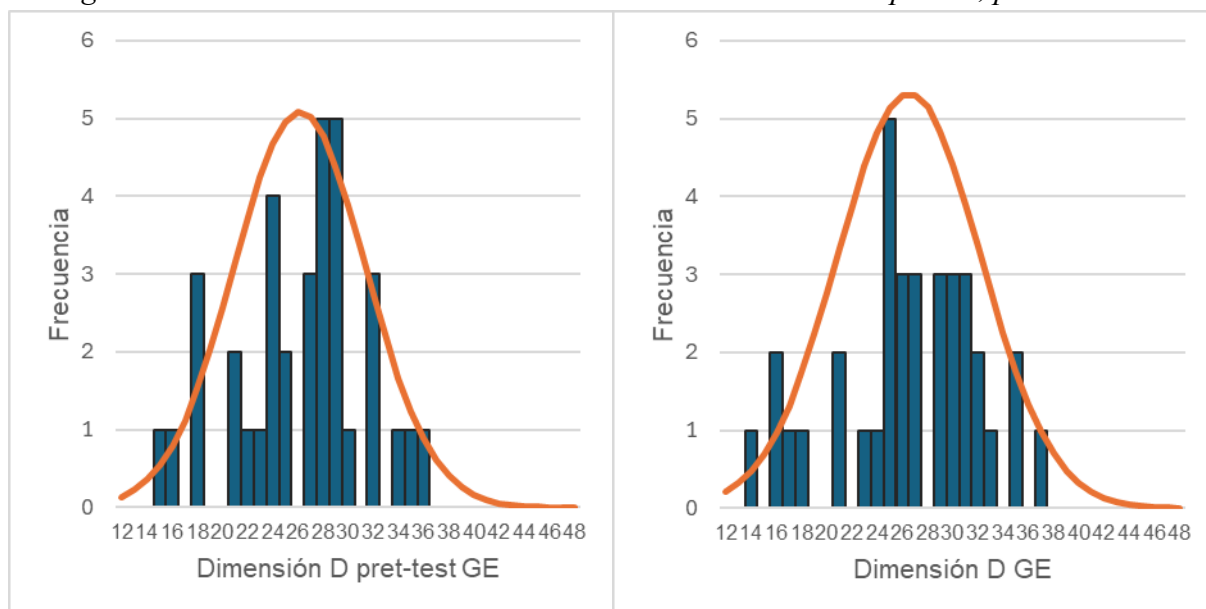


Fuente: elaboración propia

El último histograma aparece en la figura 4.40 para la media global de la dimensión D (puntaje mínimo de 12 y máximo de 48), interés en carreras STEM, como aparece en la figura 4.40, para el GE pretest ($\bar{x} = 26.14$; $Sx = 5.26$) y posttest ($\bar{x} = 26.51$; $Sx = 5.70$) parece indicar una tendencia actitudinal positiva de los estudiantes hacia las carreras STEM. El puntaje mínimo y máximo se sitúan entre 15 y 36 para la prueba pretest y, 14 y 37 para la prueba posttest del GE. En ambos grupos de respuestas del GE se puede apreciar una distribución relativamente normal, ya que se tienen valores tanto a la derecha como a la izquierda de la media. En la prueba pretest se aprecia que hay una mayor concentración de puntajes por encima de la media, sin embargo; en la prueba posttest se aprecia una mayor concentración de puntajes por debajo de la media.

Figura 4.40

Histograma de la dimensión D interés hacia las carreras STEM GE pretest, post-test.



Fuente: elaboración propia

Pasemos ahora al análisis de las pruebas pretest y posttest del GE para determinar si hay diferencia estadística entre ellas. Para realizar este análisis se empleará la prueba t de Student de los datos de la prueba pretest y posttest del GE por tanto se consideran muestras dependientes. Se asume para este análisis un nivel de significancia de 0.05, que representa un nivel de confianza de 0.95 o 95%. Para seleccionar esta prueba, se debe tener en cuenta que los datos de las muestras cumplan con los supuestos de normalidad y de igualdad de varianza.

La realización de la prueba de normalidad nos permitirá saber si las variables aleatorias de los dos grupos siguen una distribución normal. Para comprobar esto se selecciona la prueba de Shapiro Wilks ya que nuestras muestras son < 50 . Las hipótesis de partida son:

H_0 = los datos provienen de una distribución normal

H_1 = los datos NO provienen de una distribución normal

Si $\rho > \alpha$ se cumple la H_0

Si $\rho < \alpha$ se cumple la H_1

El cálculo de los valores se realizó en Excel y en la tabla 4.5 se muestran los resultados que se obtuvieron de esta prueba:

Tabla 4.7

Prueba de normalidad de los datos del pretest y el posttest del GE.

Instrumento	Grupo	Shapiro Wilks		
		SWc	SWt	Sig. (p)
S-STEM	GE pre	0.9620	0.934	0.32
Dimensión A	GE post	0.9663	0.934	0.49
S-STEM	GE pre	0.9545	0.934	0.12
Dimensión B	GE post	0.9691	0.934	0.51
S-STEM	GE pre	0.9542	0.934	0.25
Dimensión C	GE post	0.9684	0.934	0.49
S-STEM	GE pre	0.9631	0.934	0.38
Dimensión D	GE post	0.9634	0.934	0.37

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, en todas las dimensiones se cumple que el valor SWc calculado es mayor que el SWt obtenido por tablas, por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa aceptando la hipótesis nula que nos indica que los datos provienen de una distribución normal para los grupos de datos de todas las dimensiones, tanto en el pretest como en el posttest.

Constatamos que los datos provienen de una distribución normal al comparar el P valor. Como se puede ver en la tabla, se cumple para todos los grupos de datos que $p > 0.05$ por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Una vez que se ha comprobado la distribución normal de los datos se realizó la prueba t de Student para cada una de las dimensiones analizadas. Para esto se consideró que la prueba pondrá en contraste la media obtenida por el GE en la prueba pretest y en la prueba posttest, de lo anterior se desprenden las hipótesis estadísticas que se compararán en esta prueba:

H_0 = no hay diferencia entre las medias del GE pretest y el GE posttest

H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GE pretest y el GE posttest

$H_0 : \mu = \mu_0$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$

En la tabla 4.8 se presenta la información obtenida a partir de la prueba t de Student aplicada a la dimensión A, correspondiente a las actitudes hacia la ciencia. El valor de significancia obtenido fue de 0.00, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, dado que $p < \alpha$ ($0.00 < 0.05$). Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias del pretest y el posttest. Esta conclusión se respalda al observar que las medias del grupo experimental pasaron de 27.83 en el pretest a 31.11 en el posttest. Por lo tanto, se confirma que, tras la intervención educativa, las actitudes hacia la ciencia en los estudiantes del GE mostraron un cambio significativo.

De manera similar, en la tabla 4.8 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión B, actitudes hacia la tecnología y la ingeniería. En este caso, el valor de significancia obtenido fue de 0.024, lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, ya que $p < \alpha$ ($0.024 < 0.05$). Esto indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias del pretest y el posttest. La media del grupo experimental se incrementó de 31.40 a 33.23, lo que sugiere que, tras la intervención educativa, las actitudes hacia la tecnología y la ingeniería también mostraron una mejora significativa en la dimensión B. De este modo la prueba t de Student correspondiente a la dimensión B del pretest y el posttest del GE confirma que las actitudes hacia la tecnología y la ingeniería no son estadísticamente diferentes en los estudiantes que participaron en la implementación educativa.

Asimismo, en la dimensión C, que evalúa las actitudes hacia las matemáticas, los resultados presentados en la tabla 4.8 muestran un valor de significancia de 0.02, lo cual permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, ya que $p < \alpha$ ($0.02 < 0.05$). Esta diferencia estadísticamente significativa se confirma al comparar las medias del grupo experimental, que pasan de 26.06 en el pretest a 27.86 en el posttest. De este modo, la prueba t de Student correspondiente a la dimensión C respalda que la intervención educativa tuvo un efecto positivo en las actitudes hacia las matemáticas.

Tabla 4.8

Resultados de la prueba t de Student para muestras dependientes GE pretest, postest.

Dimensión	A		B		C		D	
GE	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
$\bar{X}$	27.83	31.11	31.40	33.23	26.06	27.86	26.14	26.51
Sx	22.97	13.93	40.60	21.47	42.00	31.65	27.71	32.50
EEM	0.81	0.63	1.08	0.78	1.11	0.95	0.89	0.96
Observaciones	35	35	35	35	35	35	35	35
Varianza agrupada	0.71		0.69		0.75		0.35	
Diferencia hipotética de las medias	0.00		0.00		0.00		0.00	
Grados de libertad	34.00		34.00		34.00		34.00	
Estadístico t	-5.76		-2.36		-2.44		-0.35	
P(T≤t) una cola	0.00		0.01		0.01		0.36	
Valor crítico de t (una cola)	1.69		1.69		1.69		1.70	
P(T≤t) dos colas	0.00		0.024		0.02		0.73	
Valor crítico de t (dos colas)	2.03		2.03		2.03		2.03	

Fuente: elaboración propia

Finalmente, para la dimensión D, que evalúa el interés en las profesiones STEM, la tabla 4.8 muestra un valor de significancia de 0.73, por lo que se acepta la hipótesis nula, dado que $p > \alpha$ ($0.73 > 0.05$). Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias del pretest (26.14) y del posttest (26.51) en el grupo experimental. En consecuencia, la prueba t de Student correspondiente a esta dimensión confirma que, tras la intervención educativa, el interés hacia una carrera STEM no se modificó de manera significativa en los estudiantes participantes.

En síntesis, los resultados de la prueba t de Student aplicada al grupo experimental muestran que existen diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest en las dimensiones A (ciencia), B (tecnología e ingeniería) y C (matemáticas), ya que en todos los casos $p < \alpha$. En cambio, en la dimensión D (interés hacia profesiones STEM) no se encontró una diferencia estadísticamente significativa, dado que $p > \alpha$.

4.1.5. Concentrado general de resultados cuantitativos

Con el propósito de ofrecer una visión integrada de los resultados obtenidos, se presenta un resumen de las medias y de las pruebas t de Student correspondientes a las dimensiones evaluadas en el grupo control (GC) y el grupo experimental (GE), tanto en el pretest como en el posttest. Esta síntesis facilita la comparación directa de los cambios observados en cada grupo y dimensión, y permite al lector valorar el impacto de la intervención educativa desde una perspectiva global.

La Tabla 4.9 presenta las medias obtenidas por los grupos control y experimental en las cuatro dimensiones evaluadas: Ciencia, Tecnología e Ingeniería, Matemáticas e Interés en carreras STEM, en los dos momentos del estudio (pretest y posttest). Esta información permite visualizar de manera contrastada las diferencias entre grupos y momentos, destacando los posibles efectos de la intervención.

Tabla 4.9

Medias por dimensión en pretest y posttest del GC y GE

Dimensión	GC Pretest	GE Pretest	GC Posttest	GE Posttest
Actitud hacia la ciencia	29.83	27.83	27.69	31.11
Actitud hacia la tecnología y la ingeniería	30.41	31.40	29.34	33.23
Actitud hacia las matemáticas	27.28	26.06	26.45	27.86
Interés en carreras STEM	30.52	26.14	25.59	26.51

Fuente: elaboración propia

Por su parte, la Tabla 4.10 sintetiza los resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas, aplicada para comparar las puntuaciones del pretest y el posttest en cada grupo. Estos valores permiten identificar si las diferencias observadas en las medias son estadísticamente significativas.

Tabla 4.10

Resultados de la prueba t de Student en las dimensiones STEM por grupo y momento de aplicación

Dimensión	t(GC vs GE Pre)	t(GC Pre vs Post)	t(GE Pre vs Pos)	t(GC vs GE Pos)
Actitud hacia la ciencia	t = 1.44 p = 0.15	t = 2.13 p = 0.042	t = -5.76 p = 0.00	t = -2.79 p = 0.01
Actitud hacia la tecnología y la ingeniería	t = -0.57 p = 0.57	t = 1.21 p = 0.24	t = -2.36 p = 0.02	t = -2.47 p = 0.02
Actitud hacia las matemáticas	t = 0.78 p = 0.44	t = 1.3 p = 0.21	t = -2.44 p = 0.02	t = -0.97 p = 0.34
Interés en carreras STEM	t = 2.93 p = 0.01	t = 5.11 p = 0.00	t = -0.35 p = 0.73	t = -0.58 p = 0.56

Fuente: elaboración propia

Esto muestra que el GE mejoró significativamente en tres dimensiones, pero no logró mejorar el interés por carreras STEM en forma estadísticamente significativa (aunque subió ligeramente en media). Mientras que, sin intervención, las actitudes del GC empeoraron moderadamente, siendo más marcada la caída en el interés por carreras STEM.

4.2. Respuestas a las preguntas derivadas de la investigación

Para dar respuesta a las preguntas de investigación se realizó un concentrado de los resultados de las pruebas pretest y posttest del GC y del GE que aparecen en la tabla 4.11. Se iniciará con las respuestas para a las preguntas derivadas y al final se responderá a la pregunta de investigación principal y se corroborará si se cumplió o no la hipótesis de investigación.

Para esto se establecieron los siguientes intervalos para hacer el comparativo de los datos de la investigación. Considerando la variable X como los puntajes obtenidos por los estudiantes del GC y el GE en las pruebas pretest y posttest:

- a) $X > 70\%$ Alto
- b) $40\% < X < 70\%$ Medio
- c) $X < 40\%$ Bajo

4.2.1. Actitud hacia la ciencia del GC y el GE en la prueba pretest

De acuerdo con los resultados en la dimensión A de la prueba pretest con un puntaje máximo de 45, el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 29.83$. Un 45% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la ciencia, un 52% cuenta con un nivel medio y un 3% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GC inician con una actitud positiva hacia la ciencia.

Pasando a los resultados en la dimensión A de la prueba pretest con un puntaje máximo de 45, el GE obtuvo una media $\bar{X} = 27.83$. Un 23% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la ciencia, un 77% cuenta con un nivel medio y un 0% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GE inician con una actitud positiva hacia la ciencia.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de actitud hacia la ciencia en los estudiantes del GC y el GE en el pretest? Tanto el GC como el GE muestran una actitud positiva hacia la ciencia en la prueba pretest; sin embargo, el GC presenta un nivel ligeramente (estadísticamente no significativo) superior al del GE.

4.2.2. Actitud hacia la tecnología y la ingeniería del GC y el GE en la prueba pretest

De acuerdo con los resultados en la dimensión B de la prueba pretest con un puntaje máximo de 45, el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 30.41$. Un 48% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la tecnología y la ingeniería, un 48% cuenta con un nivel medio y un 4% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GC inician con una actitud positiva hacia la tecnología y la ingeniería.

Pasando a los resultados en la dimensión B de la prueba pretest con un puntaje máximo de 45, el GE obtuvo una media $\bar{X} = 31.40$. Un 45% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la tecnología y la ingeniería, un 51% cuenta con un nivel medio y un 3% con un

nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GE inician con una actitud positiva hacia la tecnología y la ingeniería.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de actitud hacia la tecnología y la ingeniería en los estudiantes del GC y el GE en el pretest? Tanto el GC como el GE muestran una actitud positiva hacia la tecnología y la ingeniería en la prueba pretest; sin embargo, el GE presenta un nivel ligeramente (estadísticamente no significativo) superior al del GC.

Tabla 4.11

Concentrado de respuestas a la prueba pretest del GC y GE.

	Dimensión A				Dimensión B				Dimensión C				Dimensión D			
	Pretest				Pretest				Pretest				Pretest			
	GC		GE		GC		GE		GC		GE		GC		GE	
	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%
Bajo	1.00	3	0	0	1	4	1	3	1	3	3	9	0	0	5	14
Medio	15.00	52	27	77	14	48	18	51	17	59	20	57	19	66	27	77
Alto	13.00	45	8	23	14	48	16	45	11	38	12	34	10	34	3	9

Fuente: elaboración propia

4.2.3. Actitud hacia las matemáticas del GC y el GE en la prueba pretest.

De acuerdo con los resultados en la dimensión C de la prueba pretest con un puntaje máximo de 40, el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 27.28$. Un 38% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia las matemáticas, un 59% cuenta con un nivel medio y un 3% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GC inician con una actitud positiva hacia las matemáticas.

Pasando a los resultados en la dimensión C de la prueba pretest con un puntaje máximo de 40, el GE obtuvo una media $\bar{X} = 26.06$. Un 34% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia las matemáticas, un 57% cuenta con un nivel medio y un 9% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GE inician con una actitud positiva hacia las matemáticas.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de actitud hacia las matemáticas en los estudiantes del GC y el GE en el pretest? Tanto el

GC como el GE muestran una actitud positiva hacia las matemáticas en la prueba pretest; sin embargo, el GC presenta un nivel ligeramente (estadísticamente no significativo) superior al del GE.

4.2.4. Interés en una carrera relacionada con STEM del GC y el GE en la prueba pretest

De acuerdo con los resultados en la dimensión D de la prueba pretest con un puntaje máximo de 48, el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 30.52$. Un 34% de los estudiantes cuenta con un nivel alto de interés en una carrera relacionada con STEM, un 66% cuenta con un nivel medio y un 0% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GC inician con un interés moderado en una carrera relacionada con STEM.

Pasando a los resultados en la dimensión C de la prueba pretest con un puntaje máximo de 48, el GE obtuvo una media $\bar{X} = 26.14$. Un 9% de los estudiantes cuenta con nivel alto de interés en una carrera relacionada con STEM, un 77% cuenta con un nivel medio y un 14% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que los estudiantes del GE inician con un interés de moderado a bajo en una carrera relacionada con STEM.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de interés en una carrera relacionada con STEM en los estudiantes del GC y el GE en el pretest? Tanto el GC como el GE muestran un interés moderado en una carrera relacionada con STEM en la prueba pretest; sin embargo, el GC presenta un nivel moderado, pero superior (estadísticamente significativo) al del GE cuyo nivel de interés en una carrera relacionada con STEM es moderadamente bajo.

4.2.5. Actitud hacia la ciencia del GC y el GE en la prueba posttest

De acuerdo con los resultados de la dimensión A, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 45, se observa que el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 27.69$. Un 31% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la ciencia, un 66% cuenta con un nivel medio y un 3% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que la actitud hacia la ciencia en los estudiantes del GC disminuyó en la prueba posttest.

Pasando a los resultados de la dimensión A, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 45, se observa que el GE obtuvo una media $\bar{X} = 31.11$. Un 46% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la ciencia, un 54% cuenta con un nivel medio y un 0% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que la actitud hacia la ciencia en los estudiantes del GE aumentó en la prueba posttest.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de actitud hacia la ciencia en los estudiantes del GC y el GE en el posttest? El GC presenta una disminución (estadísticamente significativa) en la actitud positiva hacia la ciencia. Mientras que el GE muestra un aumento (estadísticamente significativo) en la actitud positiva hacia la ciencia en la prueba posttest.

4.2.6. Actitud hacia la tecnología y la ingeniería del GC y el GE en la prueba posttest

De acuerdo con los resultados de la dimensión B, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 45, se observa que el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 29.34$. Un 45% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la tecnología y la ingeniería, un 48% cuenta con un nivel medio y un 7% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que la actitud hacia la tecnología y la ingeniería en los estudiantes del GC disminuyó en la prueba posttest.

Pasando a los resultados de la dimensión B, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 45, se observa que el GE obtuvo una media $\bar{X} = 33.23$. Un 66% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia la ciencia, un 34% cuenta con un nivel medio y un 0% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que la actitud hacia la tecnología y la ingeniería en los estudiantes del GE aumentó en la prueba posttest.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de actitud hacia la tecnología y la ingeniería en los estudiantes del GC y el GE en el posttest? El GC presentó una disminución (estadísticamente no significativa) en la actitud positiva hacia la tecnología y la ingeniería. Mientras que el GE mostró un aumento

(estadísticamente no significativo) en la actitud positiva hacia la tecnología y la ingeniería en la prueba posttest.

Tabla 4.12

Concentrado de respuestas a la prueba posttest del GC y GE.

	Dimensión A				Dimensión B				Dimensión C				Dimensión D			
	Posttest				Posttest				Posttest				Posttest			
	GC		GE		GC		GE		GC		GE		GC		GE	
	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%
Bajo	1.00	3	0	0	2	7	0	0	1	3	1	3	7	24	5	14
Medio	19.00	66	19	54	14	48	13	34	18	62	19	54	17	59	27	77
Alto	9.00	31	16	46	13	45	22	66	10	35	15	43	5	17	3	9

Fuente: elaboración propia.

4.2.7. Actitud hacia las matemáticas del GC y el GE en la prueba posttest.

De acuerdo con los resultados de la dimensión C, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 40, se observa que el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 26.45$. Un 35% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia las matemáticas, un 62% cuenta con un nivel medio y un 3% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes del GC disminuyó en la prueba posttest.

Pasando a los resultados de la dimensión C, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 40, se observa que el GE obtuvo una media $\bar{X} = 27.86$. Un 43% de los estudiantes cuenta con nivel alto de actitud hacia las matemáticas, un 54% cuenta con un nivel medio y un 3% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes del GE aumentó en la prueba posttest.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de actitud hacia las matemáticas en los estudiantes del GC y el GE en el posttest? El GC presenta una disminución (estadísticamente no significativa) en la actitud positiva hacia las matemáticas. Mientras que el GE muestra un aumento (estadísticamente significativo) en la actitud positiva hacia las matemáticas en la prueba posttest.

4.2.8. Interés en una carrera relacionada con STEM del GC y el GE en la prueba posttest

De acuerdo con los resultados de la dimensión D, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 48, se observa que el GC obtuvo una media de $\bar{X} = 25.59$. Un 17% de los estudiantes cuenta con nivel alto de interés en una carrera relacionada con STEM, un 59% cuenta con un nivel medio y un 24% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que el interés en una carrera relacionada con STEM en los estudiantes del GC disminuyó en la prueba posttest.

Pasando a los resultados de la dimensión D, mostrados en la tabla 4.12, correspondientes a la prueba posttest, que tiene un puntaje máximo de 48, se observa que el GE obtuvo una media $\bar{X} = 26.51$. Un 9% de los estudiantes cuenta con nivel alto de interés en una carrera relacionada con STEM, un 77% cuenta con un nivel medio y un 14% con un nivel bajo. Los datos obtenidos nos permiten concluir que el interés en una carrera relacionada con STEM en los estudiantes del GE aumentó en la prueba posttest.

De acuerdo con lo anterior, damos respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el nivel de interés en una carrera relacionada con STEM en los estudiantes del GC y el GE en el posttest? El GC presenta una disminución (estadísticamente significativa) en el interés en una carrera relacionada con STEM. Mientras que el GE muestra un aumento (estadísticamente no significativo) en el interés en una carrera relacionada con STEM en la prueba posttest.

4.2.9. Resultados de la encuesta S-STEM para el GC del pretest y el posttest

Si bien no es una de las preguntas de investigación, como tampoco un objetivo, se considera importante presentar el comparativo de las cuatro dimensiones del GC tanto de la prueba pretest como de la prueba posttest. En la tabla 4.13 aparecen los comparativos y podemos observar como en todas las dimensiones el GC obtuvo puntajes menores en la prueba posttest con respecto a la prueba pretest.

Tabla 4.13

Concentrado de respuestas de la prueba pretest y postest del GC.

	Dimensión A				Dimensión B				Dimensión C				Dimensión D			
	GC				GC				GC				GC			
	Pretest		Posttest		Pretest		Posttest		Pretest		Posttest		Pretest		Posttest	
	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%
Bajo	1.00	3	1	3	1	4	2	7	1	3	1	3	0	0	7	24
Medio	15.00	52	19	66	14	48	14	48	17	59	18	62	19	61	17	59
Alto	13.00	45	9	31	14	48	13	45	11	38	10	35	10	34	5	17

Fuente: elaboración propia.

Tales reducciones indican que los estudiantes del GC terminaron con una actitud menor (estadísticamente significativa) hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas con respecto a la que iniciaron. Esto mismo ocurre con la dimensión D, los estudiantes del GC mostraron una reducción (estadísticamente significativa) en su interés en una carrera relacionada con STEM.

4.3. Respuesta a la pregunta principal de investigación.

En la tabla 4.14 aparece la información que permite contestar a la pregunta principal de investigación formulada: ¿La estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica tendrá un impacto positivo en las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y en el interés en las carreras STEM en los estudiantes de tercero de secundaria del GE?

La evidencia obtenida del análisis estadístico permite afirmar que la estrategia educativa con enfoque STEM, centrada en la robótica, tuvo un impacto positivo en las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como en el interés por las carreras relacionadas con STEM en los estudiantes de tercero de secundaria que participaron en ella.

Tabla 4.14

Concentrado de respuestas de la prueba pretest y posttest del GE.

	Dimensión A				Dimensión B				Dimensión C				Dimensión D			
	GE				GE				GE				GE			
	Pretest		Posttest		Pretest		Posttest		Pretest		Posttest		Pretest		Posttest	
	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%	Est.	%
Bajo	0	0	0	0	1	3	0	0	3	9	1	3	5	14	5	14
Medio	27	77	19	54	18	51	13	34	20	57	19	54	27	77	27	77
Alto	8	23	16	46	16	46	22	66	12	34	15	43	3	9	3	9

Fuente: elaboración propia.

Si bien los resultados muestran un aumento positivo en todas las dimensiones, este es moderado, lo cual se analizará en la sección de discusión de los resultados.

4.4. Comprobación de la hipótesis de investigación.

Para la realización de la prueba de hipótesis, se aplicó la prueba t de Student, que es la más comúnmente utilizada para demostrar la hipótesis nula de que no existe una diferencia significativa entre las medias de dos muestras. En este caso, se compararon las medias obtenidas por el GC y el GE en la encuesta S-STEM posttest; así como las medias obtenidas por el GE en el pretest y el posttest.

La hipótesis de esta investigación busca demostrar que la estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica ha sido efectiva y por lo tanto los estudiantes que participaron en ella (GE) presenten un incremento mayor en las actitudes positivas hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas; así como en el interés por una profesión relacionada con STEM en comparación con los estudiantes que no participaron en ella (GC). Si se revisan las medias del GC, $\bar{X} = 109.07$ y el GE, $\bar{X} = 118$ que arrojan los resultados obtenidos en la encuesta S-STEM posttest que aparecen en la tabla 4.15, se puede pensar que los resultados del GE son mejores que los del GC, pero esto hay que demostrarlo estadísticamente; así, se enuncian las hipótesis estadísticas a comparar:

H_0 = no hay diferencia significativa entre las medias del GC posttest y el GE posttest

H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC posttest y el GE posttest (a favor del GE).

$H_0 : \mu = \mu_0$ $H_1 : \mu \neq \mu_0$

Antes de realizar la prueba t de Student se comprueba la normalidad de los datos, esto se realizó con la prueba de Shapiro Wilk. Para esta prueba también se enuncian las hipótesis a comparar, que para este caso son:

H_0 = los datos provienen de una distribución normal

H_1 = los datos NO provienen de una distribución normal

Si $\rho \geq \alpha$ se cumple la H_0

Si $\rho < \alpha$ se cumple la H_1

En la tabla 4.15 aparecen los resultados de la prueba de normalidad.

Tabla 4.15

Prueba de normalidad del GC y GE pretest y posttest de la encuesta S-STEM

	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	df	Significancia
Pretest	GC	0.95	29	0.20
	GE	0.97	35	0.35
Posttest	GC	0.98	29	0.75
	GE	0.94	35	0.05

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos obtenemos que para el GC en el posttest:

$\rho \geq \alpha$, $0.75 > 0.05$, por lo tanto, se cumple la H_0 y se establece que los datos provienen de una distribución normal.

Mientras que para el GE se cumple que:

$\rho \geq \alpha$, $0.05 = 0.05$, por lo tanto, se cumple la H_0 y se establece que los datos provienen de una distribución normal.

Una vez comprobado el supuesto de normalidad, se realiza la prueba t de Student para muestras independientes con varianzas iguales empleando el software Excel.

Tabla 4.16

Prueba t para dos muestras independientes suponiendo varianzas iguales. GC y GE posttest.

	<i>GRUPO CONTROL</i>	<i>GRUPO EXPERIMENTAL</i>
Media	109.07	118.71
Varianza	363.35	204.56
Observaciones	29.00	35.00
Varianza agrupada	276.27	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	62.00	
Estadístico t	-2.31	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.67	
P(T<=t) dos colas	0.02	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00	

Fuente: elaboración propia.

Llegamos así a la toma de decisiones. Para esto haremos la comparación del valor p o significancia estadística. Como aparece en la tabla 4.16 el p valor es de 0.02, lo cual nos indica que $p < \alpha$, es decir $0.02 < 0.05$ y por lo tanto se asume la hipótesis alternativa H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC posttest y el GE posttest.

Para verificar el resultado se realizó la comparación del parámetro t calculado o estadístico contra el valor t crítico. En la tabla 4.16 aparece el valor estadístico $t_e = -2.31$, el cual se contrasta con el valor teórico que se encuentra en las tablas, para este caso se considera un nivel de significancia de 0.05 en una prueba bilateral con 62 grados de libertad; el cual también aparece en la tabla 4.16 como valor crítico de t (dos colas), $t_c = 2.00$. Se comprueba que el valor estadístico está fuera del intervalo de -2.00 y 2.00 con lo cual corroboramos una vez más la hipótesis alternativa H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC posttest y el GE posttest.

Los resultados estadísticos nos permiten concluir que se cumple la hipótesis planteada en esta investigación:

Los estudiantes del GE presentan un incremento en su actitud hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como un incremento en el interés hacia una profesión STEM significativamente mayor ($\bar{x} = 118.71$, $SE = 2.41$) que los estudiantes del GC ($\bar{x} = 109.07$, $SE = 3.54$, $t(62) = -2.22$, $p = 0.05$, $r = 0.27$).

Aunque no se plantearon como hipótesis de investigación, se presentarán los resultados intragrupo obtenidos por el GC y el GE en las pruebas pretest y posttest, con el objetivo de determinar si existe un cambio estadísticamente significativo entre ambas pruebas.

De acuerdo con los datos que aparecen en la tabla 4.15 obtenemos que para el GC en el pretest:

$\rho \geq \alpha$, $0.20 > 0.05$, por lo tanto, se cumple la H_0 y se establece que los datos provienen de una distribución normal.

Mientras que para el posttest se cumple que:

$\rho \geq \alpha$, $0.05 = 0.05$, por lo tanto, se cumple la H_0 y se establece que los datos provienen de una distribución normal.

Una vez comprobado el supuesto de normalidad para los datos del pretest y el posttest del GC, se realiza la prueba t de Student para muestras dependientes con varianzas iguales empleando el software Excel.

Tabla 4.17

Prueba t para dos muestras dependientes suponiendo varianzas iguales. GC pretest y posttest.

	<i>GRUPO CONTROL PRE</i>	<i>GRUPO CONTROL POST</i>
Media	118.03	109.07
Varianza	369.75	363.35
Observaciones	29.00	29.00
Coeficiente de correlación de Pearson	0.88	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	28.00	
Estadístico t	5.20	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	1.70	
P(T<=t) dos colas	0.00	
Valor crítico de t (dos colas)	2.05	

Fuente: elaboración propia.

Llegamos así a la toma de decisiones. Para esto haremos la comparación del valor ρ o significancia estadística. Como aparece en la tabla 4.17 el ρ valor es de 0.00, lo cual nos indica que $\rho < \alpha$, es decir $0.00 < 0.05$ y por lo tanto se asume la hipótesis alternativa H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC pretest y el GC posttest.

Para verificar el resultado se realizó la comparación del parámetro t calculado o estadístico contra el valor t crítico. En la tabla 4.17 aparece el valor estadístico $t_e = 5.20$, el cual se contrasta con el valor teórico que se encuentra en las tablas, para este caso se considera un nivel de significancia de 0.05 en una prueba bilateral con 28 grados de libertad; el cual también aparece en la tabla 4.17 como valor crítico de t (dos colas), $t_c = 2.05$. Se comprueba que el valor estadístico está fuera del intervalo de -2.05 y 2.05 con lo cual corroboramos una vez más la hipótesis alternativa H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC pretest y el GC posttest.

Los resultados estadísticos nos permiten concluir que para el GC:

Los estudiantes del GC presentan un decremento en su actitud positiva hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como en el interés hacia una carrera STEM significativamente menor ($\bar{X} = 109.07$, $SE = 3.54$) en su prueba posttest, en comparación con sus resultados obtenidos en su prueba pretest ($\bar{X} = 118.03$, $SE = 3.57$, $t(28) = 5.20$, $p = 0.05$).

Con lo que respecta al GE, de acuerdo con los datos que aparecen en la tabla 4.14 obtenemos que para el pretest:

$p \geq \alpha$, $0.35 > 0.05$, por lo tanto, se cumple la H_0 y se establece que los datos provienen de una distribución normal.

Mientras que para el posttest se cumple que:

$p \geq \alpha$, $0.75 = 0.05$, por lo tanto, se cumple la H_0 y se establece que los datos provienen de una distribución normal.

Una vez comprobado el supuesto de normalidad para los datos del pretest y el posttest del GE, se realiza la prueba t de Student para muestras dependientes con varianzas iguales empleando el software Excel.

Tabla 4.18

Prueba t para dos muestras dependientes suponiendo varianzas iguales. GE pretest y posttest.

	<i>GRUPO EXPERIMENTAL PRE</i>	<i>GRUPO EXPERIMENTAL POST</i>
Media	111.31	118.71
Varianza	270.93	204.56
Observaciones	35.00	35.00
Coeficiente de correlación de Pearson	0.78	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	34.00	

Estadístico t	-4.15
$P(T \leq t)$ una cola	0.00
Valor crítico de t (una cola)	1.70
$P(T \leq t)$ dos colas	0.00
Valor crítico de t (dos colas)	2.03

Fuente: elaboración propia.

Llegamos así a la toma de decisiones. Para esto haremos la comparación del valor p o significancia estadística. Como aparece en la tabla 4.18 el p valor es de 0.00, lo cual nos indica que $p < \alpha$, es decir $0.00 < 0.05$ y por lo tanto se asume la hipótesis alternativa H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GE pretest y el GE posttest.

Para verificar el resultado se realizó la comparación del parámetro t calculado o estadístico contra el valor t crítico. En la tabla 4.18 aparece el valor estadístico $t_e = -4.15$, el cual se contrasta con el valor teórico que se encuentra en las tablas, para este caso se considera un nivel de significancia de 0.05 en una prueba bilateral con 34 grados de libertad; el cual también aparece en la tabla 4.18 como valor crítico de t (dos colas), $t_c = 2.03$. Se comprueba que el valor estadístico está fuera del intervalo de -2.03 y 2.03 con lo cual corroboramos una vez más la hipótesis alternativa H_1 = existe diferencia significativa entre las medias del GC pretest y el GC posttest.

Así, los resultados estadísticos nos permiten concluir que para el GE:

Los estudiantes del GE presentan un incremento en sus actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como en el interés hacia una profesión STEM significativamente mayor ($\bar{X} = 118.31$, $SE = 2.41$) en su prueba postes, en comparación con los resultados obtenidos en su prueba pretest ($\bar{X} = 111.31$, $SE = 2.78$, $t(34) = -3.97$, $p = 0.05$, $r = 0.56$).

4.5. Fase II cualitativa

En este apartado se muestran los resultados del análisis cualitativo, el cual se realizó mediante análisis temático siguiendo un proceso de inferencia inductiva. A partir de las respuestas de los estudiantes se identificaron códigos, los cuales fueron agrupados en categorías temáticas que emergieron directamente de los datos, generando conclusiones interpretativas consistentes con los resultados cuantitativos. Como apoyo al proceso de identificación de patrones de lenguaje y conceptos recurrentes, se generaron nubes de palabras

que permitieron visualizar las expresiones más frecuentes, reforzando así la construcción de categorías y la interpretación final.

4.5.1. Disfrute de la realización de actividades y proyectos de robótica

Para esta categoría se analizó la información que se obtuvo del GE en el focus group. Para esta categoría se plantearon tres puntos, se inició el debate con la pregunta ¿fue de tu agrado el participar en el taller de robótica? Se hizo la lectura de las respuestas, análisis del texto y se identificaron las palabras clave, en la figura 4.41 aparece la nube de palabras en la cual se identifican y destacan los términos más relevantes y repetidos en el texto correspondiente a esta cuestión.

Figura 4.41

Nube de palabras referente a la participación del GE en el taller de robótica.



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Aprender: idea central en todas las respuestas, refleja el objetivo educativo logrado.

Conocimientos nuevos: frase recurrente que expresa el aprendizaje obtenido.

Soldar: mencionado varias veces, representa una habilidad técnica nueva adquirida.

Resistencia: un conocimiento específico que sorprendió a los estudiantes.

Cables: relacionado con los aprendizajes sobre conexiones y componentes eléctricos.

Robot: tema principal del taller, que despertó interés y curiosidad en los estudiantes.

Materiales: hace referencia a los instrumentos y recursos utilizados.

Trabajo en equipo: destacado como un aspecto positivo del taller, que fomenta la colaboración.

Cautín: herramienta práctica que aprendieron a utilizar.

Multímetro: instrumento técnico mencionado en las respuestas, asociado con el aprendizaje STEM.

Placa: componente técnico aprendido durante el taller.

Componentes: hace referencia a las partes del robot y su funcionamiento.

Interés: reflejado en la curiosidad por aprender sobre el funcionamiento de los robots.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Adquisición de conocimiento y habilidades prácticas: la sorpresa por adquirir conocimientos que no se esperaban recibir en otros contextos es un punto destacado en sus respuestas. Soldar, conectar cables, y usar herramientas como el cautín y el multímetro son aprendizajes que destacan por su valor práctico y técnico.

Exploración de conceptos técnicos: los estudiantes valoran el aprendizaje sobre resistencias, placas, y conectores, áreas en las que no tenían conocimientos previos.

Interés y motivación: los estudiantes expresan entusiasmo por aprender sobre robots y cómo funcionan sus componentes.

Trabajo en equipo: la colaboración y distribución de tareas en equipo fueron percibidas como elementos positivos del taller.

Las respuestas demuestran que el taller de robótica educativa con enfoque STEM fue de gran agrado para los estudiantes. No solo les permitió adquirir habilidades prácticas y técnicas, sino que también fomentó la colaboración y satisfizo su curiosidad por la tecnología y los robots. Las palabras clave reflejan los aspectos más valorados de la experiencia, que combinó aprendizaje técnico, trabajo en equipo, y un enfoque práctico e innovador.

Como segundo punto para esta categoría se planteó la pregunta ¿les gustó la forma en que trabajaron en el taller en comparación con sus clases tradicionales? En la figura 4.42 se muestran las palabras claves del análisis del texto correspondiente a este aspecto.

Figura 4.42

Nube de palabras para ¿les gustó la forma en que trabajaron en el taller en comparación con sus clases tradicionales?



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Taller: Es el término central, ya que el tema principal de las respuestas gira en torno a la experiencia en el taller.

Clases normales: Se utiliza para contrastar con el taller, destacando diferencias entre ambos enfoques.

Práctica: Resalta la naturaleza interactiva y experimental del taller frente a las clases tradicionales.

Materiales: subraya la importancia de los recursos físicos que los estudiantes pueden manipular en el taller.

Interactivo: describe una característica positiva del taller, asociada con la participación activa.

Aprender: un verbo clave que evidencia el objetivo principal de las actividades.

Entender: se asocia con el proceso de comprensión, enfatizando cómo el taller facilita esto.

Apoyar: refleja el aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipo, valorados por los estudiantes.

Explicación: contrasta con la práctica, mostrando una percepción de limitación en las clases tradicionales.

Conocimiento nuevo: destaca que el taller introduce conceptos o habilidades novedosas para los estudiantes.

Dudas: resalta cómo el taller permite resolverlas de manera más efectiva que en las clases tradicionales.

Las respuestas de los estudiantes reflejan una valoración significativa del enfoque práctico y colaborativo que ofrece el taller de robótica en comparación con las clases tradicionales. De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

El valor de la práctica sobre la teoría. Los estudiantes mencionan repetidamente que el taller les permite aprender haciendo. Mientras que en las clases tradicionales el aprendizaje se basa más en explicaciones orales, en el taller tienen la oportunidad de interactuar directamente con materiales y experimentar conceptos de forma práctica. Esta metodología fomenta un aprendizaje más profundo y significativo, donde los conocimientos no se quedan en la teoría, sino que son aplicados y comprendidos desde la experiencia.

El aprendizaje colaborativo. En el taller, los estudiantes destacan la posibilidad de trabajar con sus compañeros, apoyarse mutuamente y resolver dudas colectivamente. Esto contrasta con las clases tradicionales, donde perciben una dinámica más individualista y limitada en cuanto a la interacción. Este ambiente de colaboración no solo fortalece el aprendizaje, sino que también fomenta habilidades sociales y de trabajo en equipo.

Ritmo de aprendizaje adaptado. Otro aspecto que sobresale es la percepción de que en el taller el aprendizaje es más inclusivo y respetuoso con los ritmos de todos los participantes. Los estudiantes valoran que pueden quedarse en un tema hasta entenderlo completamente, algo que sienten que no ocurre en las clases normales, donde los temas avanzan rápidamente sin garantizar la comprensión de todos.

La novedad y el interés por los materiales. El uso de materiales específicos y novedosos en el taller despierta el interés y la motivación de los estudiantes. Esto sugiere que la incorporación de recursos tangibles y diferentes a los habituales genera curiosidad y entusiasmo por aprender, elementos esenciales en cualquier proceso educativo.

Participación activa e interacción. Los estudiantes valoran el enfoque interactivo del taller, donde no solo escuchan, sino que participan activamente en el proceso de aprendizaje. Este tipo de dinámica parece ser percibida como más enriquecedora y atractiva, en comparación con las clases tradicionales que asocian con un rol más pasivo.

En resumen, las respuestas de los estudiantes subrayan la importancia de diseñar experiencias educativas que sean prácticas, colaborativas, y adaptadas a las necesidades de los estudiantes. El taller de robótica se percibe como un espacio donde los estudiantes se sienten más involucrados, motivados y apoyados en su aprendizaje. Esta reflexión invita a reconsiderar los métodos tradicionales de enseñanza e integrar estrategias que promuevan una educación más activa, significativa y centrada en el estudiante.

Finalmente, se les preguntó a los estudiantes si les gustaba más el formato taller o preferirían otras opciones como charlas o exposiciones acerca de la robótica y la educación STEM. En la figura 4.43 se muestra la nube de palabras clave que se obtuvieron al analizar el texto con las respuestas de los estudiantes.

Figura 4.43

Nube de palabras sobre la preferencia del GE por el taller en lugar de charlas o exposiciones.



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Taller: el formato preferido y tema central de las respuestas.

Charlas: mencionadas para contrastar con el taller, se perciben como menos interactivas y prácticas.

Exposiciones: también utilizadas como comparación, relacionadas más con presentar que con hacer.

Aprender: asociada a la capacidad de adquirir conocimientos y habilidades en el taller.

Explicar: los estudiantes valoran la explicación en el taller como una ventaja clave.

Dudas: las respuestas destacan que el taller permite resolverlas efectivamente.

Interactivo: se resalta la interacción directa en el taller con los materiales y el instructor.

Práctico: enfatiza el enfoque manual y aplicado del taller.

Manualidad: relacionada con la realización de tareas prácticas y manipulativas.

Hacer: vinculado al aprendizaje a través de la acción y la práctica.

Robot: tema recurrente, relacionado con los proyectos y objetivos del taller.

Capacidad: refleja el desarrollo de habilidades a través de la experiencia práctica.

Información: mencionada principalmente en relación con las charlas, como un enfoque más teórico.

Proyecto: se valora la conexión directa con el trabajo en proyectos reales durante el taller.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Preferencia por el taller. Los estudiantes eligen el taller porque les permite una experiencia práctica y activa, lo que facilita un aprendizaje más profundo. Se percibe como más completo, ya que combina elementos de charlas (explicación) y exposiciones (presentación), pero con un enfoque en la acción.

Crítica a las charlas y exposiciones. Las charlas son vistas como un enfoque más pasivo, limitado a recibir información sin garantizar la comprensión. Las exposiciones son asociadas con la presentación de resultados, pero no con el proceso de aprendizaje activo.

Resaltan el valor del aprendizaje práctico. Los estudiantes valoran que el taller permite aplicar conocimientos directamente, manipular materiales y resolver dudas en el momento. Destacan que el aprendizaje "haciendo" es más efectivo que "escuchando".

Conexión con temas técnicos. Mencionan términos relacionados con la robótica, como "robot" y "proyecto", lo que indica que valoran el contexto técnico del taller.

Las respuestas reflejan una preferencia marcada por el formato taller debido a su enfoque práctico, interactivo y orientado a resolver dudas. Los estudiantes valoran que este formato combina lo mejor de las charlas y exposiciones, mientras proporciona un aprendizaje más significativo y aplicable a proyectos reales.

4.5.2. Experiencias significativas de los estudiantes en el aprendizaje con enfoque STEM

En esta categoría, se analizó la información obtenida del GE en el focus group. Se plantearon dos preguntas, siendo la primera: ¿Crees que lo aprendido en el taller tiene aplicabilidad en la vida diaria? Se hizo la lectura de las respuestas y se identificaron las palabras clave, en la figura 4.44 aparece la nube de palabras en la cual se identifican y destacan los términos más relevantes y repetidos en el texto correspondiente a esta categoría.

Figura 4.44

Nube de palabras para ¿Crees que lo aprendido en el taller tiene aplicabilidad en la vida diaria?



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

En las respuestas de los estudiantes sobre la aplicabilidad de lo aprendido en el taller de robótica con enfoque STEM, se identifican palabras clave que reflejan sus percepciones sobre la utilidad del conocimiento adquirido, tanto en el presente como en el futuro.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Aplicar: Central en las respuestas, relacionada con la utilidad práctica de lo aprendido.

Vida diaria: Recurrente, se refiere a la conexión del conocimiento con situaciones cotidianas.

Futuro: Mencionado al reflexionar sobre el uso potencial del aprendizaje.

Ingeniería: Asociada a posibles carreras relacionadas con los temas aprendidos.

LED: Ejemplo técnico destacado en múltiples respuestas.

Multímetro: Herramienta específica cuya utilidad práctica fue reconocida.

Tecnología: Indicativo de cómo los conocimientos están vinculados con avances tecnológicos.

Electricidad: Concepto central en los aprendizajes relacionados con los dispositivos.

Cables: Mencionados como parte del aprendizaje sobre conexiones eléctricas.

Proyectos: Implícito en el uso práctico de los aprendizajes en situaciones específicas.

Conocimiento básico: Expresa la idea de que lo aprendido puede ser la base para profundizar en el futuro.

Anuncios: Ejemplo visual de la aplicación del conocimiento en el mundo real.

Carrera: Relacionada con aspiraciones profesionales y conexión del taller con futuras áreas de estudio.

Diseño: Mencionado como un área no directamente vinculada con el aprendizaje del taller, pero que refleja interés individual.

Práctico: Subraya el enfoque aplicado del aprendizaje.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Percepción de utilidad a futuro. Varios estudiantes mencionan que los conocimientos adquiridos les serán útiles en sus carreras o estudios futuros, especialmente en áreas como ingeniería.

Conexión con la vida diaria. Algunos estudiantes identifican ejemplos concretos de aplicabilidad, como el uso de LEDs, multímetros o conocimientos eléctricos en el hogar.

Reconocimiento del conocimiento básico. Los estudiantes valoran que el taller les proporcionó fundamentos técnicos que pueden ser la base para aprendizajes más avanzados.

Interés técnico y profesional. El taller despertó interés en áreas relacionadas con tecnología e ingeniería en algunos estudiantes.

Diferencias en la percepción de aplicabilidad. Mientras algunos ven utilidad práctica y profesional, otros no logran conectar los aprendizajes directamente con su vida diaria o sus intereses personales.

Las respuestas muestran una valoración mixta sobre la aplicabilidad de lo aprendido en el taller. Si bien algunos estudiantes encuentran utilidad en ejemplos específicos y consideran

que el aprendizaje será valioso para su futuro, otros no logran visualizar una conexión inmediata con sus intereses actuales o sus aspiraciones. Esto sugiere que, aunque el taller logra transmitir conocimientos técnicos relevantes, sería valioso contextualizar más los aprendizajes para que todos los estudiantes perciban su utilidad en diversas áreas o escenarios.

Como segundo punto para esta categoría se planteó la pregunta ¿cuál de las actividades realizadas en el taller te gustó más? En la figura 4.45 se muestran las palabras claves del análisis del texto correspondiente a este aspecto.

Figura 4.45

Nube de palabras para la categoría uno.



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

En las respuestas sobre la actividad favorita de los estudiantes durante el taller de robótica, se identifican palabras clave que reflejan los aspectos más valorados de las actividades realizadas. Estas palabras destacan elementos técnicos, prácticos y llamativos que capturaron la atención de los participantes.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

LED: actividad recurrentemente mencionada por los estudiantes, relacionada con el aprendizaje sobre cómo funciona y cómo se enciende.

Lucecitas: mencionadas para describir los LEDs o focos pequeños que utilizaron.

Cables: asociados con el proceso de conexión y transmisión de energía.

Energía: concepto central, relacionado con cómo se genera, transmite y utiliza en las actividades.

Switch: componente clave para encender y apagar los LEDs o focos.

Conectar: acciones prácticas que los estudiantes realizaron con los cables y componentes.

Llamativa: expresa la percepción de las actividades como interesantes o atractivas.

Foco: usado como ejemplo de la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos.

Limón: referencia a la actividad de generación de energía con limones, que sorprendió a los estudiantes.

Soldar: actividad práctica mencionada por varios estudiantes, valorada por su novedad y utilidad.

Cautín: herramienta utilizada en la actividad de soldar.

Alambre: usado en la actividad con metales e imanes, destacada como interesante.

Imanes: otro elemento técnico que llamó la atención de los estudiantes.

Corriente: asociada con el flujo de energía y cómo afecta el funcionamiento de los dispositivos.

Permanente: relacionado con el proceso de soldar, haciendo referencia a la fijación duradera de las piezas.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Interés por actividades prácticas y visuales. Las actividades con LEDs, focos y switches fueron las favoritas porque combinan lo visual con la interacción práctica.

Valoración de la novedad. Actividades como la generación de energía con limones o el uso de alambres e imanes destacaron por ser sorprendentes y diferentes.

Apreciación por habilidades técnicas. La actividad de soldar fue valorada por su utilidad práctica y la oportunidad de aprender algo nuevo con herramientas específicas como el cautín.

Conexión con el mundo real. Los estudiantes relacionaron el aprendizaje con cosas cotidianas, como encender y apagar focos, lo que aumenta la percepción de relevancia.

Experimentación y descubrimiento. Los estudiantes disfrutaron actividades que les permitieron explorar y descubrir principios de la energía y la electricidad de formas creativas.

Las respuestas muestran una inclinación por actividades que combinan lo visual, lo práctico y lo sorprendente. La conexión de las actividades con situaciones del mundo real y la introducción de herramientas técnicas como el cautín fortalecieron el interés y el aprendizaje de los estudiantes. Estas experiencias destacan la importancia de integrar actividades prácticas y relevantes en la enseñanza de temas STEM.

4.5.3. Disfrute del uso y manipulación de materiales, herramientas, instrumentos y dispositivos robóticos

En esta categoría, se analizó la información obtenida del GE en el focus group. Se planteó una pregunta: ¿cuál de los materiales, instrumentos, herramientas o dispositivos robóticos fue tu favorito para trabajar? Se hizo la lectura de las respuestas y se identificaron

Figura 4.46

Nube de palabras para la categoría disfrute del uso y manipulación de materiales, herramientas, instrumentos y dispositivos robóticos.



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

las palabras clave, en la figura 4.44 aparece la nube de palabras en la cual se identifican y destacan los términos más relevantes y repetidos en el texto correspondiente a esta categoría.

En las respuestas sobre los materiales e instrumentos favoritos del taller de robótica, se destacan las palabras clave relacionadas con herramientas específicas, materiales utilizados y las actividades prácticas que los estudiantes realizaron. en la figura 4.46 aparece la nube de palabras en la cual se identifican y destacan los términos más relevantes y repetidos en el texto correspondiente a esta categoría.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Cautín: Herramienta mencionada con mayor frecuencia, valorada por su utilidad en soldar y manipular resistencias.

Soldar: Acción central vinculada al uso del cautín, destacada por su novedad y utilidad práctica.

Resistencias: Material frecuentemente utilizado, relacionado con las conexiones eléctricas y el aprendizaje técnico.

Proto: Plataforma mencionada como base para trabajar con resistencias y energía.

Multímetro: Instrumento valorado por su capacidad de medir energía y voltaje.

Alambre: Material interesante por su interacción con la energía y su uso con imanes.

Energía: Concepto central en las actividades y experimentos realizados.

Imán: Utilizado junto con el alambre, destacado por su capacidad de generar chispas y energía.

Voltaje: Mencionado en relación con el uso del multímetro para medir la energía.

Robot: Producto final del taller, relacionado con el uso práctico de los materiales e instrumentos.

Facilidad: Describe la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de las herramientas, especialmente el cautín.

Chispas: Resultado visual de las actividades con alambres e imanes, que captó el interés de los estudiantes.

Derretir: Asociado con la función del cautín en la manipulación de materiales.

Práctica: Refleja la importancia del aprendizaje mediante la manipulación de herramientas y materiales.

Bases metálicas: Mencionadas en relación con actividades con alambres e imanes.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Preferencia por herramientas prácticas. El cautín y el multímetro fueron los instrumentos favoritos, valorados por su utilidad en actividades específicas y por permitir un aprendizaje práctico.

Interés en materiales técnicos. Los estudiantes destacaron las resistencias, el alambre y los imanes como materiales interesantes por su papel en los experimentos.

Conexión con el aprendizaje técnico. Las respuestas reflejan un interés en comprender cómo las herramientas y materiales contribuyen al funcionamiento de dispositivos como el robot.

Valoración de lo visual y experimental. Las chispas generadas con alambres e imanes captaron el interés de los estudiantes, al igual que los resultados visuales obtenidos al usar LEDs y resistencias.

Novedad en el uso de herramientas. Muchos estudiantes mencionaron que nunca habían utilizado herramientas como el cautín o el multímetro, lo que resalta la relevancia de estas experiencias para su aprendizaje.

Las respuestas indican una preferencia por instrumentos que permitieron un aprendizaje práctico y técnico, especialmente el cautín y el multímetro. Los estudiantes valoraron la oportunidad de trabajar con materiales novedosos y herramientas específicas que les permitieron experimentar y comprender conceptos de energía y electricidad en un contexto aplicado y visualmente atractivo.

4.5.4. Percepción de las barreras en la educación STEM

En esta categoría, se analizó la información obtenida del GE en el focus group. Se plantearon dos preguntas, siendo la primera: ¿consideras que las carreras relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas son más difíciles que otras? Se hizo la lectura de las respuestas y se identificaron las palabras clave, en la figura 4.44 aparece la nube de palabras en la cual se identifican y destacan los términos más relevantes y repetidos en el texto correspondiente a esta categoría.

Figura 4.47

Nube de palabras para ¿consideras que las carreras relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas son más difíciles que otras?



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

En las respuestas sobre la dificultad percibida de las carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en comparación con otras carreras, se identifican palabras clave que reflejan las perspectivas de los estudiantes sobre habilidades, intereses y grados de dificultad.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Dificultad: concepto central, relacionado con las percepciones sobre lo complejo de estas carreras.

Carreras: término general que abarca tanto las STEM como otras áreas mencionadas.

Matemáticas: habilidad fundamental asociada con las carreras STEM.

Ciencia: otro componente central de las áreas STEM.

Tecnología: recurrentemente asociada con las herramientas y aplicaciones prácticas.

Capacidades: hace referencia a las habilidades individuales para enfrentar una carrera.

Intereses: factores personales que influyen en la percepción de dificultad.

Chef, maestro, contador, licenciado: carreras mencionadas como comparación con STEM.

Fácil: percepción opuesta a la dificultad, asociada con interés o habilidades previas.

Personas: indicativo de que la dificultad depende de cada individuo.

Habilidades: asociado con las capacidades específicas para aprender o trabajar en un área.

Estudios: relevancia de la preparación académica previa para enfrentar una carrera.

Conceptos básicos: diferenciación entre el nivel de profundidad en STEM y otras áreas.

Aplicar: relacionado con el uso práctico de conocimientos en el trabajo.

Personalizado: indica que la percepción de dificultad varía según cada persona.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Percepción relativa de dificultad. Algunos estudiantes creen que las carreras STEM son más difíciles debido a su enfoque en matemáticas y ciencias avanzadas. Otros opinan que todas las carreras tienen dificultades, dependiendo del interés y las habilidades de cada persona.

Dependencia de habilidades personales. Varias respuestas destacan que la dificultad de una carrera depende de las capacidades individuales, como el dominio de las matemáticas o la familiaridad con tecnología.

Interdisciplinariedad. Algunos estudiantes mencionan que las carreras no STEM también incluyen conceptos de ciencia, tecnología o matemáticas, aunque en menor profundidad.

Preparación académica. Se señala que la preparación y los estudios previos son determinantes para enfrentar con éxito cualquier carrera.

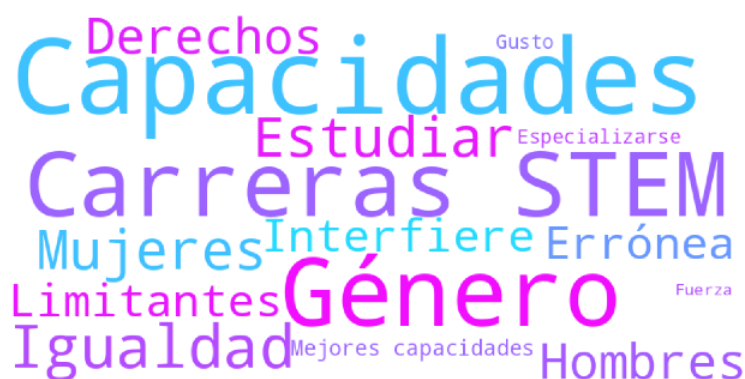
Relatividad del interés y aptitud. Las carreras son percibidas como más fáciles cuando coinciden con los intereses o habilidades naturales de una persona.

Las respuestas muestran que la percepción de dificultad en carreras STEM está influenciada por la preparación académica, las capacidades personales y los intereses de cada estudiante. Mientras algunos consideran que las carreras STEM son intrínsecamente más desafiantes por su profundidad técnica, otros subrayan que todas las carreras tienen su grado de complejidad dependiendo de la persona.

Como segundo punto para esta categoría se planteó la pregunta ¿consideras que las carreras relacionadas con STEM son más adecuadas para algún género? En la figura 4.48 se muestran las palabras claves del análisis del texto correspondiente a este aspecto.

Figura 4.48

Nube de palabras para ¿consideras que las carreras relacionadas con STEM son más adecuadas para algún género?



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

Las respuestas a la pregunta sobre si las carreras STEM son más adecuadas para alguno de los dos géneros reflejan una perspectiva equitativa y progresista. Los estudiantes destacan la igualdad de capacidades entre géneros y rechazan la idea de que estas carreras estén determinadas por el género.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Capacidades: Recurrente en las respuestas, subrayando que ambos géneros tienen habilidades similares.

Género: Central en la discusión, representando la igualdad entre hombres y mujeres.

Carreras STEM: Referencia directa a las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

Hombres: Comparación frecuente al debatir las capacidades en estas áreas.

Mujeres: Resaltadas como igualmente capaces de sobresalir en carreras STEM.

Errónea: Se utiliza para referirse a la idea de que las carreras STEM sean más adecuadas para hombres.

Igualdad: Implícita en la mayoría de las respuestas, enfatizando que el género no es una limitante.

Estudiar: Relacionado con la libertad de elección y las capacidades individuales.

Limitantes: Palabra clave en el contexto de barreras de género.

Derechos: Subraya el acceso equitativo a la educación y las oportunidades.

Interfiere: Término usado para expresar que el género no afecta las habilidades o la elección de carrera.

Gusto: Referencia a la preferencia personal como base para elegir una carrera.

Mejores capacidades: Reconocimiento de que el talento no depende del género.

Fuerza: Mencionada como una característica irrelevante en el contexto de carreras STEM.

Especializarse: Resalta la posibilidad de profundizar en cualquier tema independientemente del género.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Rechazo a estereotipos de género. Los estudiantes consideran que las diferencias de género no determinan las capacidades para desempeñarse en carreras STEM.

Énfasis en la igualdad de oportunidades. Destacan que cualquier persona, independientemente de su género, puede estudiar y sobresalir en la carrera que desee.

Valoración de las capacidades individuales. Las respuestas giran en torno a las habilidades personales, no al género, como el factor clave para tener éxito en estas áreas.

Reconocimiento del progreso social. Varias respuestas indican un cambio de mentalidad respecto a las creencias tradicionales sobre la relación entre género y carreras STEM.

Apoyo a la libertad de elección. Se enfatiza que tanto hombres como mujeres tienen el derecho y la capacidad de seguir sus intereses académicos y profesionales sin restricciones de género.

Las respuestas de los estudiantes reflejan una mentalidad equitativa, donde las capacidades personales y el interés por el aprendizaje son los factores determinantes para elegir una carrera, no el género. Se valora la igualdad de oportunidades y el respeto por las preferencias individuales.

Finalmente, se les preguntó a los estudiantes ¿Recibirías el apoyo de tu familia si decidieras estudiar una carrera en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas? En la figura 4.49 se muestra la nube de palabras clave que se obtuvieron al analizar el texto con las respuestas de los estudiantes.

Figura 4.49

Nube de palabras para ¿Recibirías el apoyo de tu familia si decidieras estudiar una carrera en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas?



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

En las respuestas sobre si las familias dieran su apoyo a los estudiantes en caso de estudiar una carrera STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), se identifican palabras clave relacionadas con el apoyo familiar, la confianza en las capacidades del estudiante y la importancia del interés personal en la elección de carrera.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Apoyar: Término central en todas las respuestas, reflejando el respaldo familiar.

Familia: Relevante como la principal fuente de apoyo para los estudiantes.

Carrera: Hace referencia a las áreas STEM y a la decisión educativa de los estudiantes.

Gusto: Relacionado con la importancia de elegir una carrera que les apasione.

Matemáticas: Habilidad destacada por varios estudiantes como base para su éxito en STEM.

Capacidad: Subraya la confianza en las habilidades personales para enfrentar el desafío.

Conocimientos: Hace referencia a la preparación académica previa de los estudiantes.

Futuro: Asociado con las aspiraciones profesionales y la motivación para estudiar STEM.

Difícil: Descripción de las carreras STEM como retadoras pero valiosas.

Interés: Refleja la conexión entre las aspiraciones y la pasión de los estudiantes.

Universidad: Implica el contexto en el que se desarrollarán los estudios.

Padres: Mencionados como los principales motivadores y fuentes de apoyo.

Éxito: Relacionado con las expectativas de los padres y el propósito del estudiante.

Estudio: Destaca la dedicación requerida para las carreras STEM.

Físico-matemáticas: Ejemplo mencionado de experiencia previa en el área.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Confianza en el apoyo familiar. La mayoría de los estudiantes cree firmemente que sus familias los apoyarían debido a su interés y habilidades en las áreas STEM.

Reconocimiento de las capacidades individuales. Los estudiantes destacan que su desempeño académico previo y su esfuerzo son razones por las que sus familias confiarían en ellos.

Importancia del interés personal. El respaldo familiar parece estar condicionado a que el estudiante elija una carrera que le guste y en la que demuestre motivación.

Apreciación por el desafío de STEM. Las carreras STEM son reconocidas como difíciles, pero este desafío se percibe como un motivo adicional para recibir apoyo.

Enfoque en el futuro profesional. Las familias valoran la proyección de estas carreras hacia un buen futuro, lo que refuerza su disposición para respaldar las elecciones de sus hijos.

Las respuestas reflejan una visión positiva sobre el apoyo familiar hacia las decisiones de carrera de los estudiantes en las áreas STEM. Este apoyo está influenciado por el interés del

estudiante, su desempeño académico previo y la percepción de estas carreras como una inversión en un futuro prometedor.

4.5.5. Percepción de aspectos negativos del taller de robótica

Con la finalidad de obtener información por parte de los estudiantes acerca de los aspectos negativos que hayan percibido en el desarrollo del taller se les preguntó ¿hay algo que no te haya gustado del taller de robótica? En la figura 4.50 se muestra la nube de palabras clave que se obtuvieron al analizar el texto con las respuestas de los estudiantes.

Figura 4.50

Nube de palabras para ¿hay algo que no te haya gustado del taller de robótica?



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

Las respuestas sobre lo que los estudiantes no les gustó del taller de robótica reflejan aspectos relacionados con la organización del tiempo, la claridad en la explicación y las expectativas sobre la participación en las actividades.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Explicación: Mencionada como un aspecto que podría mejorarse, relacionado con la claridad y el paso a paso.

Tema: Relacionado con la duración y manejo de los contenidos.

Aburrido: Expresa la percepción de que ciertos temas se extendieron demasiado, afectando el interés.

Confusión: Asociada a la transición entre temas o falta de claridad en las explicaciones.

Materiales: Referido a la disponibilidad de los elementos y cómo se entregaban ya listos.

Ruedas: Ejemplo específico de expectativas no cumplidas, al recibir piezas ya hechas en lugar de crearlas.

Prototipo/Protoboard: Elemento técnico mencionado en relación con la necesidad de mayor orientación.

Vocabulario: Expresó la dificultad al no comprender ciertos términos técnicos sin explicación previa.

Presión: Asociada a los tiempos y la falta de oportunidad para resolver dudas con calma.

Proyectos: Relacionado con la emoción inicial y el deseo de trabajar directamente, sin demoras.

Paso a paso: Necesidad mencionada de recibir instrucciones detalladas durante las actividades.

Adivinar: Describe la dificultad de entender conceptos por falta de explicaciones iniciales.

Dinamismo: Implícito en la crítica de que las explicaciones eran demasiado largas.

Esfuerzo: Valoración de los intentos individuales de los estudiantes, incluso frente a la falta de claridad.

Interés: Implícito en la crítica a la falta de actividades más dinámicas o prácticas.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Críticas a la metodología de enseñanza. Algunos estudiantes percibieron las explicaciones como demasiado largas o poco claras, lo que generó aburrimiento y confusión.

Falta de conexión con las expectativas. Hubo desilusión al recibir materiales ya preparados (como ruedas), lo que limitó la experiencia creativa y práctica.

Necesidad de mayor claridad en los términos técnicos. La falta de introducción o explicación de vocabulario técnico dificultó el entendimiento para algunos estudiantes.

Demoras en las actividades prácticas. Los estudiantes preferían iniciar los proyectos directamente, pero sintieron que las explicaciones previas retrasaban el proceso.

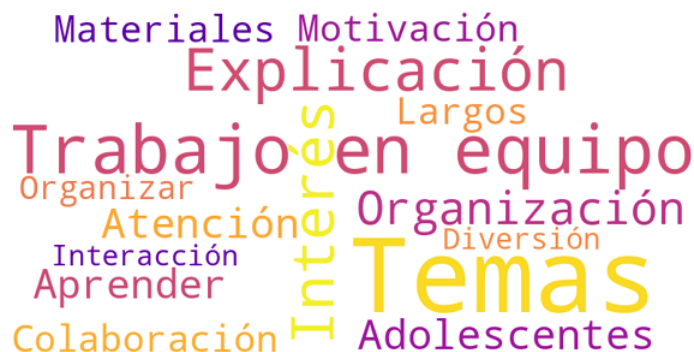
Valoración del aprendizaje guiado. Se destacó la necesidad de explicaciones paso a paso y orientación más detallada durante las actividades.

Las respuestas de los estudiantes reflejan varios puntos de mejora en el taller de robótica. Se destaca la necesidad de un mejor equilibrio entre la explicación y la práctica, así como una mayor claridad en los términos técnicos y un enfoque más directo en las actividades prácticas. También se menciona la importancia de gestionar bien el tiempo para evitar la frustración o desilusión de los estudiantes.

Finalmente, se les preguntó ¿Qué recomendarían para mejorar el taller de robótica? En la figura 4.51 se muestra la nube de palabras clave que se obtuvieron al analizar el texto con las respuestas de los estudiantes.

Figura 4.51

Nube de palabras para ¿Qué recomendarían para mejorar el taller de robótica?



Fuente: elaboración propia empleando la IA ChatGPT

En las respuestas sobre cómo mejorar el taller de robótica, se identifican palabras clave que reflejan sugerencias específicas para optimizar la dinámica, la metodología y la organización del taller.

Las palabras clave identificadas en el texto son:

Temas: Principalmente relacionado con la duración de las explicaciones.

Largos: Se refiere a la percepción de que algunos temas eran demasiado extensos.

Explicación: Sugieren hacerlas más claras, breves y directas.

Adolescentes: Público objetivo mencionado en relación con la necesidad de captar su interés.

Atención: Relacionado con el interés que deben generar los temas y actividades.

Interés: Destaca la importancia de mantener la motivación de los participantes.

Trabajo en equipo: Un área identificada como necesaria para mejorar la colaboración y distribución de tareas.

Organización: Sugerencia para preparar mejor las actividades y materiales antes de iniciar el taller.

Materiales: Mencionados en el contexto de tenerlos listos y en orden antes de las actividades.

Motivación: Implícito en las sugerencias de captar la atención de los adolescentes.

Diversión: Relacionado con la percepción de que el taller debe ser más entretenido.

Aprender: Reiterado como el objetivo que debe facilitarse con estas mejoras.

Colaboración: Aspecto mencionado dentro de las críticas al trabajo en equipo.

Organizar: Enfatiza la necesidad de planificación previa.

Interacción: Implícito en el deseo de actividades más dinámicas y participativas.

De acuerdo con el análisis del texto obtenido de las respuestas del GE y los patrones observados se hacen las siguientes inferencias:

Necesidad de explicaciones más dinámicas. Los estudiantes sugieren acortar los temas y hacer las explicaciones más claras y concisas para mantener el interés.

Ajustes para el público adolescente. Se menciona que el taller debe diseñarse para ser más llamativo y entretenido, enfocado en captar la atención de jóvenes.

Mejorar el trabajo en equipo. Varias respuestas indican que hubo desequilibrios en la participación y se propone fomentar una colaboración más equitativa.

Importancia de una buena organización. Se destaca la necesidad de preparar los materiales y actividades con anticipación para evitar contratiempos.

Motivación y diversión como estrategias clave. Los estudiantes sugieren que el taller debería ser más interactivo y enfocado en actividades que mezclen aprendizaje y diversión.

Las respuestas resaltan que el taller de robótica puede mejorarse mediante una combinación de explicaciones más dinámicas, actividades enfocadas en captar el interés, una organización más efectiva y un mejor trabajo en equipo. Estas sugerencias están orientadas a maximizar el aprendizaje y la motivación de los participantes.

4.6. Convergencia de los resultados cuantitativos y cualitativos

En este apartado se mostrará la convergencia de los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos en esta investigación los cuales permitieron una comprensión más profunda y holística de los efectos de la intervención educativa con enfoque STEM. Por un lado, los resultados cuantitativos evidenciaron un incremento significativo en las actitudes positivas hacia las áreas STEM y en el interés por carreras relacionadas en los estudiantes del GE. Por otro lado, el análisis cualitativo de las respuestas de los participantes en el focus group corroboró y enriqueció estos hallazgos al revelar aspectos específicos del taller que los estudiantes valoraron, como aprendizajes nuevos, la práctica, la interacción con materiales novedosos y el aprendizaje colaborativo. Esta integración de datos no solo refuerza la validez de los hallazgos, sino que también destaca cómo las percepciones y experiencias individuales respaldan y explican los cambios medidos con la prueba S-STEM cuantitativa.

4.6.1. Actitud hacia la ciencia

Los resultados obtenidos por los estudiantes del GE en la prueba pretest (puntaje máximo de 45) correspondiente a la actitud hacia la ciencia muestran una media $\bar{X} = 27.71$; $Sx = 4.88$. Mientras que los resultados obtenidos por el mismo grupo en la prueba posttest muestran una media $\bar{X} = 31.09$; $Sx = 3.71$. El análisis de los datos obtenidos en ambas pruebas nos permite concluir que la actitud hacia la ciencia en los estudiantes del GE tuvo un aumento estadísticamente significativo en la prueba posttest. Es decir, la estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica tuvo un impacto positivo en la actitud hacia la ciencia en los estudiantes que participaron en ella.

Los resultados cuantitativos muestran un aumento significativo en la actitud hacia la ciencia entre los estudiantes del GE después de participar en el taller de robótica. Este cambio positivo puede entenderse mejor al analizar los comentarios expresados por los estudiantes en el focus group. Los siguientes aspectos fueron clave para este impacto:

Los estudiantes valoraron positivamente **el aprendizaje práctico y experiencial**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: "Sí, porque en el taller aprendes cosas que en la clase solo te las dicen hablando, en el taller lo puedes hacer interpretándolo pues con los materiales. "El taller porque es más manualidad, porque te enseñan mejor qué hacer, cómo moverle, y también te enseñan cómo se caracteriza por dentro un robot."

De este modo la metodología basada en la práctica permitió a los estudiantes experimentar conceptos científicos directamente, favoreciendo una conexión tangible con la ciencia. Esto refuerza la comprensión y aumenta la motivación hacia estas disciplinas.

Otro aspecto resaltado fue **la interacción colaborativa**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: "Pues me gusta más la forma taller, porque en la normal no puedes preguntarles a tus compañeros, si tienes dudas y si ellos tienen dudas pues apoyas a tus compañeros y así entiendes más." "Yo creo que el trabajo en equipo fue importante, aunque algunos sintieron que no hubo equidad, pero en general fue un aspecto positivo del taller."

De este modo la interacción social y el trabajo en equipo fomentaron un ambiente de aprendizaje colaborativo, lo que hizo la experiencia más significativa y atractiva para los estudiantes.

La novedad y curiosidad fue otro elemento clave. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “En el taller porque es como materiales que nunca habías visto.” “Me gustó porque aprendí a soldar, usar el multímetro y cómo conectar resistencias; son cosas que no había hecho antes.”

Así, la exposición a herramientas y conceptos novedosos despertó la curiosidad y el interés de los estudiantes, conectando la ciencia con aplicaciones prácticas y situaciones reales.

También consideraron relevante **la relación con la vida diaria y el futuro**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “Yo creo que sí se aplica porque hay aparatos que utilizan la energía y que utilizamos en la casa, y pues sí nos sirve mucho porque ya sabemos diferentes cosas.” “Creo que gracias a este taller me puedo encariñar con la idea de ser ingeniero y especializarme más en este tema.”

Muestran una percepción de que lo aprendido tiene aplicabilidad en la vida cotidiana y en posibles trayectorias profesionales aumentó el interés y la valoración de las áreas STEM.

Finalmente muestran un **contraste con las clases tradicionales**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “En las clases normales nada más ves y cambias luego de un tema a otro, y a lo mejor no le entendiste, pero en el taller te quedas con el mismo tema hasta que lo entiendes.” “Prefiero el taller porque es interactivo y práctico, mientras que en las clases normales solo escuchas sin poder aplicar lo aprendido.”

De este modo el taller ofreció una alternativa atractiva a las clases tradicionales, destacándose por su enfoque práctico, dinámico e inclusivo.

En resumen, el taller de robótica con enfoque STEM tuvo un impacto positivo en la actitud hacia la ciencia gracias a su enfoque práctico, colaborativo y aplicado. Los estudiantes valoraron la oportunidad de interactuar con conceptos novedosos, experimentar en equipo y conectar el aprendizaje con la vida diaria y el futuro profesional. Estas características no solo reforzaron su interés en las áreas STEM, sino que también aumentaron su percepción de la relevancia y accesibilidad de estas disciplinas, contribuyendo al cambio reflejado en los resultados cuantitativos.

4.6.2. Actitud hacia la tecnología y la ingeniería

Los resultados obtenidos por los estudiantes del GE en la prueba pretest (puntaje máximo de 45) correspondiente a la actitud hacia la tecnología y la ingeniería muestran una media $\bar{X} = 31.40$; $Sx = 6.37$). Mientras que los resultados obtenidos por el mismo grupo en la prueba posttest muestran una media $\bar{X} = 33.03$; $Sx = 4.74$. El análisis de los datos obtenidos en ambas pruebas nos permite concluir que la actitud hacia la tecnología y la ingeniería en los estudiantes del GE tuvo un aumento en la prueba posttest, sin embargo, este no es estadísticamente significativo. Es decir, la estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica tuvo un ligero impacto positivo en la actitud hacia la tecnología y la ingeniería en los estudiantes que participaron en ella.

A pesar de que los resultados cuantitativos indican que el aumento en la actitud hacia la tecnología y la ingeniería no fue estadísticamente significativo, el análisis cualitativo del focus group muestra varios factores que contribuyeron a este cambio, aunque moderado. Estos aspectos destacan las fortalezas y áreas de mejora de la estrategia educativa con enfoque STEM centrada en la robótica.

De este modo los estudiantes valoraron positivamente **el aprendizaje práctico y tangible**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “siempre había querido, bueno, ver cómo se hacía un robot, como funcionaban todas sus partes y ahorita que veo pues es sencillo y a la vez no, porque lleva tiempo a aprender cómo es un componente de un robot.” “porque aprendes nuevas cosas, te explican y si no entendiste puedes preguntar y te vuelven a explicar y pues ahí, como me explico, sí está ahí la ingeniería como usted dice, de lo que habla usted, puedes hacer robots, y todo eso.”

La metodología basada en la práctica permitió que los estudiantes interactuaran con conceptos técnicos de manera tangible. Aunque esto generó un impacto positivo, es posible que no todos los estudiantes hayan logrado establecer conexiones profundas con los conceptos tecnológicos y de ingeniería.

Otro aspecto valorado por los estudiantes fue la **resolución de dudas y aprendizaje guiado**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “En el taller no te quedas con

dudas, porque explican paso a paso cómo funciona.” “A mí me gusta más el taller porque puedes preguntar y si no entiendes, te vuelven a explicar.”

La oportunidad de resolver dudas y recibir apoyo guiado fue valorada por los estudiantes. Sin embargo, la efectividad de esta estrategia pudo variar según el nivel de interés y habilidad previa de los participantes.

La novedad de los materiales y herramientas fue otro aspecto relevante para los estudiantes. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “A mí me pareció más interesante trabajar con el caudín porque conocía el término de soldar, pero nunca lo había puesto en práctica, no lo había empleado y menos para crear un robot.” “Aprendimos a usar cosas como el protoboard, multímetro y caudín, y cómo funcionan para crear circuitos o soldar piezas.” “Yo prefiero más el taller porque es como una relación directa con el proyecto que estás trabajando, porque te lo puedes ver mediante los objetos con los que estás trabajando.”

Así, la introducción de herramientas específicas de la tecnología y la ingeniería despertó curiosidad en los estudiantes. Sin embargo, algunos comentarios indican que la complejidad de ciertos materiales pudo limitar la comprensión total, lo que explica el impacto moderado en la actitud.

También consideraron relevante la **conexión con aplicaciones reales**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “Yo creo que sí se aplica porque hay aparatos que utilizan la energía y que usamos en la casa, como luces LED o controles remotos.” “Pues yo digo que sí, porque, por ejemplo, los ingenieros, este, los que ponen la luz necesitan mucho saber sobre los cables, este, como sólo puede prender este, la luz, este, ellos lo necesitan, pues también, también como dijo mi compañera, este, los, los, ¿cómo se llaman? comerciales, este, ya que, pues usan luz, este, luz LEDS, y, este, y, pues, y ya.”

De este modo, aunque algunos estudiantes reconocieron la aplicabilidad del conocimiento adquirido, otros mencionaron dificultades para identificar conexiones con su vida diaria. Esto sugiere la necesidad de reforzar la contextualización de los conceptos para aumentar su relevancia percibida.

Finalmente, los estudiantes hacen un **contraste del taller con las clases tradicionales**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “En las clases normales solo ves y cambias

de tema; en el taller trabajas hasta que lo entiendes." "El taller es más interactivo y práctico, mientras que en las clases normales solo escuchas sin poder aplicar lo aprendido."

Así, el enfoque práctico del taller fue preferido sobre el modelo tradicional. Sin embargo, el impacto pudo limitarse por la falta de una integración más estructurada entre teoría y práctica.

El ligero impacto positivo en la actitud hacia la tecnología y la ingeniería se puede atribuir a la novedad del enfoque práctico, el acceso a herramientas técnicas, y la conexión con aplicaciones reales. Sin embargo, algunos estudiantes encontraron limitaciones en la contextualización y profundidad de los conceptos, lo que podría explicar el cambio moderado. Para aumentar significativamente la actitud hacia estas áreas, se recomienda integrar más ejemplos aplicados a la vida diaria y reforzar la conexión entre teoría y práctica, asegurando que todos los estudiantes encuentren relevancia en los aprendizajes adquiridos.

4.6.3. Actitud hacia las matemáticas

Los resultados obtenidos por los estudiantes del GE en la prueba pretest (puntaje máximo de 40) correspondiente a la actitud hacia las matemáticas muestran una media $\bar{X} = 26.06$; $S_x = 6.56$. Mientras que los resultados obtenidos por el mismo grupo en la prueba posttest muestran una media $\bar{X} = 27.80$; $S_x = 5.53$. El análisis de los datos obtenidos en ambas pruebas nos permite concluir que la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes del GE tuvo un aumento estadísticamente significativo en la prueba posttest. Es decir, la estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica tuvo un impacto positivo en la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes que participaron en ella.

El aumento significativo en la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes del GE tras la intervención educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica puede atribuirse a varios factores clave identificados en el análisis del focus group. Los aspectos destacados incluyen el formato interactivo del taller, el aprendizaje práctico y colaborativo, y la percepción de aplicabilidad de los conceptos matemáticos.

Los estudiantes valoraron positivamente **el formato interactivo y práctico del taller**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: "Yo creo que depende de la persona también, si ella es muy buena en matemáticas y sabe mucho pues, este, de los cables y cosas

así, pues obviamente va a ser este, mejor en eso, en cambio sí ponemos a una persona que no sabe nada de matemáticas y que no sabe eso y, quiere estudiar eso, se le va a hacer difícil.”

“Porque cada quien es bueno para cosas diferentes, si una persona es buena siendo chef, pues otra persona puede ser buena siendo matemática, no todos tenemos las mismas habilidades.”

“Me gusta más la forma taller, porque en la normal, no puedes preguntarles a tus compañeros y apoyarlos para entender más.” “En el taller no solo es explicación, también es práctica, y con la práctica aprendes.” “En el taller tienes materiales que nunca habías visto, y trabajas con ellos de manera práctica.”

De este modo, la estructura del taller permitió a los estudiantes aplicar directamente conceptos matemáticos, como cálculos en circuitos o uso de herramientas como multímetros para medir resistencias y voltajes. Esto facilitó la comprensión de conceptos abstractos al relacionarlos con situaciones concretas y tangibles.

Otro aspecto valorado por los estudiantes es la resolución de dudas y trabajo colaborativo. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “En el taller no te quedas con dudas porque te explican paso a paso.” “Es más fácil trabajar porque puedes preguntar y te vuelven a explicar si no entendiste.”

Por tanto, el entorno colaborativo y el apoyo personalizado ofrecido en el taller ayudaron a reducir la ansiedad y los bloqueos comunes en el aprendizaje de matemáticas. El énfasis en aclarar dudas y trabajar en equipo fomentó una actitud positiva hacia el aprendizaje.

Para los estudiantes hubo una conexión entre las matemáticas y la robótica. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “Aprendimos cosas como medir energía y calcular voltajes usando el multímetro.” “El taller te enseña cómo aplicar conceptos matemáticos en proyectos reales, como hacer que los LEDs funcionen con resistencias y circuitos.”

Así, el uso de herramientas tecnológicas y la construcción de proyectos como circuitos eléctricos y robots ayudaron a contextualizar las matemáticas en escenarios prácticos. Esto dio sentido a los conceptos, mejorando la percepción de relevancia de las matemáticas.

Los estudiantes mostraron **preferencia por el aprendizaje práctico sobre el teórico**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “En las clases normales solo te explican

hablando; en el taller lo puedes hacer y entender con los materiales.” “El taller es más interactivo y práctico, y te ayuda a aprender haciendo.”

La preferencia por el aprendizaje basado en proyectos permitió a los estudiantes visualizar cómo las matemáticas se relacionan con la resolución de problemas técnicos. Este enfoque práctico resultó en una actitud más positiva hacia las matemáticas al reducir la percepción de abstracción y dificultad.

Finalmente, los estudiantes mostraron una **percepción de aplicabilidad a futuro**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “Lo que aprendimos en el taller se aplica a cosas de la vida diaria, como las luces LED y los anuncios.” “Esto me puede servir en un futuro, ya sea para estudiar algo relacionado o en aplicaciones prácticas.”

Al percibir que los conocimientos adquiridos tienen aplicaciones prácticas y pueden ser útiles en su vida diaria o profesional, los estudiantes desarrollaron una actitud más positiva hacia las matemáticas, viéndolas como herramientas útiles más allá del aula.

En resumen, el cambio estadísticamente significativo en la actitud hacia las matemáticas puede atribuirse a la combinación de aprendizaje práctico, apoyo personalizado, relevancia percibida de las matemáticas en contextos tecnológicos, y la estructura colaborativa del taller. Estos factores transformaron la percepción de las matemáticas de ser una materia abstracta a una disciplina útil y accesible, fomentando así un impacto positivo en la actitud de los estudiantes. Para mantener e incluso ampliar este impacto, sería beneficioso integrar más actividades que vinculen explícitamente las matemáticas con aplicaciones tecnológicas y de la vida diaria.

4.6.4. Interés en una carrera relacionada con STEM

Los resultados obtenidos por los estudiantes del GE en la prueba pretest (puntaje máximo de 48) correspondiente al interés en una carrera relacionada con STEM muestran una media $\bar{X} = 26.14$; $S_x = 5.26$. Mientras que los resultados obtenidos por el mismo grupo en la prueba posttest muestran una media $\bar{X} = 26.40$; $S_x = 5.73$. El análisis de los datos obtenidos en ambas pruebas nos permite concluir que el interés en una carrera relacionada con STEM en los estudiantes del GE tuvo un aumento en la prueba posttest, sin embargo, este no es estadísticamente significativo. Es decir, la estrategia educativa con enfoque STEM y centrada

en la robótica tuvo un ligero impacto positivo en el interés en una carrera relacionada con STEM en los estudiantes que participaron en ella.

El pequeño incremento en el interés hacia una carrera relacionada con STEM en los estudiantes del GE puede explicarse a partir de los siguientes aspectos identificados en el análisis del focus group:

Los estudiantes valoraron positivamente **el enfoque práctico del taller**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “Me gusta más la forma del taller porque es más interactivo, más práctico que muchas clases normales.” “Yo creo que, si son más difíciles las carreras STEM, porque tal vez en las carreras que implican ciencias, matemáticas se, se enfocan más, se ven más a fondo, en cambio en las carreras como chef o maestro, se ven, pero se ven conceptos básicos, no tanta información.” “Entonces yo digo que sería mejor como que si es aplicado de nuevo en adolescentes, tratar que les llame muchísimo más la atención, y así les interese un poquito más el taller. O bueno, incluso también llegar a gustar también la carrera.”

Así, la experiencia práctica y tangible en el taller permitió a los estudiantes involucrarse directamente con conceptos de STEM. Al experimentar cómo se aplican conocimientos abstractos en proyectos concretos (como robótica o circuitos), algunos estudiantes pudieron relacionar estos aprendizajes con posibles escenarios profesionales, aunque este impacto no fue para todos.

Otro aspecto valorado por los estudiantes es el **acceso a materiales y recursos exclusivos**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “Pues mhm, yo digo que, si me puede servir en un futuro, ya en la carrera o en la facultad, de con, o sea, con los términos que nos dio usted, este, yo creo que no nos los tienen que explicar mucho, porque, o sea, ya tenemos un conocimiento básico de, de, muchos términos, o de igual, a la hora de utilizar el proto con el LED, nos podría servir ya conocer lo básico para un futuro.” “No, porque, pues es que en esas carreras tienes a la mejor un maestro que explica muy bien y pues, o sea, con la tecnología te dan el material y puedes hacer cosas y le entiendes mejor.” “A mí también me gusto este, mucho trabajar con el proto porque de cómo era como una base para, para las resistencias de cómo con el proto y las resistencias se podía, o sea, transmitir la energía para el uso del LED, o de como con el proto también podíamos muchas veces este, usar la energía

para como por ejemplo como con el limón a veces también, y pues si me gustó mucho el proto.”

El acceso a herramientas y tecnologías novedosas despertó curiosidad y un interés inicial hacia campos como la ingeniería y la tecnología. Sin embargo, esto no fue suficiente para un cambio significativo en la mayoría, probablemente porque no se vinculó de manera explícita con trayectorias académicas o laborales concretas.

Para los estudiantes hubo una **relación con proyectos reales y aplicabilidad**. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “En el taller puedes hacer cosas, no solo te las explican, sino que tú mismo las haces.” “Yo creo que sí, porque tal vez gracias a la clase, o sea, me puedo encariñar sobre eso de ser ingeniero y ya sí sé que me gusta, especializarme más en este tema y ya tener un, y ya pues eso, ser ingeniero y especializarme en eso.” “Ah, totalmente, es una carrera demasiado difícil, demasiado complicada, demasiado enfocada y las mismas personas lo saben, que deben apoyar a la persona que quiera esa carrera.”

Al permitir que los estudiantes vean cómo la robótica y la tecnología pueden aplicarse en la vida diaria o en proyectos específicos, el taller generó un interés inicial por carreras STEM. Sin embargo, este impacto estuvo limitado a quienes lograron percibir la relevancia de estas actividades para su futuro personal.

Con respecto a al desarrollo de habilidades colaborativas, los estudiantes expresaron los comentarios relevantes: “Puedes trabajar con tus compañeros y apoyarte cuando tienes dudas.” “Es más fácil porque puedes preguntar y recibir ayuda.”

El entorno colaborativo del taller pudo haber mejorado la percepción del trabajo en equipo, una habilidad clave en campos STEM. Esto pudo motivar a algunos estudiantes a considerar una carrera en estas áreas, aunque no de forma generalizada.

Finalmente, algunos estudiantes expresaron una posible trayectoria profesionales hacia las áreas STEM. Al respecto expresaron los comentarios relevantes: “Tal vez gracias a la clase me puedo encariñar con eso de ser ingeniero.” “No, no hay limitantes, cada quien puede estudiar lo que quiera y puede especializarse mucho más en ese tema que su género opuesto”.

Algunos estudiantes asociaron las actividades del taller con posibles carreras, como la ingeniería. Sin embargo, la conexión entre el aprendizaje práctico y las oportunidades

profesionales no fue suficientemente clara o significativa para generar un cambio generalizado en la intención de seguir una carrera STEM.

Algunos de los factores que se pueden inferir como limitantes del impacto hacia el interés en una carrera relacionada con STEM son:

Falta de vinculación explícita con trayectorias STEM: Aunque las actividades del taller fueron prácticas e interesantes, no todos los estudiantes lograron asociar lo aprendido con una carrera profesional en STEM.

Desinterés en STEM preexistente: Algunos estudiantes señalaron que los conceptos no eran aplicables a sus intereses actuales o metas futuras ("Lo que quiero estudiar es más de diseño."). Esto podría haber limitado el efecto del taller en su percepción.

Formato del taller: Si bien el taller fue valorado positivamente, las críticas sobre la duración de los temas y las explicaciones extensas ("A veces los temas se alargaban y se volvía aburrido.") pudieron influir negativamente en el impacto.

El ligero aumento en el interés por carreras STEM puede atribuirse al enfoque práctico, el acceso a materiales novedosos y la relación entre los proyectos y conceptos STEM. Sin embargo, para generar un impacto más significativo, es necesario:

Hacer una conexión más explícita entre las actividades del taller y las trayectorias profesionales en STEM.

Adaptar las actividades a los intereses diversos de los estudiantes, mostrando cómo STEM puede aplicarse en distintas áreas.

Mejorar la dinámica de las sesiones para mantener el interés y la atención de los participantes.

5. Discusión de los resultados

En esta investigación se analizaron los efectos de una intervención educativa con enfoque STEM, centrada en el uso de robótica y la metodología activa de Aprendizaje Basado en Proyectos, sobre las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como el interés por seguir carreras relacionadas con estas disciplinas. La intervención se

llevó a cabo en una secundaria pública de Monterrey, en contexto curricular regular, y se evaluó mediante un diseño cuasiexperimental con aplicación de pretest y postest en grupos control y experimental. En esta sección se discuten los principales hallazgos obtenidos, comparando los resultados cuantitativos entre ambos grupos y analizando los cambios observados en cada dimensión evaluada. Asimismo, se contrastan los hallazgos con estudios previos y se reflexiona sobre las implicaciones pedagógicas del uso de la robótica educativa como herramienta para fortalecer las actitudes positivas hacia el enfoque STEM en estudiantes de nivel básico. Los resultados permiten valorar la pertinencia de incorporar estrategias didácticas innovadoras que, mediante la experimentación, el trabajo colaborativo y el uso de tecnología, favorezcan aprendizajes significativos y despierten el interés de los jóvenes por participar activamente en ambientes de aprendizaje STEM.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que la combinación de una sólida fundamentación constructivista con estrategias educativas emergentes como la educación STEM, la robótica educativa y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) fue determinante para alcanzar los cambios observados en las actitudes del grupo experimental. Esta integración permitió generar un entorno de aprendizaje en el que los estudiantes participaron activamente (Piaget), relacionaron los nuevos conocimientos con experiencias previas de manera significativa (Ausubel) y trabajaron colaborativamente en la resolución de problemas (Vygotsky).

La unión de estos principios teóricos con estrategias contemporáneas propició que la enseñanza fuera dinámica, aplicada y centrada en el estudiante, lo que favoreció una mayor comprensión de conceptos y un cambio positivo en las actitudes hacia ciencia y tecnología, así como la preservación del interés por las profesiones STEM. Estos resultados coinciden con lo planteado por diversos autores (Rosero, 2024; Alves et al., 2021; Delgado et al., 2024), quienes señalan que la articulación entre fundamentos constructivistas y metodologías activas puede potenciar el impacto de las intervenciones educativas en contextos educativos.

Los resultados cuantitativos indicaron que el grupo experimental presentó mejoras significativas en la actitud hacia la ciencia y la tecnología/ingeniería tras la implementación del taller de robótica educativa con enfoque STEM, mientras que la actitud hacia las matemáticas mostró un incremento moderado. En cuanto al interés por carreras STEM, aunque

el aumento fue leve y no significativo, se mantuvo estable, en contraste con la disminución observada en el grupo control. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en la literatura, que destaca que intervenciones prácticas y contextualizadas contribuyen a mejorar actitudes y preservar el interés hacia áreas STEM (Almeda y Baker, 2020; Hernández-Pérez et al., 2024; Mujib y Mardiyah, 2025).

Otro elemento relevante de esta investigación es la elección de la robótica educativa como eje central de la estrategia. La literatura reconoce a la robótica como una herramienta emergente e innovadora, con alto potencial para motivar a los jóvenes e involucrarlos en entornos STEM (Azizov et al., 2025; Rosero, 2024; Llanos-Ruiza et al., 2023). Su carácter interdisciplinario permitió integrar ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en experiencias prácticas y significativas, lo que se reflejó en el cambio positivo de las actitudes hacia STEM.

Asimismo, la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) utilizada en este taller favoreció la participación activa y la responsabilidad compartida en el desarrollo de las actividades. Diversos autores coinciden en este punto al destacar que el ABP es eficaz para fortalecer habilidades como la colaboración, la resolución de problemas y el pensamiento crítico en contextos STEM (Cedeño, 2023). En esta investigación, la combinación de robótica educativa con ABP resultó clave para generar aprendizajes significativos y mantener el compromiso de los estudiantes, contribuyendo al impacto positivo observado en las actitudes hacia las áreas STEM.

En la dimensión de ciencia, la mejora observada en el grupo experimental se explica por la experiencia vivencial proporcionada por el taller. Los estudiantes trabajaron con conceptos científicos de manera tangible, como la electricidad, la polaridad y la conductividad, lo que coincide con lo señalado por diversos autores Dehideniya y Ekanayake, (2023), quienes afirman que la experimentación favorece la apropiación conceptual y la percepción positiva hacia la ciencia. Este resultado también se ve respaldado por el análisis cualitativo, donde los estudiantes destacaron que la ciencia se percibió como algo tangible y aplicable a su contexto.

En tecnología e ingeniería, el incremento en actitudes se asocia a la manipulación directa de herramientas, materiales y procesos propios de estas áreas. Este resultado es

coherente con investigaciones previas que señalan que la interacción práctica con tecnologías fortalece la confianza y valoración hacia la ingeniería (Suarez A. et al., 2023). Este resultado también se ve respaldado por el análisis cualitativo, donde los estudiantes destacaron que la ciencia se percibió como algo tangible y aplicable a su contexto.

En esta investigación, la dimensión de matemáticas presentó el cambio positivo más bajo en comparación con ciencia y tecnología e ingeniería, este comportamiento podría estar relacionado con el incremento limitado en el interés hacia profesiones STEM. Lo anterior coincide con lo reportado por autores como Leyva et al. (2022), Lv, et al. (2025), y Schwerter et al. (2025), quienes señalan la estrecha relación entre la actitud hacia las matemáticas y el interés por carreras STEM. Este bajo cambio en la actitud hacia las matemáticas nos indica que es acertado implementar estrategias que rompan con la enseñanza tradicional. El uso de la robótica educativa, al permitir que los estudiantes apliquen sus conocimientos matemáticos mediante el modelado de circuitos o el diseño de seguidores de líneas, logra precisamente este objetivo. Como sugieren los hallazgos de Brender et al. (2021), la robótica puede servir como un medio para ampliar el número de estudiantes comprometidos con las matemáticas, incluso entre quienes no las disfrutaban inicialmente.

Un aspecto importante que se deriva del análisis cualitativo, y que contribuye a explicar los resultados cuantitativos obtenidos en la actitud hacia las matemáticas y en el interés por carreras STEM, es que cuando los estudiantes —especialmente las chicas— afirman que “no les gustan” las carreras STEM, esta percepción parece estar asociada más a la falta de información y referentes claros sobre estas profesiones que a estereotipos explícitos de género o a la dificultad de las disciplinas. De hecho, muchas estudiantes señalaron expresamente que las carreras STEM “no son exclusivas para hombres” y que “las matemáticas no son difíciles ni aburridas”, aunque también reconocieron que “no les gustan las matemáticas” sin poder explicar con claridad el motivo.

Este hallazgo coincide con lo señalado por diversos autores Küçükaydın y Ulum (2025), Vergugo-Castro et al. (2025), Gladstone y Cimpian (2021), respecto a que la ausencia de modelos y experiencias cercanas en STEM limita la comprensión de estas trayectorias y reduce la afinidad hacia ellas, lo que refuerza la necesidad de estrategias que acerquen

referentes profesionales y experiencias significativas que amplíen el panorama de posibilidades para los estudiantes.

En cuanto al interés por carreras STEM, el grupo experimental mantuvo su interés e incluso mostró un incremento leve, en contraste con la disminución del grupo control. Este hallazgo es coherente con lo señalado por investigaciones que sostienen que las experiencias prácticas preservan la motivación hacia STEM (Gerosa et al., 2022). Las percepciones cualitativas evidenciaron que muchos estudiantes ya tienen ideas definidas sobre su trayectoria profesional, pero el taller logró despertar curiosidad hacia profesiones STEM, aunque la relación con las matemáticas sigue siendo un factor limitante para un cambio más significativo.

En contraste, el grupo control presentó una disminución en sus puntajes en todas las dimensiones evaluadas. Este hallazgo coincide con lo señalado por distintos autores que indican que conforme los estudiantes avanzan en los niveles de educación básica, tienden a alejarse de las profesiones STEM, mostrando una disminución progresiva en sus actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como en su interés por carreras relacionadas (Rodas et al., 2025; Ramsurrun et al., 2024). Este patrón refuerza la importancia de implementar intervenciones tempranas y sostenidas que contrarresten esta tendencia

Un aspecto importante de los resultados es que, aunque la intervención tuvo una duración de cinco meses, los cambios obtenidos son alentadores y demuestran la viabilidad de su implementación en periodos más largos. Estos resultados sugieren que la estrategia aplicada tiene un gran potencial, y que su implementación de manera continua y progresiva a lo largo de toda la educación básica podría generar impactos aún más significativos y sostenidos. Esta proyección coincide con lo señalado por distintos autores que destacan la efectividad de las experiencias prolongadas en el fortalecimiento de actitudes e interés hacia las áreas STEM (Owen, 2023; Mujib y Mardiyah, 2025; Bernal Párraga et al., 2024).

En el desarrollo de esta investigación, uno de los retos identificados fue la limitación del espacio físico disponible para llevar a cabo las actividades del taller. La falta de un área específica diseñada para el trabajo con robótica y actividades STEM generó ajustes logísticos que, en ocasiones, pudieron afectar el flujo de las sesiones y el aprovechamiento del tiempo.

Esta situación coincide con lo reportado por otros autores que identifican la infraestructura, la ausencia de espacios adecuados como factores que inciden en la implementación y efectividad de programas STEM (Ouyang, 2024; Bernal Párraga et al., 2024; Rodas et al., 2025).

Finalmente, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que es posible generar cambios significativos en las actitudes e interés hacia áreas STEM utilizando una estrategia basada en materiales de bajo costo. Esta característica representa una ventaja importante para su implementación, ya que la literatura señala que el alto costo de los kits de robótica es una de las principales limitantes para su adopción en la educación básica pública (Redondo, 2024; Dehideniya y Ekanayake, 2023).

En este sentido, la evidencia generada en este estudio confirma que las estrategias de bajo costo pueden implementarse de manera efectiva en contextos escolares con recursos limitados, lo que refuerza su viabilidad y potencial de réplica a mayor escala. Este hallazgo adquiere especial relevancia en el contexto de la educación básica pública, donde los recursos limitados suelen ser una barrera para estrategias innovadoras.

Sin embargo, también es evidente que estas experiencias representan una novedad para los estudiantes, lo que resalta la carencia previa de exposición a este tipo de actividades educativas. Este contexto subraya la necesidad de implementar estrategias educativas innovadoras que integren la tecnología y la robótica en los currículos escolares, permitiendo a más estudiantes desarrollar actitudes positivas e interés hacia disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) de forma significativa y temprana. Una de las opiniones más significativas en este sentido la aportó una de las estudiantes “siempre había querido, bueno, ver cómo se hacía un robot, como funcionaban todas sus partes y ahorita que veo pues es sencillo y a la vez no, porque lleva tiempo a aprender cómo es un componente de un robot”.

5.1. Limitantes de la investigación

Como en toda investigación aplicada en contextos educativos reales, este estudio presenta limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. Estas limitaciones se relacionan tanto con el alcance del diseño y la muestra, como con factores operativos que surgieron durante la implementación de la intervención. A continuación, se describen los principales aspectos que podrían haber influido en el desarrollo y los resultados del estudio.

5.1.1. Limitantes contextuales y de generalización

En primer lugar, la intervención se llevó a cabo en una sola secundaria pública del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Por tanto, los resultados obtenidos no pueden generalizarse a otros contextos educativos dentro del estado, del país o a nivel internacional, debido a las diferencias que existen entre instituciones en cuanto a recursos disponibles, enfoques pedagógicos, condiciones escolares y contextos socioculturales.

Asimismo, si bien este estudio aporta información valiosa sobre las actitudes hacia STEM, es importante considerar que variables como el género, el grado escolar, el nivel socioeconómico y el apoyo familiar pueden influir significativamente en las percepciones y experiencias del alumnado. Por ejemplo, niñas y niños pueden presentar distintos niveles de interés, confianza o barreras al interactuar con contenidos STEM; los estudiantes de diferentes grados pueden haber tenido distintos niveles de exposición previa; y factores como el acceso a recursos tecnológicos en el hogar o el respaldo familiar hacia actividades escolares pueden afectar la disposición y el entusiasmo hacia estas disciplinas. Por ello, se recomienda que futuras investigaciones incorporen muestras más amplias y diversas, representativas de distintos niveles escolares, géneros, contextos socioeconómicos y entornos familiares, con el fin de obtener una comprensión más profunda y generalizable del desarrollo de actitudes hacia STEM en la educación básica.

5.1.2. Limitantes operativas y logísticas del trabajo de campo

Además de las limitaciones vinculadas al diseño y la generalización de los resultados, durante la implementación de la intervención surgieron también diversos desafíos operativos que es importante considerar, ya que pudieron haber influido en el desarrollo de las actividades y en la experiencia del estudiantado.

Una de las limitaciones que enfrentó esta investigación fue la falta de un espacio físico adecuado para la implementación de la estrategia educativa. Las actividades de robótica y proyectos STEM se llevaron a cabo en un aula convencional, lo cual representó desafíos logísticos que pudieron haber interferido con el desarrollo óptimo de las sesiones. Esta condición pudo haber influido de manera negativa en la experiencia de los estudiantes, al limitar su inmersión en un entorno propicio para experimentar, manipular materiales y visualizar de

forma más cercana lo que implica involucrarse en áreas relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esto, a su vez, pudo haber afectado su percepción y disposición hacia las disciplinas STEM.

Otra limitación fue el tamaño del grupo experimental, conformado por 35 estudiantes. El trabajo con grupos numerosos dificultó la implementación adecuada de las actividades, ya que estas requieren atención individualizada, supervisión constante y manejo eficiente de materiales. Si bien se contó con el apoyo de dos becarios para asistir durante las sesiones, esta condición pudo haber afectado negativamente la dinámica de trabajo, limitando la participación activa del estudiantado y, en consecuencia, la efectividad de la estrategia para fomentar actitudes positivas hacia las disciplinas STEM.

Finalmente, los tiempos asignados para implementar la estrategia educativa también representaron una limitación. En algunas ocasiones, la dirección escolar reasignó las horas del taller de robótica para realizar actividades administrativas con el grupo, lo que provocó la suspensión de sesiones sin previo aviso. Aunque se logró completar el desarrollo del proyecto, estas interrupciones obligaron a trabajar con mayor premura, lo cual pudo haber afectado la calidad del proceso y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, así como el cumplimiento pleno de los objetivos.

En conjunto, estas limitaciones permiten contextualizar los resultados y comprender mejor las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo la intervención. Reconocer estas condiciones permite delimitar el alcance del estudio y ofrece elementos valiosos para el diseño y la mejora de futuras propuestas educativas que busquen fortalecer las actitudes hacia STEM desde la educación básica.

5.2. Conclusiones

El bajo interés que muestran los jóvenes en México y en el mundo por iniciar estudios en áreas STEM constituye un reto para el desarrollo científico, tecnológico y para la competitividad global. La escasez de especialistas en estas áreas afecta directamente la capacidad de innovación y la respuesta a los retos de un entorno cada vez más digitalizado, particularmente en México, país con una marcada dependencia tecnológica. Ante este escenario, implementar una educación STEM efectiva desde edades tempranas, que integre metodologías

activas y robótica educativa, se presenta como una vía para despertar vocaciones, desarrollar habilidades de pensamiento lógico, resolución de problemas y trabajo colaborativo. La estrategia aplicada en esta investigación demuestra que este tipo de propuestas pueden inspirar a los estudiantes a visualizarse en profesiones STEM, impulsando el crecimiento económico y preparando a la sociedad para los desafíos futuros.

En la evaluación inicial, el grupo experimental y el grupo control mostraron actitudes similares hacia las áreas STEM, lo que indicó que ambos partían de una base homogénea. Este punto de partida equitativo permitió interpretar cualquier diferencia posterior como resultado atribuible a la intervención y no a condiciones previas desiguales.

En cuanto al interés inicial por carreras STEM, se observó que el grupo control partía con una ligera ventaja sobre el grupo experimental. Este dato resultó importante, ya que reforzó el valor de los cambios posteriores en el grupo experimental, que inició con un nivel más bajo de inclinación hacia carreras relacionadas y, pese a ello, mostró mejoras después de la intervención.

En el análisis final, las actitudes hacia ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en el grupo experimental se fortalecieron notablemente tras la aplicación de la estrategia, superando al grupo control. Este efecto fue consistente con la naturaleza activa de la intervención, que combinó manipulación de materiales, resolución de problemas y aprendizajes significativos, generando un cambio observable en la disposición de los estudiantes hacia estas disciplinas.

El interés por carreras STEM en el grupo experimental se mantuvo estable e incluso con una ligera tendencia al alza, mientras que en el grupo control disminuyó. Este hallazgo fue relevante porque indicó que la estrategia logró contrarrestar una pérdida de interés que suele presentarse en esta etapa educativa, manteniendo viva la motivación en un grupo que inicialmente mostraba menor inclinación hacia este tipo de carreras.

En conjunto, la comparación entre ambos grupos confirmó que la estrategia generó un impacto positivo que no se produjo en el grupo control. La combinación de mejoras en actitudes y la estabilidad del interés en el grupo experimental indicó que la intervención cumplió con su propósito central de influir favorablemente en la percepción y disposición hacia STEM.

La percepción expresada por los estudiantes del grupo experimental reforzó esta conclusión. Valoraron positivamente las actividades, la pertinencia de los contenidos y la oportunidad de interactuar con materiales y equipos, elementos que aumentaron su motivación y favorecieron la comprensión. Aunque señalaron algunos aspectos susceptibles de mejora, como el ritmo y la claridad en ciertos conceptos, estas observaciones no afectaron la apreciación general positiva de la estrategia.

La estrategia educativa con enfoque STEM y centrada en la robótica demostró ser efectiva para mejorar actitudes y mantener el interés por carreras STEM en estudiantes de secundaria. La convergencia de datos cuantitativos y cualitativos confirmó que este tipo de intervención fue un modelo viable para generar cambios positivos en la percepción y motivación hacia las áreas STEM, validando la hipótesis de esta investigación.

De igual modo, esta investigación reconoce el papel de los maestros de educación básica como un elemento clave si se quiere lograr una implementación eficaz de la educación STEM, las metodologías activas y la robótica educativa en las aulas. Sin una capacitación adecuada, los maestros carecen de las herramientas y metodologías necesarias para implementar actividades prácticas y retadoras que despierten en los estudiantes la curiosidad científica y la motivación hacia estas disciplinas. Los maestros son los encargados de posibilitar el conocimiento, fomentar el interés y guiar a sus estudiantes en el proceso de aprendizaje, por lo que su preparación en estas áreas es indispensable para inspirar vocaciones hacia STEM y formar mejores estudiantes con habilidades relevantes para el futuro.

La falta de materiales y guías de apoyo representa una limitante importante entre los maestros que desean introducir actividades relacionadas con la educación STEM en sus salones de clase. Si bien, en internet se puede tener acceso a proyectos y recursos que pueden ser de utilidad, generalmente están diseñados para contextos diferentes, implican un costo elevado o requieren materiales difíciles de conseguir en las localidades en donde se desea implementar. Esta problemática frena el avance de la educación STEM y priva a los estudiantes de experiencias de aprendizaje práctico. Para contribuir en la reducción de esta situación es relevante desarrollar recursos educativos de fácil contextualización, con costos asequibles y que se puedan conseguir o sustituir localmente.

Además de la falta de materiales, la creación de espacios exclusivos para actividades STEM en las escuelas de educación básica en México es una necesidad urgente, ya que actualmente estos espacios no están disponibles en la mayoría de los planteles educativos. Se requiere de un espacio adecuado dedicado al laboratorio de ciencia y tecnología, pues resulta difícil que los estudiantes puedan desarrollar actividades y proyectos que fomenten la creatividad, el pensamiento crítico y las habilidades para la resolución de problemas en salones de clase y laboratorios tradicionales.

La consolidación de una educación STEM efectiva en la educación básica requiere de la articulación de esfuerzos entre el sector educativo y la iniciativa privada. La participación de empresas puede facilitar la vinculación con profesionales en áreas STEM, quienes al acudir a las instituciones educativas pueden fungir como modelos y mentores para los estudiantes. De igual forma pueden contribuir con el equipamiento y creación de los laboratorios. Asimismo, las universidades tienen la capacidad de apoyar mediante la colaboración de científicos y estudiantes de áreas afines, fortaleciendo la implementación de actividades STEM. Esta sinergia entre iniciativa privada, instituciones educativas y universidades tiene el potencial de generar cambios rápidos y significativos, impulsando de manera sostenida la implementación de STEM en la educación básica y contribuyendo a la formación de una nueva generación con mayores competencias científicas y tecnológicas.

En esta investigación se identificó como hallazgo clave que para lograr cambios significativos y sostenidos en el interés por carreras STEM es imprescindible transformar la actitud hacia las matemáticas. Tanto los datos cuantitativos como el análisis cualitativo indican que esta disciplina continúa percibiéndose como una barrera que limita la elección de profesiones STEM. El taller demostró que al emplear las matemáticas de forma aplicada —por ejemplo, modelando el funcionamiento de circuitos eléctricos, electrónicos y del robot— se puede disminuir esa resistencia y favorecer su aceptación como herramienta útil y necesaria.

Sin embargo, la duración del taller resultó insuficiente para consolidar un cambio profundo. Esto señala la necesidad de implementar experiencias similares de manera progresiva y continua a lo largo de toda la educación básica. Un enfoque sostenido permitiría no solo normalizar el uso funcional de las matemáticas y reducir su percepción como obstáculo, sino también generar cambios estables en las actitudes hacia esta disciplina. La evidencia obtenida

en esta investigación permite afirmar que este proceso incidiría directamente en el aumento de las vocaciones hacia profesiones STEM, ya que esta conclusión se fundamenta en los hallazgos obtenidos y no únicamente en apreciaciones teóricas.

En suma, la evidencia respalda que estrategias como la presentada en esta investigación no solo estimulan el interés y la motivación hacia las disciplinas STEM, sino que también promueven el desarrollo de habilidades críticas, fortalecen la educación básica y ofrecen un modelo adaptable a distintos contextos escolares. Este trabajo aporta información y una propuesta práctica que puede ser de utilidad para docentes, directivos, universidades, empresas y responsables de políticas públicas, con el fin de impulsar de manera conjunta la educación STEM y contribuir a que México forme parte activa de los avances científicos y tecnológicos que demandará el futuro.

5.3. Futuras líneas de investigación

La presente investigación abre diversas líneas de futuro trabajo que buscan profundizar y expandir la comprensión sobre el impacto de la educación STEM, las metodologías activas y la robótica educativa. Estas futuras indagaciones se orientan a consolidar la evidencia y optimizar la implementación de estas estrategias pedagógicas.

Una primera línea de investigación se centrará en la realización de estudios longitudinales que abarquen al menos los niveles de secundaria y preparatoria. Este enfoque a largo plazo permitirá recopilar información más robusta sobre el impacto sostenido de nuestras intervenciones. Al extender el análisis durante varios años y dar seguimiento a los estudiantes para constatar quiénes se inscriben en carreras relacionadas con STEM, podremos evaluar la verdadera eficacia de estas estrategias en el desarrollo de actitudes positivas y el fomento del interés vocacional. Este tipo de investigación proporcionará una base de evidencia más sólida para ajustar, mejorar y justificar la implementación de programas educativos centrados en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Complementando lo anterior, una segunda línea de investigación se relaciona con la difusión de la educación STEM, las metodologías activas y la robótica educativa a través de actividades como charlas, demostraciones y ferias de ciencias dirigidas a estudiantes de educación básica. El objetivo es evaluar el impacto de estas actividades tanto en los estudiantes

como en los maestros, en términos de su interés, comprensión y disposición hacia estas áreas. Este enfoque permitirá identificar qué estrategias son más efectivas para motivar a los participantes y promover un cambio positivo en sus actitudes y su interés en alguna carrera relacionada con estas disciplinas desde edades tempranas.

Finalmente, la tercera línea de investigación futura estará enfocada en el desarrollo de kits educativos y libros de actividades diseñados específicamente para maestros y estudiantes interesados en aprender sobre las áreas STEM. Estos recursos buscarán facilitar el acceso a materiales didácticos prácticos y atractivos, adaptados al contexto de la educación básica, con el fin de aumentar la motivación y el interés de los estudiantes. Se espera que estos kits representen una opción útil y de fácil uso, con la que los estudiantes se involucren de manera activa y significativa en el aprendizaje, lo que podría incrementar su inclinación a considerar una carrera relacionada con STEM en el futuro.

Referencias

- Aiken, L. R. (2003). *Tests psicológicos y evaluación*. Pearson Educación.
<https://doi.org/ISBN9702604311>
- Almeda, M. V., y Baker, R. S. (2020). Predicting Student Participation in STEM Careers: The Role of Affect and Engagement during Middle School . *Journal of Educational Data Mining*, 12(2), 33-47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4008054>
- Alves, A. A., Silva, B., y Silva, R. M. (2021). Análisis del uso de la cultura maker en contextos educativos: una revisión sistemática de la literatura. *Educatio Siglo XXI*, 39(2), 143-168.
<https://doi.org/10.6018/educatio.465991>
- Anaya, S. M., y García, D. L. (01 de 01 de 2021). Pilotaje del instrumento desarrollado para un estudio sobre emociones en cursos en línea. *Reencuentro. Análisis De Problemas Universitarios*, 33(81), 131-156., 33(81), 131-156. <https://doi.org/ISSN 2448-6647>
- Anger, C., Betz, J., y Plünnecke, A. (2024). MINT-Frühjahrsreport 2024. Herausforderungen der Transformation meistern, MINT-Bildung stärken. *Institut der deutschen Wirtschaft*.
www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2024/MINT-Frühjahrsreport_2024.pdf
- AP STEM. (2019). *Visión STEM para México*. México.
- APSTEM. (Febrero de 2019). Retrieved 15 de abril de 2023, from Talento aplicado: chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/<https://talentoaplicado.mx/wp-content/uploads/2019/02/Visio%C3%ACn-STEM-impresio%C3%ACn.pdf>
- Arias-Odón, F. (2023). El paradigma pragmático como fundamento epistemológico de la investigación mixta. Revisión sistematizada. *Educación, Arte, Comunicación: Revista Académica e Investigativa*, 12(2), 11-24. <https://doi.org/10.54753/eac.v12i2.2020>
- Arteaga-Marín, M., Sánchez-Rodríguez, A., Olivares-Carrillo, P., y Maurandi-López, A. (2022). Revisión sistemática y propuesta para la implementación de metodologías activas en la educación STEM. *EDUCATECONCIENCIA*, 30(36), 35-76.
<https://doi.org/https://doi.org/10.58299/edu.v30i36.533>
- Asrifan, A., Raskova, O. L., Nursyam, N., Sudiati, S. R., Tasni, N., y Pajariato, H. (2025). Constructivism and Robotics: Building Bridges in Learning Theories and Educational Practice. *Innovations in Educational Robotics*, 39-69. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6165-8.ch003>
- Asunción, S. (2019). Metodologías Activas: Herramientas para el empoderamiento docente Active Methodologies: Tools for teacher empowerment . *Revista Tecnológica-EducativaDocentes* 2.0, 7(1), 65-80. <https://doi.org/10.37843/rted.v7i1.27>
- Australian Academy of Science. (2024). Primary Connections: <https://primaryconnections.org.au/>
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Barcelona: PAIDOS.
<https://doi.org/84-493-1234-5>

- Ayuso, L. A., y Merayo, N. (2025). Teachers' Perspectives on Gender Equity in STEM: Beliefs, Challenges, and Opportunities. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 1(1), 99-112. <https://doi.org/10.1109/RITA.2025.3554310>
- Azizov, T., Lyulchenko, V., y Orlova, O. (2025). On the introduction of robotics in the educational process of general secondary education institutions in technology lessons in the context of STEM education. *Collection of Scientific Papers of Uman State Pedagogical University*, 1, 17-25. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.1.2025.326191>
- Bakala, E., Gerosa, A., Hourcade, J. P., y Tejera, G. (2021). Preschool children, robots, and computational thinking: A systematic review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29(705133). <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.705133>
- Baque-Reyes, G. R., y Portilla-Faican, G. I. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 6(5), 75-86. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i5.2632>
- Barrios, J. (4 de noviembre de 2021). *Health Big Data*. <https://www.juanbarrios.com/de-la-educacion-stem-a-la-educacion-steam/>
- Bautista-Díaz, D. A., Suarez-Moreno, M. F., y Gómez-Amaya, J. (2020). Educación STEM en las actitudes de los estudiantes de secundaria. *Educación en ingeniería*, 15(29), 89-103. <https://doi.org/10.26507/rei.v15n29.1079>
- Benavides-Lara, M. A., Pompa, M. M., de Agüero, M. S., Sánchez-Mendiola, M., y Rendón, V. J. (2022). Los grupos focales como estrategia de investigación en educación: algunas lecciones desde su diseño, puesta en marcha, transcripción y moderación. *CPU-e Revista de investigación educativa*(34), 163-197. <https://doi.org/10.25009/cpue.v0i34.2793>
- Bernal Párraga, A. P., De Jesus, G. M., Sanchez, B. C., Guaman, S. R., Nivelá, C. A., Cruz, R. A., y Ruiz, M. J. (2024). Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Estrategias, Impacto y Desafíos en el Contexto Educativo Actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 8927-8949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037
- Botero, J. (2018). *Educación STEM. Introducción a una nueva forma de aprender*. Bogotá, Colombia: Stilo Impresores LTDA.
- Brender, J., El-Hamamsy, L., Bruno, B., Frederique, L., Zufferey, J. D., y Mondada, F. (2021). Investigating the Role of Educational Robotics in Formal Mathematics Education: The Case of Geometry for 15-Year-Old Students. *Lecture Notes in Computer Science*, 12844, 67-81. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86436-1_6
- Bybee, R. W. (2013). *The Case For STEM Education Challenges and Opportunities*. NSTA Press. Retrieved 24 de noviembre de 2022, from www.nsta.org
- Cabrera, J. (9 de Mayo de 2024). La falta de talento digital aumenta: se necesitarán 1,4 millones de profesionales en España solo en esta década. *Channel Partner*. <https://www.channelpartner.es/negocios/la-falta-de-talento-digital-aumenta-se-necesitaran-14-millones-de-profesionales-en-espana-solo-en-esta-decada/>

- Cardona, F. (6 de julio de 2022). *Forbes México*. forbes.com.mx
- Carretero, M. (2009). *Constructivismo y Educación* (4 ed.). Buenos Aires, Argentina: Paidós. Retrieved 12 de febrero de 2023.
- Cedeño, Z. E. (2023). Implementación de la robótica educativa en el currículo escolar: Experiencias y perspectivas. *Ingenio Global*, 2(2), 16-27. <https://doi.org/10.62943/rig.v2n2.2023.63>
- Chiliquinga, M. R., Rodríguez, A. K., Luján, P. D., y Pucha, G. O. (2024). Desarrollo de habilidades del siglo XXI a través de la educación STEM. *Revista Imaginario Social*, 7(2), 316-330. <https://doi.org/10.59155/is.v7i2.191>
- Collins, M. A., Totino, J., Nava, R., Romero, V. F., Pedrosa, R., y Nava, R. (2020). Service-Learning as a Lever to Support STEM Engagement for Underrepresented Youth. *Journal of Experiential Education*, 43(1), 55-70. <https://doi.org/10.1177/1053825919887407>
- Colomer, J., Serra, T., Cañabata, D., y Bubnys, R. (2020). Reflective learning in higher education: Active methodologies for transformative practices. *Sustainability*, 12(9), 3827. <https://doi.org/10.3390/su12093827>
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (12 de diciembre de 2014). *Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión*. Retrieved 13 de abril de 2023, from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDNNA.pdf: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDNNA.pdf>
- CORFO. (octubre de 2017). Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento. *Fundación Chile*. https://winnova.cl/wp-content/uploads/2020/05/STEM_FCh_digital.pdf
- Cox, A. (30 de enero de 2019). *Dinero en Imagen*. *Excelsior*. (Excelsior, Productor) <https://mba.americaeconomia.com/articulos/reportajes/como-inspirar-los-jovenes-estudiar-carreras-stem>
- Creswell, J. W., y Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE. (3rd. ed. ed.). Michigan, USA: SAGE.
- Creswell, J. W., y Creswell, J. D. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th. ed.). SAGE Publication.
- Cristancho, Y. E., Roa, C. A., y Gutiérrez, S. J. (octubre de 2016). Estrategia pedagógica de orientación vocacional para estudiantes del grado undécimo en una institución educativa de Bucaramanga (Santander). *Universidad cooperativa de Colombia*, 47. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/d2638421-e3a2-46b1-ad97-d0969db9823b/content
- Dai, Y. (2025). Integrating unplugged and plugged activities for holistic AI education: An embodied constructionist pedagogical approach. *Education and Information Technologies*, 30, 6741–6764. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13043-w>
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., y Li, F. (2021). Over the past few decades, K-12 education has seen an increased focus on teaching science, technology, engineering, and

- mathematics (STEM) to prepare students to meet the needs of today's society. In some countries, this focus has been targeted towards anin. *Education sciences*, 11(737).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/educsci11110737>
- de Vink, I. C., Tolboom, J. L., y van Beekum, O. (2023). Exploring the Effects of Near-Peer Teaching in Robotics Education: The Role of STEM Attitudes. *Informatics in Education*, 22(2), 329-350.
<https://doi.org/10.15388/infedu.2023.10>
- Dehideniya, S. C., y Ekanayake, S. Y. (2023). Approaching Sustainability Competency Development through Online STEM- Based Science Teaching-Learning for sustainable development. *Global Comparative Education: Journal of the WCCES*, 7(2), 4-21.
<https://doi.org/researchgate.net/publication/378976728>
- Delgado, S. G., López, S. H., y Montejo, G. K. (2024). Aprendizaje innovador: El encuentro entre construccionismo, conectivismo y tecnologías disruptivas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(1), 828-842. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1635>
- Diego-Mantecon, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., y Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM Mathematics Education*(53), 1137–1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Domènech-Casal, J., Lope, S., y Mora., L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(2), 2203 (2019), 16, 2203-1 2203-16.
<https://doi.org/ISSN: 1697-011X>
- Dube, B., Nkomo, D., y Apadile-Thokweng, M. (2024). Pragmatism: An Essential Philosophy for Mixed Methods Research in Education. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, VIII(III), 1001-1010. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2024.803073>
- Duraković, A. (2022). A research of middle school students' attitudes towards STEM education in terms of some variables: which variables had the greatest impact on attitudes? *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 9(2), 1032-1046. <https://doi.org/2148-225X>
- El Diario Latinoamericano. (15 de julio de 2022). Para 2025 se crearán 149 millones de nuevos empleos en el sector tecnológico. *El diario latinoamericano. Diario económico y empresarial del siglo XXI*. <https://www.diario-latinoamericano.com/texto-diario/mostrar/3827297/2025-crearan-149-millones-nuevos-empleos-sector-tecnologico>
- Elgeddawy, M., y Abouraia, M. (2024). Pragmatism as a Research Paradigm. *Proceedings of the 23rd European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies*, 23(1).
<https://doi.org/10.34190/ecrm.23.1.2444>
- Espinosa, J. B. (2018). *Educación STEM. Introducción a una nueva forma de aprender*. Bogotá, Colombia: Stilo Impresores LTDA.
- Fabián, C. M., Mora, L. C., y Suárez, R. C. (2025). *Mejorando el aprendizaje de los conceptos físicos energía solar y conversión a electricidad a travez de la metodología ABP, con el enfoque STEM*

- en comunidades rurales y/o remotas*. Tesis de maestría. Instituto Politecnico Nacional. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11585.67689>
- Fàbregues, S., Sáinz, M., Romano, M. J., Escalante-Barrios, E. L., Younas, A., y López-Pérez, B.-S. (2023). Use of mixed methods research in intervention studies to increase young people's interest in STEM: A systematic methodological review. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.956300>
- Fajardo, E. P., y Gil, B. B. (2019). El aprendizaje basado en proyectos y su relación con el desarrollo de competencias asociadas al trabajo colaborativo. *Revista Amauta*, 17(33), 103-118. <https://doi.org/10.15648/am.33.2019.8>
- Ferrada, C. A. (2022). Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de Educación Primaria. *Universidad de Granada*. <hdl.handle.net/10481/76036>
- Ferrada, C. F., Carrillo, F. J., Díaz, D. L., y Díaz, S. F. (2020). La robótica dedse las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>
- Fetters, M. D. (2020). *The Mixed Methods Research Workbook: Activities for Designing Implementing, and Publishing Projects*. Sage Publishing. <https://doi.org/978-1-5063-9659-9>
- Flechsig, K.-H., y Schiefelbein, E. (2003). *20 Modelos didácticos para América Latina*. OEA. OEA.
- Freeman, A., Becker, A., Cummins, S., y Giesinger, H. (2017). *The NMC Horizon Report: 2017 K-12 Education*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Retrieved 25 de enero de 2023, from chrome-extension://efaidnbmninnbpcajpcglclefindmkaj/https://intef.es/wp-content/uploads/2017/12/2017_1105_Horizon2017_Prim_Secund_INTEF.pdf
- Friday Institute for Educational Innovation. (2012). Middle and High School STEM-Student Survey. *Friday Institute for Educational Innovation*. https://csedresearch.org/wp-content/uploads/Instruments/STEM/PDF/MISO_S-STEM_MiddleHigh_09-20-12_PUBLIC.pdf
- Fritas, Q. E., Unda, C. B., y Holguin-Alvarez, J. (2024). Métodos lúdicos entre pares para el aprendizaje de las matemáticas en segundo grado de básica. *Revista Tribunal*, 4(8), 102-120. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v4i8.48>
- Fuertes, C. M., y Fernández, M. M. (2023). Educación STEM en la infancia: percepciones del profesorado. *Revista Internacional de Tecnología Ciencia y Sociedad*, 13(2), 2-14. <https://doi.org/10.37467/revtechno.v13.4789>
- García, H. J., y Hijón, N. R. (2022). Brecha en la vocación de los estudiantes por profesiones STEM y el mercado laboral europeo. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*(35), 22-32. <https://doi.org/1699-4574>
- García, L. (25 de abril de 2023). *El financiero*. elfinanciero.com.mx

- García-García, J., y Alzás, T. G. (2022). Roles de género y actitudes hacia las STEM. Análisis exploratorio en una clase de secundaria. *Cuestiones de género: de la igualdad y la diferencia*.(17), 51-72. <https://revistacuestionesdegenero.wordpress.com/no-17-2022/>
- Gaviria, D. A., y Guevara, J. E. (junio de 2021). Constructivismo y tecnologías en. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 23(36), 61-92. <https://doi.org/ISSN 0122-7238 I E -ISSN 2256-5248>
- Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L., y Carboni, A. (2022). Educational Robotics Intervention to Foster Computational Thinking in Preschoolers: Effects of Children's Task Engagement. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.904761>
- Gladstone, J. R., y Cimpian, A. (2021). Which role models are effective for which students? A systematic review and four recommendations for maximizing the effectiveness of role models in STEM. *International Journal of STEM Education*, 8(51). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00315-x>
- Golzar, J., y Tajik, O. (2022). Convenience Sampling. *International Journal of Education and Language Studies*, 1(2), 72-77. <https://doi.org/10.22034/ijels.2022.162981>
- González, F. (2010). *Motivación moral en adolescentes y jóvenes*. Científico-Técnica.
- Gopalan, M., Rosinger, K., y Ahn, J. B. (2020). Use of Quasi-Experimental Research Designs in Education Research: Growth, Promise, and Challenges. *Review of Research in Education*, 44(1), 218-243. <https://doi.org/https://doi.org/10.3102/0091732X20903302>
- Grimalt-Álvaro, C., y Couso, D. (2022). ¿Qué sabemos del posicionamiento STEM del alumnado? Una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Investigación Educativa*, 40(2), 531-547. <https://doi.org/10.6018/rie.467901>
- Gualtero, M. (2016). Importancia del proyecto de vida, como eje motivacional para el ingreso a estudios superiores, en los estudiantes de los grados 10° y 11°, de la institución educativa técnica La Chamba, del Guamo-Tolima. (M. G. Pinzón, Ed.) *Universidad del Tolima*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/826197cd-44e2-4dce-bb36-fbacc7dd4c0/content>
- Gutiérrez, D. (2023). Incluirán en escuelas áreas STEM. *El Norte*. <https://www.elnorte.com/incluiran-en-escuelas-areas-stem/ar2567067>
- Gutiérrez, E. L., y Rojas, L. M. (2018). Importancia de la orientación vocacional en el proyecto de vida de estudiantes de décimo y once de Villavicencio. *Universidad Cooperativa de Colombia Facultad de Ciencias Sociales y Humanas*, 39.
- Guzmán-Chitiva, F., y Gutiérrez-Ríos, R. S. (2024). Robótica educativa en la EducaciónMedia: un estudio bibliométrico. *EuropeanPublic y Social Innovation Review*, 9, 1-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-388>
- Halawa, S., Lin, T.-C., y Hsu, Y.-S. (2024). Exploring instructional design in K-12 STEM education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 11-43. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00503-5>

- Hastutiningsih, D. A., Sugiyono, S., Suyanto, A. S., Irawan, S., y Ashyrnepesov, V. (2024). Evaluation of Vocational Education Management in the Era of the Fourth Industrial Revolution and Society 5.0 at SMKN 2 Pengasih. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 30(1), 51-61. <https://doi.org/10.21831/jptk.v30i1.70013>
- Hernández, F. (7 de noviembre de 2022). Presentan "El futuro de la enseñanza de la Ingeniería". *El Diario.mx*.
- Hernández-Pérez, M., Alonso-Sánchez, J. A., Hernández-Castellanos, P. M., y Quevedo-Gutiérrez, E. (2024). The lack of STEM vocations and gender gap in secondary education students. *Frontiers in Education*, 9, 1-16. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1428952>
- Hu, X., Leung, F. K., y Chen, G. (2018). School, family, and student factors behind student attitudes towards science: The case of Hong Kong fourth-graders. *International Journal of Educational Research*, 92, 135-144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.014>.
- IBERDROLA. (17 de Mayo de 2023). *Robots educativos ¿Cómo ayudan los robots educativos al desarrollo de tus hijos?* IBERDROLA: <https://www.iberdrola.com/innovacion/robots-educativos>
- Institute for the future of the education. (2024). *SOI-STEM*. <https://tec.mx/es/soi-stem>
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (27 de agosto de 2024). Compara Carreras 2024: ¿Formamos el talento que México necesita? *IMCO. Centro de Investigación en Política Pública*. <https://imco.org.mx/compara-carreras-2024-formamos-el-talento-que-mexico-necesita/>
- Jiménez, L., y Mendoza, F. (2022). El juego como alternativa para la enseñanza de la matemática. *Orkopata. Revista de Lingüística, Literatura y Arte*, 1(1), 89-106. <https://doi.org/10.35622/j.ro.2022.01.005>
- Kagia, R. (2023). Educación STEM en África: riesgos y oportunidades. *Brookings*. <https://doi.org/https://www.brookings.edu/articles/stem-education-in-africa-risk-and-opportunity/>
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., y Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, 9(2). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00319-7>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., y Albert, J. L. (2013). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Springer Science +Business Media Dordrech*. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., y Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Küçükaydın, M. A., y Ulum, H. (2025). Understanding STEM Career Interest: STEM Experiences, Stereotypes, Self-efficacy, and Sense of Belonging. *Journal for STEM Education Research*. <https://doi.org/10.1007/s41979-025-00146-3>

- Lema-Paucar, M. L., y Calle-García, R. X. (2021). Perspectivas metodológicas para desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes de la básica media. *Dominio de las ciencias*, 7(1), 110-132. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i1.1694>
- Leyva, E., Walkington, C., Perera, H., y Bernacki, M. (2022). Making Mathematics Relevant: an Examination of Student Interest in Mathematics, Interest in STEM Careers, and Perceived Relevance. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 8, 612, 641. <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00159-4>
- Leyva, E., Walkington, C., Perera, H., y Bernacki, M. (2022). Making Mathematics Relevant: an Examination of Student Interest in Mathematics, Interest in STEM Careers, and Perceived Relevance. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 8, 612-641. <https://doi.org/10.1007/s4>
- Li, H., y Zhang, M. (2025). Museum game-based learning: innovative approaches from a constructivist perspective. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1576207>
- Li, Y., y Xiao, Y. (2022). Authorship and topic trends in STEM education research. *International Journal of STEM Education*, 9(62). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00378-4>
- Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., Zhang, N., Pang, Y., Wang, R., . . . Star, J. R. (2022). A systematic review of high impact empirical studies in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 9(72). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00389-1>
- Llanos-Ruiza, D., Ausín-Villaverde, V., y Abella, G. V. (2023). Percepción de alumnos y familias sobre la robótica educativa en la educación no formal. *Education in the Knowledge Society*, 24, e31351. <https://doi.org/10.14201/eks.31351>
- Lv, J., Wang, K., Chen, F., y Bicer, A. (2025). A CAVE Survey for Measuring Mathematics Attitudes Based on the Characteristics of Students in Mainland China. *Behavioral Sciences*, 15(4), 412-431. <https://doi.org/10.3390/bs15040412>
- Manalu, M. S., y Chang, C.-Y. (2025). Unlocking Indonesian primary students' attitudes toward STEM education and interests in STEM-related careers using latent profile analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(2), em2584. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15954>
- ManpowerGroup. (2023). *México Escasez de Talento. 2024*. ManpowerGroup: www.manpowergroup.com.mx/estudios-e-investigaciones
- Márquez, L. A. (19 de julio de 2024). Se avecina crisis a falta de ingenieros. *El Herald*. <https://www.heraldo.mx/se-avecina-crisis-a-falta-de-ingenieros/>
- Martín, O. C., Muñoz, I. S., y Santaolalla, E. (2022). La brecha de género en la Educación STEM. *Revista de Educación (Madrid)*(396), 151-175. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-396-533>
- Medina, R. M., Hurtado, T. D., Muñoz, M. J., Ochoa, C. D., y Izundegui, O. G. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Perú, Puno, Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.105>

- Meng, N., Yang, Y., Zhou, X., y Dong, Y. (2022). STEM Education in Mainland China. *Concepts and Practices of STEM Education in Asia*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2596-2_3
- Merayo, N., y Ayuso, L. A. (2022). Analysis of barriers, supports and gender gap in the choice of STEM studies in secondary education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(1), 1-28. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09776-9>
- Micropoulos, T. A., y Bellou, I. (2013). Educational Robotics as Mindtools. *Themes in Science y Technology Education*, 6(1), 5-14. Retrieved 11 de diciembre de 2022, from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1130925.pdf>
- Mint Zukunft Schaffen. (05 de mayo de 2022). *Mint Zukunft Schaffen*. Retrieved 17 de enero de 2023, from Mint Zukunft Schaffen: <https://mintzukunftschaffen.de/code-of-mint-unserer-mint-community/>
- Mujib, M., y Mardiyah, M. (2025). Evaluación de actitudes hacia la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) para fomentar la creatividad en la educación secundaria. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación*, 72, 39-69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.109760>
- Naidorf, J., y Cuschnir, M. (2024). Carácter propositivo de la pedagogía luego de la desnaturalización producto de la investigación científica en educación. En H. Monarca, *Regímenes de verdad en educación* (págs. 71-83). Dickinson, S.L.
- National Science and Technology Development Agency. (2024). *NSTDA*. <https://www.nstda.or.th/en/>
- National Science Board. (2021). *The STEM labor force of today: Scientists, engineers, and skilled technical workers (Science y Engineering Indicators, NSB-2021-2)*. National Science Foundation: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20212/assets/nsb20212.pdf>
- Noh, A. M., y Khairani, A. Z. (2020). Validating the S-STEM among Malaysian Pre-University Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesi*, 9(3), 4421-429. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.24109>
- Nourse, H. (2021). *Making STEM Education Accessible for All*. New York Academy of Science, Dirección de Aprendizaje, Nueva York.
- NSTA. (15 de 04 de 2023). *National Science Teaching Association*. <https://www.nsta.org/topics/stem>
- NYAS. (15 de abril de 2023). *The New York Academy of Science*. <https://www.nyas.org>
- OECD . (2025). Gender Differences in Education, Skills and STEM Careers in Latin America and the Caribbean: Insights from PISA and PIAAC. *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/4ea07281-en>
- OECD. (2022). Estudios Económicos de la OCDE: México 2022. *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/8b913f19-es>.
- OECD. (2022). Mejorar la transferencia de conocimiento y la colaboración entre ciencia y empresa en España. *OECD Publishing*(122). <https://doi.org/10.1787/106beefc-es>.

- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. *OECD Publishing*, 1. <https://doi.org/doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- OEI. (15 de abril de 2021). Metodología del Aprendizaje basada en Proyectos (ABP). Ciudad de México, México. Retrieved 15 de abril de 2023.
- Olaya, A., y Ramírez, J. (2015). Olaya, A., y Ramírez, J. (2015). Tras las huellas del aprendizaje significativo, lo alternativo y la innovación en el saber y la práctica pedagógica. 13(2), 117-125. *Revista Guillermo de Ockham*, 13(2), 117-125. <https://doi.org/1794-192X>
- Olea, D. M. (15 de octubre de 2024). Carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas al alza, pero la educación superior sigue siendo escasa en México. *El País*. <https://elpais.com/mexico/2024-10-16/carreras-en-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-a-la-alza-pero-la-educacion-superior-sigue-siendo-escasa-en-mexico.html>
- ONU. (24 de 03 de 2023). *Informe de diagnóstico e implementación de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Chile*. Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Orcos, L., y Aris, N. (2019). Percepciones del Profesorado de Educación. *Revista de ciencias humanas y sociales*, 35(90), 810-843. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8190038>
- Ordóñez, E., y Mohedano, I. (19 de marzo de 2019). El aprendizaje significativo como base de las metodologías innovadoras. *Revista Educativa Hekademos*, 18-30. <https://doi.org/1989-3558>
- Osmanović, Z. J., y Maksimović, J. Ž. (2022). Quasi-Experimental Research as An Epistemological-Methodological Approach in. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 10(3), 177-183. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2022-10-3-177-183>
- Ouyang, F. X. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(7). <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Owen, S. (2023). College major choice and beliefs about relative performance: An experimental intervention to understand gender gaps in STEM. *Economics of Education Review*, 97, 102479. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2023.102479>
- Pantoja, L. F., Peña, J. M., y Mendoza, C. P. (2020). Desarrollo de habilidades STEM en media superior como mecanismo para impulsar la continuidad en educación superior: Caso programa Bases de Ingeniería. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20). <https://doi.org/org/10.23913/ride.v10i20.614>
- Parralles, L. G., Tomala, L. E., Palate, L. A., y Alejandro, L. E. (2022). Análisis de la producción científica sobre la educación STEM en la Web of Science. *Razón y Palabra*, 26(114), 393-404. <https://doi.org/https://doi.org/10.26807/rp.v26i114>
- Piaget, J. (1970). Genetic Epistemology. *American Behavioral Scientist*, 13(3), 459-480. <https://doi.org/10.1177/000276427001300320>

- Pimienta, H. (2005). *Metodología Constructivista*. (L. G. Figueroa, Ed.) Estado de México, México: Pearson Educación. <https://doi.org/970-26-0580-6>
- Popper, K. R. (2023). *Conjeturas y refutaciones: El desarrollo del conocimiento científico*. (Paidós, Ed.) Paidós.
- Portillo-Blanco, A., Deprez, H., Cock, M. D., Guisasola, J., y Zuza, K. (2024). A Systematic Literature Review of Integrated STEM Education: Uncovering Consensus and Diversity in Principles and Characteristics. *Education Sciences*, 14(9), 1028-1053. <https://doi.org/10.3390/educsci14091028>
- Portocarrero, A. P. (2020). *Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*. (I. C. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, Editor) www.oie.org.ni:
/https://oei.int/downloads/disk/eyJfcmFpbHMiOmsibWVzc2FnZSI6IkJBaDdDRG9JYTJWNVNTSWhkREkwZFRodFluaGxIWGhxWVdkd2RYazNiSG81WIRKbmFUZzRhZ1k2QmtWVU9oQmthWE53YjNOcGRHbHZia2tpZjJsdWJHbHVhVHNnWm1sc1pXNWHiV1U5SWtW
- Possaghi, I., y Papavlasopoulou, S. (2025). Technologically-rich computational activities in K–12 education: a systematic review of constructivist and constructionist interventions. *Possaghi, I., y Papavlasopoulou, S. (2025). Technologically-rich computational activities in K–12 education: a systematic review of constructi**Behaviour y Information Technology*,, 1-40. <https://doi.org/10.1080/0144929>
- Prieto-Pena, A. I., González-Sánchez, A., y Díaz-Díaz, A. A. (2023). Construcción y validación de un instrumento para evaluar el desempeño pedagógico del tutor de Medicina General Integral. *Revista medica electrónica*, 45(6), 950-965. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18242023000600950&script=sci_arttext&lng=pt
- Quiroga, L. P., Vanegas, O. L., y Pardo, S. (2020). Pre-Robótica. . *Revista Educación y Pensamiento*, 25(27), 36. <https://doi.org/1692-2697>
- Ramos-Galarza, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *Ciencia América*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Ramsurrun, H., Elaheebocus, R., y Chiniah, A. (2024). Decline in enrollment in science and technology education: From the perspectives of Mauritian educators . *STEM Education*, 1(1-18), 5. <https://doi.org/10.3934/steme.2025001>
- Redondo, P. J. (2024). Robótica Educativa en Colombia: Percepciones y Desafíos en los Niveles de Educación Básica y Media. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 6775-6788. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14096
- Revista Hola. (27 de julio de 2021). www.hola.com. hola.com/padres
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. En J. Sikula, *Handbook of Research on Teacher Education* (págs. 102-119). MacMillan. https://researchgate.net/publication/239666513_The_role_of_attitudes_and_beliefs_in_learning_to_teach

- Rincón, Y. P. (noviembre de 2022). La orientación vocacional y su relación con el proyecto de vida en los estudiantes del grado undécimo Yenci del ILAF. *Facultad de Educación, Pontificia Universidad Javeriana*, 92.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/62459/La%20orientaci%C3%B3n%20vocacional%20y%20su%20relaci%C3%B3n%20con%20el%20proyecto%20de%20vida%20en%20los%20estudiantes%20del%20grado%20und>
- Rivera, R. R., Galdós, S. S., y Espinoza, F. E. (2020). Educación intercultural y aprendizaje significativo: un reto para la educación básica en el Ecuador. *Revista Conrado*, 12(75), 390-396.
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1436>
- Roa, R. J. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos. *Revista Científica Estelí*, 10, 63-65. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11608>
- Roco-Videla, Á., Flores, S. V., Olguin-Barraza, M., y Maureira-Carsalade, N. (2024). Cronbach's alpha and its confidence interval. *Nutrición Hospitalaria*, 41(1), 270-271.
<https://doi.org/10.20960/nh.04961>
- Rodas, A. L., Chavarría, P. C., y Guede, C. R. (2025). La enseñanza STEM de las Matemáticas en educación. En A. López-Carrión, P. Hidalgo-Cobo, y G. Montes-Rodríguez, *Puentes del saber: transformando la educación y la ciencia para el futuro* (págs. 620-641). Dykinson.
- Rodríguez-Rodríguez, J., y Reguant-Álvarez, M. (1 de Julio de 2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*. <https://doi.org/ISSN:2013-2255>
- Romualdo, T. L. (2024). Revoluciones industriales y la educación en México: 4.0 y NEM. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 7145-7171.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11906
- Rosero, C. O. (2024). Fundamentos Teóricos del uso de la Robótica Educativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 6364-6375. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9979
- Rosmarin, L. (20 de agosto de 2019). *Kuck Baxter Immigration*.
<https://www.immigration.net/2019/08/20/los-estudiantes-de-stem-son-el-futuro-bill-gates-tenia-razon/>
- Ross, R., Whittington, J., y Huynh, P. (5 de septiembre de 2017). LaserTag for STEM Engagement and Education. (IEEE, Ed.) *Department of Engineering, La Trobe University*, 19305-19310.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2753218>
- Rubio, G. D., y Jiménez, G. J. (2021). Constructivismo y tecnologías en educación. Entre la innovación y el aprender a aprender. *Revista Historia De La Educación Latinoamericana*, 23(36), 61-92.
<https://doi.org/10.19053/01227238.12854>
- Ruiz. (2024). The seventh industrial revolution (Presentation). *University of Economics and Human Sciences (UEHS)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15010.34246>
- Ruiz, J. (14 de diciembre de 2022). ¿Claudia, cuánto gana el director del Hilton?

- Sáinz, M., Fàbregues, S., Romano, M. J., y López, B.-S. (2022). Interventions to increase young people's interest in STEM. A scoping review. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.954996>
- Santillán-Aguirre, P., Jaramillo-Moyano, E., Hernández-Andrade, L., y Santos-Poveda, R. (2023). ABP and STEAM as Active Learning Methodologies. *The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M*, 3(1), 764-779. <https://doi.org/10.18502/epoch.v3i1.14485>
- Schwab, K. (2024). WEF Chair Klaus Schwab: It took just under 4 years to connect 1B people to vital digital services. We must redouble our efforts as the world enters the age of AI. *Fortune*. <https://doi.org/https://fortune.com/2024/09/24/wef-chair-klaus-schwab-edison-1b-people-internet-world-ai-tech/>
- Schwerter, J., Lauermann, F., Doeblner, P., y Fokkema, M. (2025). Putting the pieces of the puzzle together in modeling gendered educational choices. *International Journal of STEM Education*, 12(38). <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00558-y>
- Secretaría de Economía. (24 de agosto de 2022). *La Secretaría de Economía presenta la Iniciativa Modo STEM Mx*. Gobierno de México: www.gob.mx/se/articulos/la-secretaria-de-economia-presenta-la-iniciativa-modo-stem-mx-312291
- Secretaría de Economía. (2024). *El Poder del Talento Mexicano: Transformando regiones*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/947099/Talento_mexicano_2da_edicion.pdf
- SEP. (24 de agosto de 2023). <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/secundaria-tercer-grado-matematicas?state=published>
- SEP. (24 de marzo de 2023). *Niñas STEM Pueden*. http://ninastem.aprende.sep.gob.mx/en/demo/home_
- Shaturaev, J. (2023). Economies and Management as A Result of The Fourth Industrial Revolution: An Education Perspective . *Indonesian Journal of Educational Research and Technology* , 3(1), 51-58. <https://doi.org/10.17509/ijert.v3i1.45652>
- Siemens Stiftung. (2024). *Experimento. International STEM education program*. <https://www.siemens-stiftung.org/en/projects/experimento/>
- Smithsonian Science Education Center. (2024). <https://ssec.si.edu/>. Smithsonian Science for the Classroom: <https://ssec.si.edu/>
- Sobre Tiza. (18 de agosto de 2022). *Sobre Tiza Cultura de Innovación en Educación*.
- STEMADRID. (2018). *Comunidad de Madrid*. http://educacionstem.educa.madrid.org/?page_id=74014
- Study in the USA. (20 de enero de 2021). www.studyintheusa.com.
- Suarez, A., García-Costa, D., Perez, J., López-Iñesta, E., Grimaldo, F., y Torres, J. (2023). Hands-on Learning: Assessing the Impact of a Mobile Robot Platform in Engineering Learning Environments. *Sustainability*, 15(18), 13717. <https://doi.org/10.3390/su151813717>

- Suarez, A., García-Costa, D., Perez, J., López-Iñesta, E., Grimaldo, F., y Torres, J. (2023). Hands-on Learning: Assessing the Impact of a Mobile Robot Platform in Engineering Learning Environments. *Sustainability*, 15(18), 13717. <https://doi.org/10.3390/su151813717>
- Thomas, W. I., y Znaniecki, F. (1918). *The Polish peasant in Europe and America (Vol. 1)*. Boston: Badger. Badger.
- Torres, J. D. (2021). *Fiabilidad de las escalas: interpretación y limitaciones del Alfa de Cronbach*. https://www.researchgate.net/publication/350590351_Fiabilidad_de_las_escalas_interpretacion_y_limitaciones_del_Alfa_de_Cronbach
- Tsupros, N., Kohler, R., y J., H. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach*.
- U.S. Department of Education. (2023). You belong in STEM. *U.S. Department of Education*. <https://www.ed.gov/about/ed-initiatives/you-belong-stem>
- UNESCO. (10 de febrero de 2023). Niñas, mujeres y STEM: Cómo la Fundación Ingeniosas ayuda a descubrir vocaciones en ciencias y tecnología en Chile y América Latina. *UNESCO Artículos*. <https://www.unesco.org/es/articles/ninas-mujeres-y-stem-como-la-fundacion-ingeniosas-ayuda-descubrir-vocaciones-en-ciencias-y>
- UNESCO. (16 de enero de 2023). *UNESCO*. <https://es.unesco.org/node/251182>
- UNICEF. (marzo de 2021). *Importancia del desarrollo de habilidades transferibles en América Latina y el Caribe*. www.unicef.org: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.unicef.org/lac/media/21536/file/Importancia_Desarrollo_Habilidades_Transferibles_ALC_v.actualizada_marzo2021.pdf
- United Nations. (2024). *World Population Prospect 2024: Summary of Results*. New York: UN DESA/POP/2024/TR/NO.9. <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789211065138/read>
- Vaiopoulou, J., Papagiannopoulou, T., y Stamovlasis, D. (2024). Attitudes towards STEM education: nonlinear effects of teachers' readiness and the crucial role of affective conditions. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/doi.org/10.3389/feduc.2023.1244678>
- Valdiviezo, C. M., Chávez, A. R., y Yangua, J. C. (2023). Secuencias didácticas como estrategias de organización y planificación de experiencias de aprendizaje en los procesos educativos. *Revista Social Fronteriza*, 3(5), 124-143. [https://doi.org/10.59814/resofro.2023.3\(5\)124-143](https://doi.org/10.59814/resofro.2023.3(5)124-143)
- Valero-Matas, J. A., y Coca, J. P. (2021). La percepción de las materias STEM en estudiantes de Primaria y Secundaria. *10.24197/st.Extra_1.2021.116-138*, 11(Extra 1), 116-138. https://doi.org/10.24197/st.Extra_1.2021.116-138
- Vallerand, R. J. (1994). *Les fondements de la psychologie sociale*. Boucherville, Gaëtan Morin. . https://doi.org/ISBN13_9782765077572

- Vargas, A. (23 de enero de 2020). *La República*. larepublica.co:
<https://www.larepublica.co/globoeconomia/jovenes-prefieren-estudiar-las-carreras-tradicionales-de-hace-18-anos-segun-la-ocde-2955183>
- Vásquez, E. P., Merchán, A. E., Quevedo, J. E., y Gordillo, W. D. (2023). Uso de Robótica Educativa para el desarrollo de habilidades STEM en niñas de primaria. *Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad*, 226-244. <https://doi.org/10.34893/y36b-4v47>
- Veschi, B. (noviembre de 2018). *Etimología.com*. <https://etimologia.com/vocacion/>
- Vida Universitaria. Universidad Autónoma de Nuevo León. (2023). *Vida Universitaria*.
<https://vidauniversitaria.uanl.mx/campus-uanl/culminan-docentes-de-bachillerato-capitacion-en-ensenanza-stem/>
- Vigotsky. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Grijalvo.
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Crítica.
- Wahl, U. (2023). *Red STEM Latinoamérica Hacia la formación de una Ciudadanía activa, que forja Comunidades y Territorios sostenibles*. Siemens Stiftung.
<http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ciecc.cr2.cl/wp-content/uploads/2023/07/PPT-Ulrike-Wahl.pdf>
- Wassenaer, N. v., Tolboom, J., y Beekun, O. v. (2023). The Effect of Robotics Education on Gender Differences in STEM Attitudes among Dutch 7th and 8th Grade Students. *Education Science*, 13(2), 139-150. <https://doi.org/10.3390/educsci13020139>
- WEF. (2015). *New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology*. World Economic Forum. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf
- WEF. (2020). *The Future of Jobs*. Cologny/Geneva Switzerland: WEF.
- World Economic Forum. (2025). *Future of Jobs Report 2025*. World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/stories/2025/01/future-of-jobs-report-2025-jobs-of-the-future-and-the-skills-you-need-to-get-them/>
- Xia, X., Bentley, L. R., Fan, X., y Tai, R. H. (2024). STEM Outside of School: a Meta-Analysis of the Effects of Informal Science Education on Students' Interests and Attitudes for STEM. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10504-z>
- Xu, S.-R., y Zhou, S.-N. (2022). The effect of student's attitude towards science, technology, engineering y matemáticas on 21st century learning skills: a structural equation model. *Journal of Baltic Science Education*, 21(4), 706-719. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.706>
- Yamamoto, S. H. (2023). Preliminary Psychometric Assessment of STEM Attitude Measure for U.S. High School Students With Disabilities. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 42(3), 349-356. <https://doi.org/10.1177/07342829231218767>

- Yıldırım, B. (2018). Adapting the teachers' efficacy and attitudes towards STEM scale into Turkish. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 54-65. <https://doi.org/10.36681/>
- Yuldashevna, I. A., y Khurana, K. (2024). The Impediments to the Process of Implementing Robotics in the School Education System in Uzbekistan. *SAGE Open*, 14(2). <https://doi.org/10.1177/21582440241254595>
- Zajić, J. S., y Maksimović, J. Ž. (2022). Quasi-Experimental Research as An Epistemological-Methodological Approach in Education Research. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 10(1), 177-183. <https://doi.org/https://doi.org/10.23947/2334-8496-2022-10-3-177-183>
- Zhou, S.-N., Zeng, H., Xu, S.-R., Chen, L.-C., y Xiao, H. (2019). Exploring changes in primary student's attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) across genders and grade levels. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 466-480. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.466>
- Zhou, S.-N., Zeng, H., Xu, S.-R., Chen, L.-C., y Xiao, H. (2019). Exploring Changes in Primary Students' Attitudes towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) across Genders and Grade Levels. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 466-480. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.466>

Apéndice A

Encuesta sobre actitudes de los estudiantes hacia STEM (S-STEM)

Escuela Secundaria (6-12)

Última actualización octubre de 2012

Uso apropiado

La Encuesta S-STEM de escuelas intermedias y secundarias (6.º a 12.º) tiene como objetivo medir los cambios en la confianza y la eficacia de los estudiantes en las materias STEM, las habilidades de aprendizaje del siglo XXI y el interés en las carreras STEM. La encuesta está disponible para ayudar a los coordinadores de programas a tomar decisiones sobre posibles mejoras a su programa.

El Friday Institute le otorga permiso para utilizar estos instrumentos únicamente con fines educativos y no comerciales. Puede utilizar un instrumento tal como está o modificarlo para adaptarlo a sus necesidades, pero en cualquier caso debe dar crédito a su fuente original. Al utilizar este instrumento, usted acepta permitir que Friday Institute utilice los datos recopilados para análisis adicionales de validez y confiabilidad. El Friday Institute tomará las medidas adecuadas para mantener la confidencialidad de todos los datos.

Cita recomendada para esta encuesta:

Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Middle and High School STEM-Student Survey*. Raleigh, NC: Author.

El desarrollo de esta encuesta fue apoyado parcialmente por la Fundación Nacional de Ciencias bajo la subvención No. 1038154 y por la fundación Golden LEAF.

El marco para parte de esta encuesta se desarrolló a partir de las siguientes fuentes:

Erkut, S., y Marx, F. (2005). *4 schools for WIE* (Evaluation Report). Wellesley, MA:

Wellesley College, Center for Research on Women. Retrieved April 5, 2012 desde <http://www.coe.neu.edu/Groups/stemteams/evaluation.pdf>

Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, *Occupational Outlook Handbook*, 2010-11 Edition.

INSTRUCCIONES:

Hay listas de declaraciones en las páginas siguientes. Marca tus hojas de respuestas marcando cómo te sientes acerca de cada afirmación. Por ejemplo:

Ejemplo 1:	Muy en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Me gusta la ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☐

Al leer la oración sabrás si estás de acuerdo o en desacuerdo. Complete el círculo que describe cuánto estás de acuerdo o en desacuerdo.

Aunque algunas afirmaciones son muy similares, responde cada afirmación. Esto no está cronometrado; Trabaja rápido, pero con cuidado.

No hay respuestas “correctas” o “incorrectas”. Las únicas respuestas correctas son aquellas que son verdaderas para ti. Siempre que sea posible, deja que las cosas que te hayan sucedido te ayuden a tomar una decisión.

POR FAVOR MARCA SÓLO UNA RESPUESTA POR PREGUNTA.

Matemáticas

	Muy en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
1. Matemáticas ha sido mi peor materia.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Consideraría elegir una carrera que usa matemáticas.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Las matemáticas son difíciles para mí.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Soy el tipo de estudiante al que le va bien en matemáticas.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Puedo manejar bien la mayoría de las materias, pero no puedo hacer un buen trabajo con las matemáticas.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Estoy seguro de que podría hacer trabajo avanzado en matemáticas.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Puedo sacar buenas notas en matemáticas.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Soy bueno en matemáticas	☐	☐	☐	☐	☐

Ciencia

	Muy en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
9. Estoy seguro de mí mismo cuando hago ciencia.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Consideraría una carrera en ciencias.	☐	☐	☐	☐	☐
11. Espero utilizar la ciencia cuando salga de la escuela.	☐	☐	☐	☐	☐
12. Conocer la ciencia me ayudará a ganarme la vida.	☐	☐	☐	☐	☐
13. Necesitaré la ciencia para mi trabajo futuro.	☐	☐	☐	☐	☐
14. Sé que puedo hacerlo bien en ciencias.	☐	☐	☐	☐	☐
15. La ciencia será importante para mí en el trabajo de mi vida.	☐	☐	☐	☐	☐
16. Puedo manejar bien la mayoría de las materias, pero no puedo hacer un buen trabajo con la ciencia.	☐	☐	☐	☐	☐
17. Estoy seguro de que podría realizar trabajos avanzados en ciencias.	☐	☐	☐	☐	☐

Ingeniería y Tecnología

Por favor lea este párrafo antes de responder las preguntas.

Los ingenieros utilizan las matemáticas, la ciencia y la creatividad para investigar y resolver problemas que mejoran la vida de todos e inventar nuevos productos. Hay muchos tipos diferentes de ingeniería, como la química, eléctrica, informática, mecánica, civil, ambiental y biomédica. Los ingenieros diseñan y mejoran cosas como puentes, automóviles, telas, alimentos y parques de diversiones de realidad virtual. **Los tecnólogos** implementan los diseños que desarrollan los ingenieros; construyen, prueban y mantienen productos y procesos.

	Muy en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
18. Me gusta imaginarme creando nuevos productos.	☐	☐	☐	☐	☐
19. Si aprendo ingeniería, puedo mejorar cosas que la gente usa todos los días.	☐	☐	☐	☐	☐
20. Soy bueno en construir y arreglar cosas.	☐	☐	☐	☐	☐
21. Me interesa lo que hace que las máquinas funcionen.	☐	☐	☐	☐	☐
22. Diseñar productos o estructuras será importante para mi trabajo futuro.	☐	☐	☐	☐	☐
23. Tengo curiosidad por saber cómo funciona la electrónica.	☐	☐	☐	☐	☐
24. Me gustaría utilizar la creatividad y la innovación en mi trabajo futuro.	☐	☐	☐	☐	☐
25. Saber utilizar las matemáticas y las ciencias juntas me permitirá inventar cosas útiles.	☐	☐	☐	☐	☐
26. Creo que puedo tener éxito en una carrera de ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☐

Tu futuro

Aquí hay descripciones de áreas temáticas que involucran matemáticas, ciencias, ingeniería y/o tecnología, y listas de trabajos relacionados con cada área temática. Al leer la lista a continuación, sabrás qué tan interesado estás en el tema y los trabajos. Completa el círculo que se relacione con tu interés.

No hay respuestas “correctas” o “incorrectas”. Las únicas respuestas correctas son aquellas que son verdaderas para ti.

	No del todo interesado	No muy interesado	Interesado	Muy Interesado
1. Física: es el estudio de las leyes básicas que gobiernan el movimiento, la energía, la estructura y las interacciones de la materia. Esto puede incluir el estudio de la naturaleza del universo. (ingeniero aeronáutico, técnico en energías alternativas, técnico de laboratorio, físico, astrónomo)	☐	☐	☐	☐
2. Trabajo Ambiental: implica aprender sobre los procesos físicos y biológicos que gobiernan la naturaleza y trabajar para mejorar el medio ambiente. Esto incluye encontrar y diseñar soluciones a problemas como la contaminación, la reutilización de residuos y el reciclaje. (analista de control de contaminación, ingeniero o científico ambiental, especialista en control de erosión, ingeniero de sistemas energéticos y técnico de mantenimiento)	☐	☐	☐	☐
3. Biología y Zoología: implican el estudio de los organismos vivos (como plantas y animales) y los procesos de la vida. Esto incluye trabajar con animales de granja y en áreas como nutrición y cría. (técnico en biología, científico en biología, Fitocultura, técnico de laboratorio de cultivos, científico en animales, genetista, zoólogo)	☐	☐	☐	☐
4. Trabajo Veterinario: involucra la ciencia de prevenir o tratar enfermedades en los animales. (asistente veterinario, veterinario, ganadero, cuidador de animales)	☐	☐	☐	☐
5. Matemáticas: es la ciencia de los números y sus operaciones. Implica computación, algoritmos y teoría utilizados para resolver problemas y resumir datos. (contador, matemático aplicado, economista, analista financiero, matemático, estadístico, investigador de mercados, analista de bolsa)	☐	☐	☐	☐

	No del todo interesado	No muy interesado	Interesado	Muy Interesado
6. Medicina: implica mantener la salud y prevenir y tratar las enfermedades. (asistente médico, enfermera, médico, nutricionista, técnico en emergencias médicas, fisioterapeuta, dentista)	☐	☐	☐	☐
7. Ciencias de la Tierra: es el estudio de la Tierra, incluidos el aire, la tierra y el océano. (geólogo, pronosticador del tiempo, arqueólogo, geocientífico)	☐	☐	☐	☐
8. Ciencias de la Computación: consiste en el desarrollo y prueba de sistemas informáticos, diseñar nuevos programas y ayudar a otros a utilizar las computadoras. (especialista en soporte informático, programador informático, técnico en informática y redes, diseñador de juegos, ingeniero de software, especialista en tecnología de la información)	☐	☐	☐	☐
9. Ciencias Médicas: implica investigar enfermedades humanas y trabajar para encontrar nuevas soluciones a los problemas de salud humana. (tecnólogo de laboratorio clínico, científico médico, ingeniero biomédico, epidemiólogo, farmacólogo)	☐	☐	☐	☐
10. Química: utiliza matemáticas y experimentos para buscar nuevas sustancias químicas y estudiar la estructura de la materia y cómo se comporta. (técnico químico, químico, ingeniero químico)	☐	☐	☐	☐
11. Energía: implica el estudio y generación de energía, como calor o electricidad. (electricista, ingeniero eléctrico, técnico en calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), ingeniero nuclear, ingeniero de sistemas, instalador o técnico de sistemas de energía alternativa)	☐	☐	☐	☐
12. Ingeniería: implica diseñar, probar y fabricar nuevos productos (como máquinas, puentes, edificios y electrónica) mediante el uso de matemáticas, ciencias y computadoras. (ingenieros civiles, industriales, agrícolas o mecánicos, soldador, mecánico automotriz, técnico en ingeniería, jefe de obra)	☐	☐	☐	☐

Acerca de ti

INSTRUCCIONES: En la siguiente serie de preguntas, omitirás ciertas preguntas según cómo respondiste a las preguntas anteriores. Asegúrate de leer las instrucciones en **negrita** que te indican qué preguntas omitir según tus respuestas.

1. Qué tan bien esperas que te vaya este año en tus:

	No Muy Bien	Bien	Muy Bien
¿Clases de español?	☐	☐	☐
¿Clases de matemáticas?	☐	☐	☐
¿Clases de ciencias?	☐	☐	☐

2. ¿Planeas ir a la universidad?

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ No Estoy Seguro

Responde únicamente a la pregunta 3 si tu respuesta a la pregunta 2 fue "No".

3. Estás planeando:

- ☐ Encontrar un trabajo
- ☐ Otra (por favor enumere) _____

Responde únicamente a la pregunta 4 si tu respuesta a la pregunta 2 fue "Sí".

4. ¿Está planeando ir primero a una preparatoria técnica o a un colegio/universidad?

- ☐ Preparatoria técnica (CONALEP, CBTIS, etc.)
- ☐ Universidad de cuatro años

Responda únicamente la pregunta 5 si su respuesta a la pregunta 2 fue "Sí" y su respuesta a la pregunta 4 fue "Preparatoria Técnica (CONALEP, CBTIS, etc.)."

5. ¿Planea asistir a una universidad de cuatro años después de asistir al colegio comunitario?

- ☐ Si
- ☐ No

Responda únicamente a la pregunta 6 si su respuesta a la pregunta 2 fue "Sí".

Enumera hasta tres universidades a las que te interesa asistir.

Universidad 1: _____

Universidad 2: _____

Universidad 3: _____

Responda únicamente la pregunta 7 si su respuesta a la pregunta 2 fue "Sí".

6. Enumera hasta tres áreas (o especialidades universitarias) en las que te interesa estudiar en la universidad.

Área 1: _____

Área 2: _____

Área 3: _____

7. Enumera cualquier otro campamento, club o actividad orientado a ciencias, matemáticas, ingeniería o tecnología en los que hayas participado:

9.

	Si	No	No Estoy Seguro
¿Conoces a algún adulto que trabaje como científico?	☐	☐	☐
¿Conoces a algún adulto que trabaje como ingeniero?	☐	☐	☐
¿Conoces a algún adulto que trabaje como matemático?	☐	☐	☐
¿Conoce algún adulto que trabaje como tecnólogo?	☐	☐	☐

¡Gracias por realizar esta encuesta! ¡Este es el fin!

Apéndice B

Programa para el taller de Robótica Educativa con enfoque STEM

1. Introducción al taller y al enfoque STEM. Presentación de los objetivos del taller, metodología de trabajo y fundamentos del enfoque STEM, destacando su importancia para el desarrollo de habilidades científicas, tecnológicas y de resolución de problemas.

2. Electricidad. Energía electrostática y energía eléctrica. Explicación de conceptos básicos de electricidad, diferenciando la energía electrostática de la energía eléctrica y mostrando ejemplos prácticos de cada una.

3. El voltaje. La pila voltaica. Estudio del concepto de voltaje como fuerza impulsora de la corriente eléctrica y construcción experimental de una pila voltaica.

4. Mediciones de voltaje. Uso de multímetro para medir voltajes en distintos tipos de circuitos, interpretando valores y polaridad.

5. La resistencia eléctrica. Descripción del concepto de resistencia, su función en los circuitos y ejemplos prácticos de su uso.

6. Mediciones de resistencia. Práctica de medición de resistencias con multímetro, lectura de código de colores y verificación de valores.

7. El protoboard. Introducción al uso del protoboard como herramienta para el armado de circuitos eléctricos sin necesidad de soldadura.

8. Resistencias en serie y en paralelo. Explicación y armado de circuitos con resistencias en serie y paralelo, analizando sus efectos en el voltaje y la corriente.

9. Los diodos emisores de luz (LEDs). Descripción de funcionamiento, polaridad y aplicaciones de los LEDs en circuitos eléctricos.

10. El circuito eléctrico. Construcción de un circuito eléctrico básico para comprender el flujo de corriente y la interacción de sus componentes.

11. Circuito con diodos en serie. Armado de un circuito con LEDs en serie, observando el comportamiento de voltaje y luminosidad.

12. Circuito con diodos en paralelo. Armado de un circuito con LEDs en paralelo, analizando la distribución de voltaje y corriente.

13. El electromagnetismo. Introducción al fenómeno del electromagnetismo y su relación con la electricidad y el magnetismo.

14. Imanes y electroimanes. Construcción y prueba de electroimanes, comparando su funcionamiento con imanes permanentes.

15. El motor de corriente directa. Explicación del funcionamiento del motor DC, sus componentes y aplicaciones.

16. Robótica. ¿Qué es un robot?. Definición de robot, características y ejemplos de aplicaciones en diferentes áreas.

17. Funcionamiento del robot sigue líneas. Descripción del principio de operación de un robot seguidor de línea y sus aplicaciones.

18. Cerebro del robot. Explicación de la tarjeta controladora y el microcontrolador que dirigen el funcionamiento del robot.

19. Sensores del robot. Descripción de los sensores utilizados para detectar la línea y enviar señales al controlador.

20. Partes mecánicas del robot. Identificación de componentes mecánicos: chasis, ruedas, engranajes y sistema de tracción.

21. El cautín. Aprendiendo a soldar. Introducción al cautín, técnicas básicas de soldadura y seguridad en su uso.

22. Soldado de los componentes electrónicos del robot. Práctica de soldadura de componentes electrónicos en la tarjeta controladora del robot.

23. Armado del robot sigue líneas. Montaje completo del robot, integrando partes electrónicas y mecánicas.

24. Ajuste y operación del robot sigue líneas. Configuración final y pruebas de funcionamiento, corrigiendo desviaciones y calibrando sensores.

25. Presentación del proyecto en la feria de ciencias de la institución. Exposición de los robots armados, explicando su funcionamiento y destacando aprendizajes adquiridos.

Apéndice C

CONCENTRADO DE DATOS ENCUESTA S-STEM PRETEST GRUPO CONTROL																																								
	DIMENSIÓN, A CIENCIA									DIMENSIÓN B, TEC-ING									DIMENSIÓN C, MATEMÁTICAS								DIMENSIÓN D, INTERÉS PROFESIONES STEM													
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12		
Estudiante 1	3	2	2	4	1	4	1	5	5	5	5	4	4	2	4	4	4	2	4	2	3	4	5	5	5	3	2	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3		
Estudiante 2	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	5	2	4	2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	5	2	5	3	3	3	2	2	4	4	3	2	2	3	3	2	2
Estudiante 3	4	3	4	3	3	4	2	4	4	4	4	3	3	4	3	4	5	4	4	2	4	3	2	3	2	4	2	3	4	4	2	3	2	2	3	2	2	2	3	
Estudiante 4	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	
Estudiante 5	4	3	3	3	2	4	2	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	4	3	3	4	4	2	4	3	1	2	2	3	3	4	1	1	3	2	1	1	
Estudiante 6	3	2	2	4	2	4	2	2	1	4	2	1	1	1	1	2	4	3	2	3	2	1	3	2	2	3	2	2	3	2	3	1	2	1	2	1	2	1	3	
Estudiante 7	2	1	1	4	2	4	2	4	3	2	4	3	4	4	2	4	4	4	4	3	4	3	2	3	2	3	3	1	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2	3	
Estudiante 8	3	4	4	3	2	3	2	4	4	4	4	3	2	4	2	4	4	4	2	4	3	3	3	4	2	3	2	4	3	3	2	1	1	3	1	2	3	1	1	
Estudiante 9	4	4	3	3	3	4	4	5	4	4	4	3	4	3	3	4	4	2	3	1	1	2	2	2	1	2	2	2	3	4	4	1	3	3	2	2	1	1	1	
Estudiante 10	5	3	3	3	2	2	1	4	4	4	2	5	3	4	2	5	3	5	1	3	5	2	5	3	1	2	3	2	4	4	1	2	3	1	3	4	3	4		
Estudiante 11	4	5	4	4	5	5	5	5	4	2	3	2	2	1	3	1	2	3	4	3	4	2	4	2	5	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	4	3	1		
Estudiante 12	3	1	4	3	1	4	3	4	1	3	4	2	4	1	5	2	4	3	4	5	3	2	3	3	4	3	4	2	1	1	3	2	1	3	1	1	3	1		
Estudiante 13	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	5	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3		
Estudiante 14	4	3	4	3	3	4	5	4	3	5	3	3	4	3	5	5	4	4	4	3	3	4	4	3	3	5	4	2	2	3	3	4	2	3	3	2	2	3		
Estudiante 15	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	4	3	2	2	2	1	4	2	3	1	4	3	5	4	4	4	2	3	2	2	3	2	2	1	2	1	3	2		
Estudiante 16	4	3	5	4	3	4	2	4	3	5	5	3	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	4		
Estudiante 17	2	3	3	2	3	4	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	4	3	5	4	5	3	3	3	4	4	1	2	3	1	2	2	4	1	2	2	1	2		
Estudiante 18	4	5	4	3	2	4	5	3	4	4	3	3	4	2	3	4	4	4	5	3	5	5	4	4	4	5	5	3	3	3	2	4	4	3	2	4	4	2	3	
Estudiante 19	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	3	4	3	5	5	5	4	3	4	4	2	4	4	5	4	4	2	3	1	3	3	2	4	3	3	4		
Estudiante 20	5	5	3	3	4	4	5	5	3	2	4	2	1	1	2	2	4	1	3	3	2	2	2	2	3	3	2	1	3	4	1	4	1	1	2	1	1	1		
Estudiante 21	4	3	3	2	2	4	4	2	5	1	4	3	1	4	4	1	3	4	3	3	2	3	3	4	4	3	4	1	3	2	3	1	2	3	3	1	3	3		
Estudiante 22	2	2	4	2	2	3	3	3	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3		
Estudiante 23	3	2	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	5	3	3	3	3	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3		
Estudiante 24	4	4	4	3	2	4	3	5	5	4	4	4	3	3	4	3	4	5	4	3	3	2	2	3	4	3	4	3	3	2	2	3	3	4	3	4	3	4		
Estudiante 25	4	1	5	1	3	5	1	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	2	5	5	5	5	2	2	3	1	4	1	2	4	1	3	3	4	
Estudiante 26	3	5	4	4	5	2	4	3	3	5	4	2	5	4	5	5	4	3	5	5	3	2	3	3	4	2	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4		
Estudiante 27	5	4	5	4	3	4	3	3	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	3	5	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4		
Estudiante 28	4	4	4	4	3	4	3	5	4	5	4	5	3	2	3	5	4	4	5	3	5	5	5	5	4	5	3	2	4	2	3	1	4	3	1	4	2	2		
Estudiante 29	3	4	2	3	2	4	2	4	2	4	3	5	2	5	3	5	4	4	4	4	4	3	3	5	2	5	3	2	3	2	3	2	3	1	3	1	1	1		

Apéndice D

CONCENTRADO DE DATOS ENCUESTA S-STEM PRETEST GRUPO EXPERIMENTAL																																							
	DIMENSIÓN A, CIENCIA								DIMENSIÓN B, TEC-ING								DIMENSIÓN C, MATEMÁTICAS								DIMENSIÓN D, INTERÉS PROFESIONES STEM														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
Estudiante 1	4	2	2	2	2	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	4	4	2	2	1	1	2	2	2	3	2	2	3	2	
Estudiante 2	4	3	3	3	2	4	2	4	3	4	4	3	3	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	3	3	5	4	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	
Estudiante 3	3	1	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	2	4	5	3	3	4	5	2	3	3	2	4	3	2	3	4	1	2	4	3	1	4	2	1	2	
Estudiante 4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	3	3	3	2	3	2	4	3	3	3	2	3	1	1	1	2	2	1	2	3	4
Estudiante 5	4	3	3	3	3	4	3	4	1	2	2	3	2	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Estudiante 6	4	3	4	3	4	4	3	4	3	2	4	2	4	2	3	3	4	2	2	3	1	2	1	1	3	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
Estudiante 7	4	4	3	3	3	5	3	5	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	5	4	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2
Estudiante 8	2	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	5	3	5	5	5	5	4	4	4	3	2	3	4	4	2	2	2	2	3	2	2	4	2	2	2	2	4
Estudiante 9	4	4	3	2	2	4	3	4	4	3	4	4	3	2	4	3	4	3	5	4	4	5	4	4	4	5	3	1	2	2	3	3	1	4	2	3	2	1	
Estudiante 10	3	3	3	3	4	4	3	5	3	3	4	2	4	2	3	3	4	3	5	3	5	5	5	3	5	5	3	2	3	3	3	4	2	2	3	3	2	2	2
Estudiante 11	4	5	3	3	4	4	4	3	2	4	4	2	3	1	3	3	4	2	3	2	4	4	3	1	5	4	2	2	3	3	1	4	2	2	4	3	1	1	1
Estudiante 12	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	3	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	2	2	2	4	2	2	4	2	3	3	4
Estudiante 13	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	2	2	4	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2
Estudiante 14	3	2	3	3	2	3	2	5	3	2	3	3	4	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3	2	4	3	1	2	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2	3
Estudiante 15	4	2	2	3	2	3	2	1	3	3	2	3	4	2	5	3	4	2	2	2	2	4	1	4	3	5	2	2	2	2	2	2	1	3	3	2	2	2	2
Estudiante 16	4	3	3	2	2	4	2	4	3	4	3	4	5	3	5	4	4	5	4	3	4	4	4	4	3	5	5	1	2	2	3	2	2	4	2	2	4	4	4
Estudiante 17	4	3	3	4	3	4	2	4	2	4	3	3	2	3	4	3	4	3	3	2	3	3	2	2	4	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
Estudiante 18	2	2	2	3	2	2	2	3	2	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	2	2	2	3	2	3	3	2	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	2
Estudiante 19	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	4	3	2	1	2	2	1	2	1	1	3	1	1	1	1
Estudiante 20	3	2	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	5	4	2	4	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Estudiante 21	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	1	2	3	2	3	2	3	3
Estudiante 22	3	3	3	3	3	4	3	5	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	5	3	3	4	4	3	4	4	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	3
Estudiante 23	3	2	4	3	2	4	2	3	3	1	3	4	4	4	3	5	4	3	1	4	3	2	3	3	4	3	3	3	2	2	3	2	1	3	2	1	3	3	3
Estudiante 24	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	4	3	4	4	1	4	3	3	4	2	2	3	3	2	4	3	1	3	3	3	4	2	2	1	2	1	1	1	1
Estudiante 25	2	2	3	2	2	3	2	3	2	1	1	2	2	3	2	1	4	3	3	3	3	3	5	2	3	3	3	2	2	2	1	3	1	1	3	1	1	1	4
Estudiante 26	4	2	3	3	3	4	3	3	2	5	3	5	5	3	5	3	3	4	3	4	4	3	3	4	5	4	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3
Estudiante 27	4	2	3	2	1	5	1	5	3	5	4	3	3	2	4	5	4	3	5	5	4	5	5	3	5	5	1	1	1	1	1	3	2	3	2	3	1	2	
Estudiante 28	2	1	1	2	1	4	1	5	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	3	1	1	1	2	3	1	3	3	3	1	1	1	1	1
Estudiante 29	4	3	4	5	3	4	3	4	1	4	5	3	4	3	4	5	5	3	5	5	4	4	4	3	5	5	4	2	1	1	4	3	2	4	2	3	2	4	
Estudiante 30	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	4	5	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	4	
Estudiante 31	1	2	2	3	2	3	1	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	1	3	4	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
Estudiante 32	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	3	1	2	2	2	2	2	4	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	1
Estudiante 33	1	5	2	4	4	1	1	2	2	4	4	2	4	4	4	4	2	4	2	4	2	5	2	3	4	4	2	2	2	1	2	2	4	2	2	1	2	2	2
Estudiante 34	3	3	3	3	4	4	4	5	3	3	5	4	2	2	3	4	5	3	5	3	5	5	5	3	5	5	1	1	3	4	4	4	1	2	3	3	1	1	
Estudiante 35	2	2	3	2	2	4	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	4	4	5	4	2	3	3	3	4	3	1	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	2	

Apéndice E

CONCENTRADO DE DATOS ENCUESTA S-STEM POSTEST GRUPO CONTROL																																						
	DIMENSIÓN A, CIENCIA								DIMENSIÓN B, TEC-ING								DIMENSIÓN C, MATEMÁTICAS								DIMENSIÓN D, INTERÉS EN PROFESIONES STEM													
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Estudiante 1	5	4	5	3	3	5	3	5	5	4	3	4	4	3	2	4	5	2	4	3	4	4	3	4	5	3	1	1	1	2	2	1	1	2	1	3	1	3
Estudiante 2	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	4	2	2	3	3	2	4	3	1	2	3	3	1	3	2	1	3	1	1	1
Estudiante 3	2	3	3	2	2	4	1	2	2	4	4	4	4	3	3	3	4	4	2	3	4	4	1	4	4	3	3	4	2	4	2	3	2	2	3	1	2	3
Estudiante 4	3	2	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Estudiante 5	4	2	3	2	2	4	2	4	3	4	2	2	1	1	2	3	2	2	4	3	4	3	4	2	4	3	1	1	2	2	3	3	1	1	2	1	1	1
Estudiante 6	1	2	1	2	1	4	2	5	1	3	2	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	2	2	3	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	3	2
Estudiante 7	3	2	2	2	2	2	2	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estudiante 8	4	4	4	3	3	2	2	4	3	2	2	1	2	2	2	2	4	2	1	3	4	3	4	2	3	3	3	2	3	1	2	1	3	1	1	3	1	1
Estudiante 9	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	2	1	4	2	2	1	2	2	1	3	4	2	1	3	4	1	1	1	3
Estudiante 10	4	2	4	3	4	5	5	4	3	4	4	3	3	5	3	5	5	5	5	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	4	4
Estudiante 11	4	4	3	3	4	4	4	5	3	2	3	2	2	1	3	3	2	2	4	3	3	4	4	2	4	3	1	3	4	2	2	2	1	1	3	3	2	2
Estudiante 12	2	1	1	1	2	2	1	3	1	3	3	1	1	2	2	1	4	1	4	5	4	3	5	3	4	3	3	1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2
Estudiante 13	4	3	2	2	3	4	2	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	5	3	3	4	4	3	5	5	3	2	1	2	3	3	3	2	2	2	2	3
Estudiante 14	4	2	2	3	2	4	2	3	4	4	3	2	4	3	3	5	4	4	4	4	3	4	4	3	5	4	2	2	2	2	3	3	2	1	3	2	2	3
Estudiante 15	3	2	4	2	3	2	2	4	2	3	3	3	2	4	4	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2
Estudiante 16	4	3	4	3	4	4	3	4	3	5	4	4	5	2	4	5	4	4	5	5	3	5	5	4	5	5	3	4	4	1	4	2	3	4	4	4	3	4
Estudiante 17	3	3	3	2	1	3	2	2	2	4	3	3	4	2	3	4	4	3	5	4	4	4	5	2	4	4	2	3	3	2	2	3	3	1	3	2	1	1
Estudiante 18	4	4	2	2	3	4	4	3	4	4	3	4	4	2	3	4	4	4	5	3	5	5	4	1	5	5	3	2	3	2	2	3	4	2	2	4	3	2
Estudiante 19	4	4	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	2	2	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	4	4
Estudiante 20	5	5	3	2	4	4	5	5	3	2	4	2	1	1	2	2	2	1	3	3	2	2	2	2	3	3	1	1	3	4	1	4	1	1	2	1	1	1
Estudiante 21	2	3	2	2	2	3	3	4	1	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	3	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2
Estudiante 22	2	4	1	1	3	4	1	3	4	4	4	3	4	1	3	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	3
Estudiante 23	3	2	2	2	2	3	2	4	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	5	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Estudiante 24	5	4	4	3	3	4	3	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	2	3	2	3	3	3	2	4	3	2	3	2	3	3	4	2	3	3	4
Estudiante 25	4	2	1	1	1	4	1	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	1	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	4
Estudiante 26	3	5	4	4	4	3	5	3	3	4	3	2	5	5	5	5	5	3	3	5	2	2	3	3	4	2	3	2	3	2	4	3	2	4	3	3	3	4
Estudiante 27	5	3	4	3	2	5	3	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	3	3	4	3	2	3	4	4	3	3	4	2	3	3	3	3	2	3	4	3	4
Estudiante 28	4	3	2	3	3	4	3	2	4	5	3	5	5	3	2	4	3	4	5	3	5	5	5	5	5	5	3	2	1	2	3	1	1	2	2	2	1	1
Estudiante 29	4	4	3	2	2	4	2	4	3	5	4	5	3	5	2	3	4	5	4	4	3	2	3	2	4	3	2	2	3	2	1	3	2	1	2	2	2	4

Apéndice F

CONCENTRADO DE DATOS ENCUESTA S-STEM POSTEST GRUPO EXPERIMENTAL																																							
	DIMENSIÓN A, CIENCIA									DIMENSIÓN B, TEC-ING									DIMENSIÓN C, MATEMÁTICAS								DIMENSIÓN D, INTERÉS EN PROFESIONES STEM												
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
Estudiante 1	4	4	3	4	3	4	2	3	2	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	2	4	3	3	3	2	2	4	3	3	4	3	2	3	3	3
Estudiante 2	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	4
Estudiante 3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	5	3	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	5	3	3	2	1	1	3	4	1	2	4	2	3	3	4
Estudiante 4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	4
Estudiante 5	4	3	4	3	4	4	4	3	2	4	5	3	4	3	4	3	4	4	4	2	4	4	3	3	4	4	3	2	2	1	2	1	2	3	1	2	3	4	
Estudiante 6	3	3	3	3	3	4	3	5	3	2	4	2	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	1	2	2	3	1	4	2	2	3	2	1	2
Estudiante 7	4	3	3	4	3	4	4	5	5	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	5	3	1	2	3	2	2	4	2	1	3	2	2	1	
Estudiante 8	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	2	1	1	3	1	1	3	1	2	3	4
Estudiante 9	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	5	5	4	3	5	4	4	5	5	3	1	2	2	3	2	1	4	2	2	3	4	
Estudiante 10	4	4	5	3	4	5	4	5	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	2	2	3	3	3	4	2	2	4	3	2	2	
Estudiante 11	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4	3	3	2	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	2	1	3	2	2	4	1	1	3	2	1	2
Estudiante 12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	2	3	2	1	4	2	3	3	4
Estudiante 13	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3
Estudiante 14	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	4	3	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Estudiante 15	3	2	3	3	3	4	2	2	2	4	3	2	5	2	3	3	4	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Estudiante 16	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	3	2	3	1	1	4	2	3	3	4
Estudiante 17	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	2	4	4	2	3	3	3	3	1	1	2	1	4	2	2	3	2	3	
Estudiante 18	3	3	3	2	3	3	3	3	2	4	4	3	3	4	3	3	5	5	4	4	3	3	4	2	4	3	2	1	1	1	3	1	1	3	1	1	2	4	
Estudiante 19	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Estudiante 20	4	3	2	2	2	4	2	3	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4	5	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
Estudiante 21	3	3	4	3	3	4	2	4	3	4	4	4	3	3	2	4	4	3	3	3	3	2	2	3	3	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
Estudiante 22	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	5	4	1	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	
Estudiante 23	4	3	3	4	4	3	2	3	3	5	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	1	3	2	3	3	2	1	3	3
Estudiante 24	3	2	3	4	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3	3	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2
Estudiante 25	3	2	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	5	4	5	4	3	3	3	3	3	2	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Estudiante 26	4	4	3	4	4	5	3	4	4	3	4	5	5	5	4	4	5	4	3	4	3	3	4	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4
Estudiante 27	4	4	3	2	3	4	3	4	3	3	3	2	4	2	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	1	1	1	2	1	2	1	3	1	1	1	3
Estudiante 28	2	2	4	2	2	4	2	4	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	1	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2
Estudiante 29	4	3	4	3	3	4	3	3	2	4	4	3	3	2	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	1	2	2	4	1	4	3	2	3	1	4	
Estudiante 30	5	4	2	4	5	5	3	5	3	5	5	2	5	5	5	5	4	5	3	4	3	3	5	2	2	3	4	4	4	2	1	1	3	2	1	4	1	4	
Estudiante 31	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	2	3	3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	4
Estudiante 32	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	2	2	2	2	3	2	1	3	2	3	2	3
Estudiante 33	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	2	2	3	4	5	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	
Estudiante 34	3	3	4	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	1	3	4	4	3	5	4	4	4	4	5	4	5	4	1	1	3	3	3	4	1	1	3	3	2	2
Estudiante 35	3	4	3	2	2	4	3	4	4	2	3	2	2	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	1	1	2	3	2	3	2	1	1	1	2

Apéndice G

Monterrey N.L. a 15 de noviembre de 2023

Apreciados padres de familia:

Por medio de la presente les solicitamos su autorización para que su hijo(a) participe en la investigación:

“La robótica educativa como estrategia para incrementar las vocaciones en estudiantes de secundaria en las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas”.

Llevada a cabo por Maribel Flores Zaragoza, estudiante de Posgrado de la Facultad de Filosofía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

La participación de su hijo(a) es voluntaria y consiste en responder el instrumento “Encuesta sobre actitudes de los estudiantes hacia STEM (S-STEM)” la cual consta de 47 preguntas. Las preguntas son acerca de los gustos e intereses de los estudiantes hacia las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés).

La participación de su hijo(a) aportara información para el logro de la investigación, cuyo fin es el de ayudar a difundir y promover el interés de los estudiantes hacia las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Si tiene alguna duda o requiere de más información no dude en solicitarla al correo maribel@semti.mx.

Le informamos que la identidad, así como los datos personales de su hijo(a) no serán divulgados en dicho estudio. Si está de acuerdo en que su hijo(a) participe le pedimos firmar el acuerdo de autorización.

- - - - -

Yo, _____, autorizo la participación de mi hijo(a) _____ en la investigación:

“La robótica educativa como estrategia para incrementar las vocaciones en estudiantes de secundaria en las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas”.

Declaro que he leído y me queda claro en que consiste la participación de mi hijo(a) en este estudio. Se me brindó un correo electrónico para en caso de tener preguntas estas fueran aclaradas. No habiendo dudas, estoy de acuerdo en que mi hijo(a) participe.

Firma del padre o tutor que autoriza

Fecha: _____