



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DECANATURA DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA – VUAD

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DOCTORADO EN EDUCACIÓN

**LA ROBÓTICA EDUCATIVA: UNA INTERDISCIPLINA DIDÁCTICA INTEGRADORA
PARA LA ENSEÑANZA**

Diego José Molano García

Bogotá D.C.

2022

**LA ROBÓTICA EDUCATIVA: UNA INTERDISCIPLINA DIDÁCTICA INTEGRADORA
PARA LA ENSEÑANZA**

Diego José Molano García

Doctor. Oscar Leonardo Acero Ordoñez

Director de tesis

Tesis para optar al título de Doctor en Educación

Bogotá D.C.

2022

Tesis aprobada por:

Director de tesis

Oscar Leonardo Acero Ordoñez

Jurados:

Institucional. Doctora Angela Patricia Cárdenas.

Nacional. Doctor John Jairo Páez.

Internacional. Horacio Ferreira.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	4
INDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Problema de investigación	19
1.1.1. Pregunta de investigación	34
1.1.2. Preguntas secundarias	34
1.2. Objetivos	34
1.2.1. Objetivo general	34
1.2.2. Objetivos específicos	34
1.3. Justificación	35
II. MARCOS DE REFERENCIA	48
2.1. La robótica y su relación con la didáctica	49
2.1.1. Didáctica para las tecnologías educativas.....	49
2.1.2. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento	54
2.1.3. Robótica educativa como interdisciplina en el contexto de la tecnología educativa.....	58
2.2. Estado del arte	60
2.2.1. Investigaciones internacionales de robótica en el aula en la educación media.....	64
2.2.2. Investigaciones nacionales de la robótica en la educación media.....	69
2.2.3. Materiales y empresas líderes globales en los temas de robótica en educación.....	77
2.3. Marco teórico y conceptual	83
2.3.1. Tecnologías exponenciales	84
2.3.2. Robot.....	86
2.3.3. Robótica	88
2.3.4. Robótica didáctica	89

2.3.5.	Socioconstructivismo	91
2.3.6.	Construccionismo.....	93
2.3.7.	Interdisciplinariedad.....	96
2.3.8.	Integralidad de conocimientos	98
2.3.9.	Didáctica.....	99
III.	MARCO METODOLOGÓGICO	105
3.1.	Elementos para la recopilación y análisis de esta investigación.....	110
3.1.1.	Abordaje del objetivo número 1.....	112
3.1.2.	Abordaje del objetivo número dos.....	113
3.1.3.	Abordaje del objetivo número tres.	118
3.1.4.	Abordaje del objetivo número cuatro.....	120
3.2.	Población	122
IV.	LAS PROPUESTAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN PROYECTOS INTERDISCIPLINARES	125
4.1.	Aprendizaje basado en proyectos	128
4.2.	Aprendizaje basado en problemas	132
4.3.	<i>Design Thinking</i>	136
4.4.	Aprendizaje colaborativo	140
4.5.	Gamificación	143
4.6.	Aula Invertida.....	147
4.7.	Aprendizaje basado en retos.....	150
4.8.	STEM	152
V.	RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA.....	156
5.1.	Materiales educativos con robots más destacados a nivel internacional	157
5.1.1.	L.E.G.O.....	157
5.1.2.	VEX ROBOTICS.....	161
5.1.3.	MAKEBLOCK.....	163
5.1.4.	MICROBIT.....	166
5.2.	Materiales didácticos con robots usados en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá (Colombia).....	169
5.2.1.	Características y particularidades de los robots más usados en la educación media.....	171
5.2.1.1.	Arduino	171

5.2.1.2. Tinkercad.....	178
5.2.1.3. Yenka Tecnología.....	186
5.2.1.4. Scratch.....	192
5.1.2.5. Materiales de bajo costo y reutilizables	198
VI. LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y SUS IMPLICACIONES EN LA ENSEÑANZA	203
6.1. Aspectos generales demográficos	205
6.2. Percepciones y prácticas relacionadas con la robótica en el aula.....	210
6.3. La robótica y sus implicaciones interdisciplinares	224
6.4. Aspectos didácticos de la robótica	232
VII. PROPUESTA DIDÁCTICA INTERDISCIPLINAR INTEGRADORA DE CONOCIMIENTOS POR MEDIO DEL USO DE LA ROBÓTICA	242
7.1. Construcción de esta propuesta didáctica.....	247
7.2. ¿Cómo se validó esta propuesta de investigación?.....	267
7.2.1. Mecanismo online para realizar la validación de la investigación	268
7.2.2. Sesiones de trabajo para la validación	273
7.2.3. Sesión Uno. Contextualización.....	274
7.2.4. Sesión 2. Reconcentración de ideas	281
7.2.5. Sesión 3. Materialización.....	291
7.2.5.1. Robot de limpieza.....	295
7.2.5.2. Robot de rescate	301
7.2.5.3. Robot mesero bípedo distribuidor de refrigerios	310
7.2.6. Sesión 4. Implementación.....	320
7.3. Análisis de la validación de la propuesta didáctica.....	325
7.4. Propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos definitiva.	352
7.4.1. Cambios de la propuesta a partir de la validación.....	354
VIII. HALLAZGOS Y RESULTADOS	360
8.1. Hallazgos.....	360
8.2. Hallazgos emergentes.....	366
8.3. Conclusiones	367
8.4. Recomendaciones	370
IX. REFERENCIAS.....	372

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Objetivo de desarrollo sostenible. Calidad Educativa	30
Figura 2. Elementos del problema de investigación.....	333
Figura 3. Principales referentes orbitales de la robótica en procesos de educación media.....	69
Figura 4. Empresa LEGO	78
Figura 5. Empresa Fischertechnik	79
Figura 6. Materiales empresa Ciencia y Robótica	80
Figura 7. Empresa Softbank Robotics.....	81
Figura 8. Empresa Boston Dynamics.....	81
Figura 9. Empresa Rethink Robotics.....	82
Figura 10. Tecnologías exponenciales. Basado en el Libro La Gran Transición	855
Figura 11. Figura de robot.....	87
Figura 12. Robótica	88
Figura 13. Robot didáctico. Hexápodo seguidor de luz	900
Figura 14. Tecnología EV3 de LEGO	956
Figura 15. Marco metodológico	108
Figura 16. Abordaje del objetivo general	1100
Figura 17. Matriz usada en el análisis de información para el objetivo número uno	1122
Figura 18. Escala de Likert de forma gráfica.....	1155
Figura 19. Elementos de la escala de Likert de forma gráfica	1177
Figura 20. Población de la investigación	123
Figura 21. Expertos que aportaron en la investigación	1244
Figura 22. Propuestas didácticas usando robots en la educación media	1266
Figura 23. Propuestas didácticas en la educación media propuestas por los docentes, expertos y empresarios	1277
Figura 24. Etapas del aprendizaje basado en proyectos.	1300
Figura 25. Aprendizaje basado en problemas	1333
Figura 26. Pasos del Design Thinking.	1388
Figura 27. Fases del aprendizaje colaborativo.	1412
Figura 28. Etapas de la Gamificación.	144
Figura 29. Pasos del aula invertida.....	1488
Figura 30. Etapas del aprendizaje basado en retos.	1511
Figura 31. Modelos del proceso de diseño en ingeniería.....	1544
Figura 32. Elemento de fichas ensamblables LEGO.....	1577
Figura 33. Ladrillo EV3	1588
Figura 34. Sensores y/o transductores de LEGO	159
Figura 35. Software de programación de LEGO	1600
Figura 36. Paquete VEX.....	1611
Figura 37. Partes mecánicas básicas de un kit VEX GO.	1622
Figura 38. Electrónica y sensores de kit básico VEX GO	1633

Figura 39. Partes estructurales del kit básico MAKERBLOCK	1644
Figura 40. Placa electrónica ARDUINO UNO	1655
Figura 41. Placa electrónica de MICROBIT	1655
Figura 42. Placa Microbit V2	1666
Figura 43. Kit de sensores Microbit V2	1677
Figura 44. Software MakeCode inicial.....	168
Figura 45. Materiales de robótica usados en la educación media en colegios públicos	1700
Figura 46. Placa de Arduino UNO junto con sus partes.....	1722
Figura 47. Sensores de ARDUINO más usados	1744
Figura 48. Entorno de trabajo del software de programación de ARDUINO.....	1744
Figura 49. Facilidad en el uso de los estudiantes de la tecnología ARDUINO.....	1755
Figura 50. Sentido de pertenencia que puede generar al construir robots con la tecnología el ARDUINO	176
Figura 51. Habilidades del Siglo XXI, que potencia el ARDUINO.....	1777
Figura 52. Interdisciplinariedad que puede lograrse a través de ARDUINO	1788
Figura 53. Plataforma Tinkercad.	179
Figura 54. Sección Diseños 3D en Tinkercad	1800
Figura 55. Sección Circuitos en Tinkercad	1811
Figura 56. Áreas del conocimiento que pueden ser interdisciplinarias usando Tinkercad.....	1833
Figura 57. Habilidades del siglo XXI a través de Tinkercad	1844
Figura 58. Potencial de roles de los estudiantes usando Tinkercad	1855
Figura 59. Entorno Yenka.....	187
Figura 60. Percepción de los docentes frente al sentido de pertenencia que genera diseñar un robot con Yenka	189
Figura 61. Integración de las áreas del conocimiento a través de Yenka	1900
Figura 62. Yenka posibilita la construcción de nuevos conocimientos.....	1911
Figura 63. Entorno base de la plataforma Scratch	1922
Figura 64. Proyecto de Scratch	1944
Figura 65. Habilidades del siglo XII que pueden potenciarse a través de la plataforma Scratch.....	1955
Figura 66. Robots educativos por nivel educativo en la plataforma Scratch.....	1966
Figura 67. Material de apoyo educacional que tiene Scratch para el maestro	1977
Figura 68. Estructura de prototipo robótico hecho con materiales de fácil consecución y reutilizables	2000
Figura 69. Circuito elaborado para prototipo robot de apoyo	2011
Figura 70. Encuesta para los docentes de colegios públicos.....	2044
Figura 71. Entrevista Mónica Brijaldo. Investigadora experta en procesos de Educación con Tecnologías emergentes.....	2055
Figura 72. Genero de los profesionales que trabajan robótica en la educación básica y media	2066
Figura 73. Niveles de formación de los docentes que usan robots en la educación básica y media.....	2077
Figura 74. Ciclos de la educación colombiana donde se trabajan robots en el aula de clase.....	209
Figura 75. Experiencias de los docentes con robots en el aula	211
Figura 76. Intencionalidades de usar robots como estrategia de enseñanza.....	216
Figura 77. Jerarquización de las intencionalidades del uso de la robótica en la educación básica y media	222

Figura 78. Áreas que pueden ser implementadas en un trabajo interdisciplinar usando robots.....	226
Figura 79. Iniciativas interdisciplinarias usando robots en la escuelas públicas de Bogotá	228
Figura 80. La posibilidad de que al robótica sea parte de una estrategia didáctica en el aula	233
Figura 81. Estrategias didácticas usando robots	233
Figura 82. Relación del PEI institucional con las estrategias didácticas derivadas del uso de la robótica.....	237
Figura 83. Clasificación de las didácticas.....	245
Figura 84. Propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos a través del uso de la robótica	246
Figura 85. ¿Cómo se ensamblaron las etapas de implementación en el aula de esta propuesta didáctica?	249
Figura 86. Aportes del análisis de la información del objetivo número 1 a la propuesta didáctica	250
Figura 87. Elementos tradicionales de una didáctica.	252
Figura 88. Elementos de esta propuesta didáctica emergente	253
Figura 89. Instrumento de recopilación de información para el objetivo número dos	256
Figura 90. Aportes del objetivo número dos a la propuesta de investigación doctoral	259
Figura 91. Red semántica del primer análisis de la información del objetivo número tres.....	260
Figura 92. Posibles aportes a esta propuesta didáctica desde la integralidad del conocimiento.....	261
Figura 93. Propuesta didáctica con los aportes del objetivo Número tres	265
Figura 94. Propuesta didáctica resaltado del trabajo de la tesis doctoral.....	266
Figura 95. Profesores que apoyaron la validación de la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos.....	267
Figura 96. Mecanismo diseñado para recepcionar la información de la validación en las I.E.D.....	269
Figura 97. Plataforma de validación en las I.E.D.	269
Figura 98. Espacio web de la sesión número uno de los estudiantes de los I.E.D.	270
Figura 99. Paso 1. Subir archivos por parte de los estudiantes de los I.E.D.	271
Figura 100. Paso número dos. Subir archivos a la plataforma	271
Figura 101. Paso número tres para subir archivos a la plataforma de validación	272
Figura 102. Avances en uno de los I.E.D. Sesión uno	273
Figura 103. Sesiones de validación de propuesta de investigación	274
Figura 104. Sesión número 1. Validación de la propuesta didáctica	275
Figura 105. Instrumento de recopilación de información. Sesión uno.....	276
Figura 106. Apoyo para para el maestro. Sesión uno.....	278
Figura 107. Material de apoyo para los estudiantes. Sesión 1.	281
Figura 108. Pasos del momento. Reconcentración de ideas	282
Figura 109. Matriz lluvia de ideas interdisciplinar – integral.....	283
Figura 110. Matriz de hallazgos preliminares. Etapa de posibles soluciones interdisciplinarias - integradoras de conocimientos.	284
Figura 111. Formato para el diseño del prototipo robot.....	285
Figura 112. Material de apoyo en dispositivas para el docente. Sesión dos	286
Figura 113. Guía de trabajo para los estudiantes. Sesión 2.....	290
Figura 114. Material de apoyo para el docente. Sesión tres.	292
Figura 115. Guía de trabajo didáctico de la sesión número tres, hecha por los estudiantes de colegios públicos de Bogotá	320
Figura 116. Etapas por validar en la sesión número cuatro.	321

Figura 117. Material visual de apoyo al docente. Sesión número cuatro.	322
Figura 118. Consolidado de validación en todas instituciones educativas. Momento contextualización.	326
Figura 119. Construcción de equipos a través de la propuesta didáctica.	327
Figura 120. Construcción de situación problemática desde la interdisciplinariedad e integralidad del conocimiento	328
Figura 121. Objetivos de trabajo desde la integralidad e interdisciplinariedad	329
Figura 122. El contexto de la propuesta didáctica desde la integralidad e interdisciplinariedad.....	329
Figura 123. Construcciones interdisciplinarias e integrales de las teorías alrededor del uso de robots ..	330
Figura 124. Propuesta didáctica interdisciplinar integradora de conocimientos con el uso de robots ...	331
Figura 125. Instrumento de observación consolidado de la observación en la validación. Reconcentración de ideas.....	332
Figura 126. Necesidad de abordar el trabajo a través de lluvia de ideas interdisciplinar e integral	333
Figura 127. Soluciones a la situación problemática viendo este de forma integral e interdisciplinar	333
Figura 128. Validación del diseño del prototipo y sus posibilidades integrales - interdisciplinarias	334
Figura 129. Análisis de la sesión 3, USANDO robots en el aula de clase	335
Figura 130. Análisis de la sesión 3, SIN el uso de robots en el aula de clase	336
Figura 131. Asignación de roles dentro del equipo de trabajo.....	337
Figura 132. Relación del entorno versus el prototipo construido	338
Figura 133. Análisis de la construcción del prototipo con materiales de fácil consecución y reciclados	339
Figura 134. Habilidades del siglo XXI a través de la construcción de prototipos robóticos.....	340
Figura 135. Relaciones interdisciplinarias en la construcción de prototipos robóticos	341
Figura 136. El manejo de las herramientas en la construcción de prototipos robóticos.....	342
Figura 137. Integralidad del conocimiento a través del uso del robot	343
Figura 138. Análisis de la información del momento número cuatro usando robots en la propuesta didáctica	344
Figura 139. Matriz de análisis de la validación de la sesión número cuatro, sin el uso de los robots	345
Figura 140. Análisis del aprendizaje de los estudiantes en la validación de la propuesta didáctica.....	349
Figura 141. Comparación del proceso de aprendizaje de la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos	350
Figura 142. Análisis comparativo de los ajustes del robot, teniendo en cuenta la integralidad de la propuesta	351
Figura 143. Análisis comparativo de los ajustes del robot, teniendo la interdisciplinariedad de la propuesta didáctica	352
Figura 144. Propuesta didáctica interdisciplinar integradora de conocimientos definitiva	353
Figura 145. Propuesta de investigación antes de la validación	355
Figura 146. Propuesta ajustada y definitiva	358

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz metodológica de esta investigación	109
Tabla 2. Niveles de la escala de likert usada para el objetivo número dos	1144
Tabla 3. Mensaje para la población a impactar con la escala de likert	115
Tabla 4. Elementos importantes que aportaron las diversas propuestas didácticas que usan robots en la educación	248
Tabla 5. Guía de apoyo para el docente. Sesión 1.....	279
Tabla 6. Guía de trabajo detallada para el maestro. Sesión dos.	287
Tabla 7. Material de apoyo para el docente. Sesión número tres.....	292
Tabla 8. Prototipos y características de cada institución educativa por localidad	294
Tabla 9. Guía de plataforma base de robot de servicios de aseo	296
Tabla 10. Guía de ensamble de robot ápodó para rescates	302
Tabla 11. Guía de ensamble prototipo robot bípedo mesero.	311
Tabla 12. Material de apoyo impreso para el docente Sesión 4.	323
Tabla 13. Guía entregada por los estudiantes en la sesión número cuatro de la validación	324
Tabla 14. Formato de evaluación de aprendizajes de la propuesta didáctica	346
Tabla 15. Elementos detallados de la propuesta didáctica interdisciplinar integradora de conocimientos	354
Tabla 16. Ajuste de la propuesta en el momento Contextualización	356
Tabla 17. Ajuste de la propuesta en el momento implementación	357

RESUMEN

Esta investigación se basa en el diseño de una propuesta didáctica que tiene como base a la robótica educativa, vista como interdisciplina, con el fin de fortalecer los procesos de aprendizaje que se trabajan desde el área de tecnología e informática en la educación media, en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá (Colombia).

Para alcanzar los objetivos propuestos en la investigación, se tomará como base la perspectiva epistemológica del paradigma mixto, con un diseño metodológico mixto, exploratorio secuencial.

En conjunto, este proyecto logró contribuir en la construcción de una didáctica para la enseñanza de la robótica con materiales de fácil consecución y reciclados, que muestran las potencialidades de esta tecnología en el aula a la hora de realizar procesos que integren el conocimiento, de una forma interdisciplinar.

Palabras clave: robótica, didáctica, interdisciplinariedad, integración de conocimientos, educación pública, pedagogía.

ABSTRACT

This research presents the design of a didactic proposal that is based on educational robotics seen as interdisciplinary subject, to strengthen the learning processes that are worked on the area of technology and information technology in secondary education in public schools of the city of Bogota (Colombia).

To achieve the objectives proposed in the research, the epistemological perspective of the mixed paradigm will be taken as a basis, with a sequential exploratory mixed methodological design.

From a general perspective, this project managed to contribute to the construction of a didactic for teaching robotics with easily available and recycled materials, which show the potential when conducting processes that integrate knowledge; to carry out this, in an interdisciplinary way.

Keywords: robotics, didactics, interdisciplinarity, integration of knowledge, public education, pedagogy.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación doctoral tuvo como propósito diseñar una propuesta didáctica con el uso de la robótica, entendida como interdisciplina, para fortalecer el aprendizaje interdisciplinar de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media.

En la problematización de la investigación, se reconoce que la robótica es una tecnología exponencial, desde los postulados de López Portillo (2018), de gran desarrollo en la actualidad, que se emplea en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación media, desde metodologías que vienen desde otros campos del conocimiento. Por mencionar algunos ejemplos, el ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), proviene de los procesos educativos de la medicina (Escribano, 2008). El *Design Thinking*, desde la ingeniería industrial (Brown, 2009). Este hábito de usar procesos de enseñanza con robots, en otras áreas, no ha sido posible de desarrollar una propuesta didáctica propia para la robótica de manera interdisciplinar (Maingain, 2002). Por la misma naturaleza tecnológica, la robótica cuenta con elementos de diversas ingenierías como la electrónica, la mecánica y los sistemas de información. En esta línea, se desean aprovechar las intersecciones entre las diversas áreas de conocimiento, para convertir este potencial, en aprendizajes interdisciplinarios de los participantes. Asimismo, dentro de la propuesta didáctica que se diseñó en la investigación, se tuvo en cuenta una situación problema que afecta a la comunidad: el entorno y la economía de la población, vinculada a las instituciones educativas públicas, lo que permitió agregar un sentido integral del conocimiento (Castro, 2022).

La propuesta doctoral, buscó impactar los procesos de formación y aprendizaje en las escuelas públicas de Bogotá en particular, pero aporta a la educación en su conjunto, desde las comprensiones interdisciplinarias en el aula de clase, así como poder vincular una tecnología 4.0, como la robótica, de forma incluyente en los procesos de la educación básica y media, con materiales de bajo costo y reutilizables. La anterior característica es una realidad de las escuelas públicas colombianas, porque los docentes se rigen por medio de la Ley General de Educación, Ley 115 de 1994, y la gratuidad educativa que ofrece Colombia a los estudiantes de la básica y media.

Desde de los principios de la ley de educación, el Gobierno nacional promueve la gratuidad educativa, de conformidad con el Decreto 4807 de 2011 (Ministerio de Educación Nacional, 2011), el cual prohíbe que los funcionarios públicos de la educación soliciten materiales a los estudiantes, ya que todos estos elementos los debe brindar el Estado, por medio de los almacenes de materiales de cada institución educativa.

Pasando al marco metodológico de la investigación, se enmarca en la perspectiva epistemológica del paradigma mixto (Creswell, 2013). El diseño metodológico por implementar, es mixto exploratorio secuencial, de acuerdo con los escritos de Creswell (2013). Para dar credibilidad y validez al proceso de investigación, se toma como base los planteamiento de Hong (2018).

Los elementos que dan soporte y justificación a la investigación están los aspectos relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, de la UNESCO (2015), especialmente el número cuatro, relacionado con la educación de calidad. En

este sentido, el Gobierno colombiano ha desarrollado dos Consejos Nacionales de Política Económica y Social, CONPES: el 3975, y el 3988 (Departamento Nacional de Planeación, 2020). El primero de ellos, enfocado a impulsar la apropiación de tecnologías 4.0 en las industrias y el segundo, que tiene como fin generar una alfabetización digital con respecto a este tipo de tecnologías. En esta línea, una investigación que aporte en la construcción de una propuesta didáctica para la enseñanza de una de estas tecnologías, es trascendental, porque no solo genera conocimientos desde los aspectos educativos, sino que, además, permite la relación directa de las personas con tecnologías emergentes, que necesita la Nación en su desarrollo tecnológico.

Pasando a la descripción de cada uno de los capítulos, en el número uno, se realiza una descripción detallada de los elementos que están involucrados en el problema de investigación, que incluye los planeamientos de la UNESCO (2015), las políticas en el área de tecnología e informática, desde los planteamientos del Ministerio de Educación Nacional, la enseñanza a través de un conocimiento fragmentado, la gratuidad educativa, el aprendizaje descontextualizado y el de preparar personas para el mundo actual y futuro.

En el número dos, se desarrollaron los marcos de referencia que incluyó el estado del arte, vinculado a los aspectos importantes relacionados con las investigaciones internacionales, regionales, nacionales y distritales, relacionadas con los robots en el aula en la educación media, plataformas tecnológicas más usadas a nivel mundial de robótica. En el marco teórico, se hizo la relación de las tecnologías exponenciales y tecnologías educativas por medio de robots; asimismo, la relación

entre la robótica y las didácticas, a partir de los planteamientos de Santiváñez (2017), en el área de tecnología e informática, las posturas socioconstructivistas y el construccionismo planteado por Papert (2009). Al final del capítulo, se resaltan los postulados epistemológicos de las categorías principales de la investigación como los son la didáctica, la interdisciplinariedad, desde los postulados de Maingain (2002), y la integración de conocimiento (Castro, 2022).

En el capítulo número tres, se hace una descripción detallada del marco metodológico, que incluye instrumentos de recolección de información y metodologías de abordaje de cada uno de los objetivos.

En el capítulo número cuatro, se hace una caracterización de las propuestas didácticas usadas en la enseñanza de la robótica en proyectos interdisciplinarios, trabajados en el área de tecnología e informática en la educación media, a través de un análisis textual y de contenido.

En el número cinco, se comparan los recursos tecnológicos que son usados como herramientas didácticas de robótica para el área de tecnología e informática en la educación media, por medio de un análisis cuantitativo correlacional de dos variables.

En el número seis, se analizan los aportes didácticos de la robótica, vista como interdisciplina en el área de tecnología e informática para la educación media, a través del análisis del discurso, utilizando el Atlas Ti.

En el capítulo número siete, se validan los aportes didácticos de la robótica, entendida como interdisciplina en los aprendizajes de los estudiantes del área de

tecnología e informática en la educación media. Esta implementación se hace en tres localidades de Bogotá y en algunos colegios públicos de cada una de ellas.

Por último, se muestra los hallazgos, conclusiones y recomendaciones que se hacen desde esta investigación.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problema de investigación

El planeta, actualmente está pasando por un momento histórico clave que vincula los aspectos del cambio climático relacionados con el cuidado que se debe tener del ecosistema; para la UNESCO (2015), es importante para la humanidad propiciar ambientes de trabajo autosostenibles y duraderos en el tiempo, para que las nuevas generaciones puedan llegar a tener una calidad de vida óptima. Se trabaja en múltiples iniciativas gubernamentales para este problema; sin embargo, otras dificultades brotan, teniendo en cuenta la desigualdad social en la actualidad, como lo menciona el Banco Mundial (2020):

Se prevé que la pobreza extrema mundial aumentará por primera vez en más de 20 años en 2020 como resultado de las perturbaciones ocasionadas por la pandemia de COVID-19 (coronavirus) y agravadas por las fuerzas de los conflictos y el cambio climático, que ya estaban desacelerando los avances en la reducción de la pobreza. (p. 1)

Esta definición, muestra la inmensa desigualdad del orbe. Solo por mencionar alguno de estos aspectos, un porcentaje mínimo de la población mundial maneja una gran parte de la riqueza económica; esta situación sin duda, genera violencia y desplazamiento de las personas del campo a la ciudad, entre otras problemáticas sociales que afectan nuestro ecosistema natural y la calidad de vida.

Esta brecha económica genera dos problemas adicionales que se publican por la ONG, *Bread for de Word* (2020), por un lado, la escasez extrema, debido a que no se cultivan los alimentos en las zonas fértiles y por el otro, la hambruna en las personas menos favorecidas, debido a que los alimentos que se producen en algunos lugares solo pueden acceder a ellos ciertas personas, los que cuentan con los recursos monetarios necesarios para comprarlos. En esta línea, estos desafíos están relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, planteados por la UNESCO (2015), que manifiestan:

Estamos resueltos a poner fin a la pobreza y el hambre en todo el mundo de aquí a 2030, a combatir las desigualdades dentro de los países y entre ellos, a construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas, a proteger los derechos humanos y promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas, y a garantizar una protección duradera del planeta y sus recursos naturales”, señalaron los Estados en la resolución. (p. 1)

Asimismo, la UNESCO (2015), busca “Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos” (p. 1). Este planteamiento permite iniciar el abordaje de este problema de investigación donde la educación es un elemento clave en la solución de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible). Este es un aliciente para iniciar este trabajo que pueda permitir, antes del año 2030, reducir la desigualdad entre las personas. Dentro de las conclusiones de los ODS, se logró unificar criterios relacionados con la educación de

calidad, los medios económicos, así como educativos, para una mayor y mejor alfabetización de las personas a nivel mundial.

Es allí donde aparecen las tecnologías 4.0 que, para este caso, una de ellas, la robótica, es un elemento clave en el posicionamiento de estas propuestas educativas globales, como una alternativa que aporte en las soluciones relacionadas con la brecha digital que se tiene en el mundo para reducir el analfabetismo y potenciar el trabajo mancomunado entre el sistema público y privado (Banco Mundial, 2020).

Desde los planteamiento de López (2018), se destaca que la robótica es una tecnología exponencial, de gran desarrollo en la actualidad, que es trabajada en la educación media como una disciplina didáctica, lo que limita su comprensión y su naturaleza interdisciplinar (Maingain, 2002). La robótica educativa hace parte de una las ramas de la robótica, como lo plantea González (2012), en la que se puede integrar el conocimiento a través de un proyecto vinculado a las ingenierías.

El trabajo que se realiza a nivel mundial con tecnologías, ha empezado a permear los procesos educativos contemporáneos, de forma importante. Desde la revisión bibliográfica se evidencia que la robótica, en la mayoría de sus implementaciones en la educación, ha sido vista como una disciplina, limitando su potencial integrador de conocimiento, como lo plantea Botero (2018), y restringiendo el potencial como un elemento que puede aportar en lo didáctico, pedagógico y/o curricular dentro del aula de clase.

Esta tecnología (robótica), debería tratarse como una interdisciplina, porque es posible ver el conocimiento de forma integral, potenciando las posibles aplicaciones educativas en los diversos contextos (Maingain, 2002). Una de las fortalezas al ser trabajada de esta forma, es que permite construir un saber adecuado, para una situación determinada; esto no implica ninguna desvalorización de los conocimientos de cada una de las disciplinas que tiene inmersa la robótica; por el contrario, se aprovecha el potencial de cada una de estas áreas (mecánica, electrónica y sistemas de información digital), de forma integral, dentro de la construcción de posibles soluciones del entorno de los estudiantes.

Para este trabajo se tomará como referente el concepto de disciplina, planteado por Fourez (2015), quien lo argumenta que:

Toda disciplina profesional es construida de acuerdo con los intereses de una agrupación profesional (como organización social establecida y reconocida) y de una mirada específica (a modo de modelización o escenificación de su mundo particular), de ahí que la complejidad del objeto de estudio, su relevancia e interés, el arte de constitución de la disciplina, los saberes vinculados a esta actividad, sus métodos y presupuestos, así como sus prácticas sociales son un producto de un tipo de organización puntual y del reconocimiento e impulso por la sociedad y sus poderes (económicos, culturales, militares, etc.) de su estatuto diferencial. (p. 14)

Desde el punto de vista anterior, la robótica educativa puede verse como una disciplina que se hace evidente para los intereses particulares en el conocimiento de

algunos profesionales; para este caso, en las áreas de las ingenierías, en campos como la inteligencia artificial y en los últimos años, con el IoT (Internet de las cosas) (González E, 2009). Desde las ciencias de la educación, puede aportar en la construcción curricular, pedagógica y didáctica, buscando procesos de enseñanza y aprendizaje basados en esta tecnología.

Desde hace algunos años a nivel mundial, se ha iniciado la inserción de algunas prácticas de robótica en la educación que arranca en 1968 con la creación del lenguaje de programación LOGO, en el que se visualiza una naciente iniciativa que involucra una nueva herramienta tecnológica en los procesos educativos norteamericanos (Red LATE México, 2016). La intención era la de acercar, de forma divertida, el conocimiento a los estudiantes, a través de un artefacto llamativo que permitiera relacionar conceptos de ingeniería. Con el tiempo, estos dispositivos empezaron a ser el centro de atención de algunas universidades destacadas; allí se construyeron laboratorios de tecnología enfocados a la robótica; asimismo, se incluyeron estos artefactos en algunos procesos educativos universitarios (Sánchez Martín, 2007).

Con el transcurrir del tiempo, esta tecnología traspasó los laboratorios ingenieriles de las universidades, para incursionar en los procesos educativos de la educación media, como lo plantea Bravo (2012). En la actualidad, se trabajan como parte de las actividades extracurriculares de algunos estudiantes y en pocos casos, en los currículos formales, como sucede en Madrid (España), donde la robótica incursiona directamente en la cotidianidad de las sesiones de clase (Gobierno de Madrid, 2015).

Los investigadores, docentes y empresarios relacionados con esta tecnología empezaron a darse cuenta que no solo en la industria era posible usar robots, sino que

tenían unas potencialidades muy especiales que podrían usarse en ambientes de aprendizaje y que, a través de estos artefactos, es posible impulsar en los estudiantes la colaboración, la creatividad, así como la elaboración de prototipos funcionales relacionados con algunas comunidades de aprendizaje en torno a esta nueva dinámica escolar (González, 2016).

Desde un abordaje que se centra específicamente en la robótica educativa como una disciplina, se toman en cuenta, de forma general, los aspectos curriculares relacionados con la ingeniería electrónica, mecánica y de sistemas, como lo plantea Pinto (2010). Adicionalmente, en los últimos años, con la aparición de nuevas tendencias en estas carreras tecnológicas, como la mecatrónica, telemática y la misma robótica, se han potenciado nuevos conocimientos que pueden ser vinculados con propuestas didácticas. Lo clave de la incursión de estas carreras profesionales en la robótica, es que permitieron el desarrollo de *kits* de trabajo para la temática, que tienen como fin acercar, de forma divertida, el conocimiento de estas áreas complejas, entre las que se destacan las matemáticas y algunas ramificaciones de las ciencias naturales, como la física aplicada o la química.

En este momento, los resultados de estos procesos de aprendizaje se centran en comprender el comportamiento del robot desde las ingenierías, más no, en la relación del artefacto tecnológico con el acto educativo, aspecto clave que puede potenciarse en este trabajo de investigación. Así, esta propuesta de investigación busca que, adicionalmente a la comprensión del comportamiento del robot como un objeto tecnológico, sus partes, funcionalidades, formas de programarlo y estructura, sea integrado a proyectos educativos en los que no solo se enfoque en el artefacto

como un elemento, dentro de una metodología específica, sino que pueda aportar al desarrollo de habilidades de los estudiantes para el siglo XXI, como lo plantea la ISTE (2011), donde se destacan estudiantes con la capacidad de ser un colaborador y ciudadano digital, así como comunicador creativo, que tenga la habilidad de crear conocimiento tecnológico, analice desde el pensamiento computacional y sea capaz de hacer diseños innovadores. Asimismo, el formar personas en estas habilidades le va a permitir articular este tipo de tecnologías con los posibles problemas que tienen las comunidades educativas, como lo dice Lombana (2015), “dado que involucra a los estudiantes en actividades lúdicas con robots educativos para que desarrollen conceptualizaciones que les permitan abordar problemas cotidianos relacionados con el adecuado uso de la tecnología” (p. 15). Es clave aclarar que cuando un proceso educativo se vincula a las realidades de la comunidad, se potencia el éxito de este, porque permite afianzar las relaciones del estudiante con lo aprendido y genera una fuerte relación escuela – sociedad.

Dentro de los aspectos claves de la investigación, se tiene el concepto de didáctica planteado por López (2016), para quien el término se deriva del griego *didasco*, que significa enseñar e instruir; también se refiere a exponer con claridad y demostrar. Esta definición se relaciona con la educación y se vincula, de forma directa, con los procesos de enseñanza; sin embargo, es imposible desvincularlo de los procesos de aprendizaje. Los antecedentes más remotos de esta palabra, parten de la antigua Grecia, del siglo V a. de C, donde Platón, a través de su obra la República, hace los primeros acercamientos en temas de formación. Posteriormente, se tienen vestigios del uso de la didáctica en la Edad Media, con los planteamientos de San

Agustín (1947), con algunas posturas iniciales con respecto al vocablo didáctica, lección entre otros, y San Isidoro (2004), quien propone enseñar al mismo tiempo las letras y las virtudes. Más adelante, Hugo de San Víctor, en su obra *Erudito Didascalia* (Sutori, 2020), divide en cuatro las ciencias básicas: 1) ciencia teórica; 2) ciencia práctica; 3) mecánica; y 4) lógica. En 1260, Santo Tomás de Aquino, en su obra *De Magistro*, aporta en concepciones claves para lo que hoy es el término docente (Picasso, 2008). Siguiendo en la historia de la didáctica, Ramón Llull (2004), construye una teoría, destacando la didáctica del aprendizaje por descubrimiento, siendo esta una de las primeras didácticas específicas que se tienen registradas. Sin embargo, existe un autor clave para el término; este se menciona por primera vez en el siglo XVI, con los planteamiento del pedagogo Juan Ámos Comenio (1998), en su publicación *Didáctica Magna*, propone un conjunto de pautas y reglas que, en ciertos casos, podrían permitir enseñar algunas temáticas de forma eficaz a los humanos, a través de una simultaneidad, gradualidad y una confianza reflejada en una alianza entre los padres y los docentes, para permitir esta metodología innovadora para el momento histórico.

En la época del Renacimiento, Pestalozzi (1928), con la postura de educar a los sujetos de forma clara y recta, Herbart (Compayre, 1994), incluye en los procesos educativos, el concepto instrucción; así intentó que la didáctica adquiriera una categoría de ciencia. En ese momento histórico la didáctica evolucionó. Como dice Sutori (2020), allí se inició la sistematización de investigaciones, teniendo como base estos procesos de enseñanza, así como la inclusión de tecnologías aplicadas y metodologías especiales en la educación.

Pasando al siglo XX, con la aparición de la Escuela Nueva como lo plantea, Rodríguez (2021), se le da la importancia al estudiante, como un elemento clave dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje; allí los trabajos de Montessori (2019) y Freinet (2008), son trascendentales; ellos incluyen aspectos filosóficos que resaltan el trabajo de la didáctica. En 1970, Titone (1981), la concibe como una metodología para la instrucción, así como Villalpando (2020), la incluye como parte de la pedagogía y Nerici (1973), la describe como un conjunto de recursos técnicos para lograr el aprendizaje. Posteriormente, en los años ochenta, aparecen las inteligencias múltiples de Garner (2013), apostando a unas nuevas posturas didácticas en las que se proponen alternativas de cómo enseñar cada una de estas, formándose una línea fuerte desde las didácticas específicas (Santiváñez Lima, 2017).

Desde allí, autores como Sacristán (1988), incluyen a la robótica como disciplina científica, respaldados en los planteamientos de Fourez (2015), que ha trabajado acerca de cómo se produce el conocimiento científico y realiza planteamientos importantes que permiten identificar los elementos necesarios que puede tener una didáctica particular para ciertas temáticas, en las que se interviene al estudiante con tecnologías educativas. La anterior descripción histórica, permite evidenciar uno de los elementos claves del problema de investigación, ya que no se identifica una didáctica específica para la robótica en procesos educativos de la educación básica y media, sino que esta se enseña desde didácticas de otras disciplinas.

Dentro del proceso de enseñanza, se involucran aspectos de las ingenierías, que no pueden ser tratados de forma convencional en un área como lo investigó Alimissis (2013), y con particularidades educativas relacionadas con el ambiente de

aprendizaje en el que se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje; sin embargo, no se evidencia un proceso detallado de cómo se articulan estas áreas del conocimiento.

Es aquí cuando aparecen algunos de los postulados muy importantes, vinculados a un tema novedoso conocido como educación exponencial, planteada por el T20 (2018), quien la define como:

Un conjunto de iniciativas, proyectos y emprendimientos que vincula tecnologías exponenciales (realidad aumentada, inteligencia artificial, internet de las cosas, etc.) con estrategias educativas (nuevas formas de aprendizaje, uso de tecnología en procesos de aprendizaje, etc.) y recursos (públicos - asociaciones privadas, proyectos específicos en todo el país) para que la educación se desarrolle de manera exponencial, rentable y sostenible donde más se necesita. (p. 4 - 5)

Este concepto de educación exponencial, tiene un vínculo muy fuerte con la tecnología que lleva su mismo nombre; dentro de las posturas planteadas, hay tres fundamentales: a) Habilidades relevantes para necesidades diversas; b) Donde y como aprender, propuesta de aula extendida, que incluye una modificación del diseño curricular y el acceso a *kits* de tecnología digital; c) Asociaciones dinámicas e inversiones en capital humano en apoyo de una educación exponencial (T20, 2018). Como se puede observar, la robótica al ser parte de estas tecnologías tiene elementos que incluyen la comprensión lectora, desarrollo de habilidades cognitivas, resolución de problemas y pensamiento crítico, entre otras.

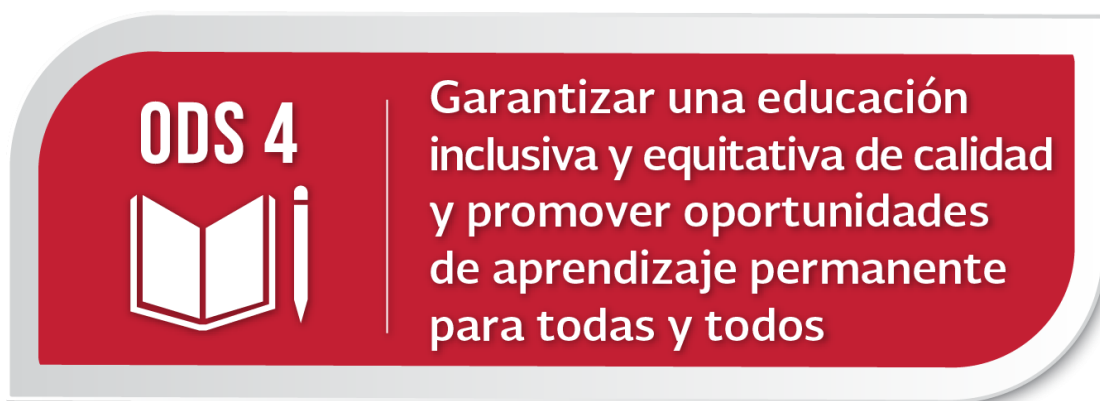
Esta propuesta de investigación, hizo aportes al desarrollo de este tipo de procesos educativos, porque amplía el espacio de trabajo de los estudiantes fuera del aula, mejorando aspectos curriculares, relacionados con las competencias digitales, que incluyen a la ciencia, la tecnología, el arte y las matemáticas, dinámicas centradas en el usuario, con los que los planes de estudio se diseñarán, teniendo en cuenta las particularidades del entorno donde se desarrolla.

En relación con lo anterior, los propuesto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como lo plantea la UNESCO (2015), se han ido adecuando con el tiempo, teniendo como base la pandemia que se vivió y que está relacionada con el COVID19 (Ministerio de Salud, 2020). No se puede dejar a un lado esta situación social y económica que está transformando el mundo, ya que no es posible seguir viendo los problemas con la misma óptica de antes de la pandemia; la sociedad se debe adaptar a los cambios generados por esta. Así, la UNESCO (2020), propone:

Nunca habíamos presenciado una interrupción de la educación a tal escala, dijo la directora general de la UNESCO. La asociación es el único camino para seguir. Esta Coalición es un llamado a una acción coordinada e innovadora para desbloquear soluciones que no solo apoyarán a os estudiantes y maestros ahora, sino a través del proceso de recuperación, con un enfoque principal en la inclusión y la equidad. (p. 1)

Figura 1.

Objetivo 4 de Desarrollo Sostenible. Calidad Educativa



Tomado de https://www.gob.mx/cms/uploads/image/file/399680/ODS_4.png, 2022.

Tomando en cuenta el planteamiento de la directora de la UNESCO Audrey Azoulay (2015), la pandemia puede ser vista como una oportunidad para implementar posibles soluciones que aporten a los problemas de la humanidad que, sin duda, en el objetivo número cuatro, que incluye a la educación, las tecnologías exponenciales como la robótica, realidad aumentada, *big data* e *IoT*, pueden potenciar alternativas didácticas, pedagógicas y curriculares que acerquen al estudiante al conocimiento de forma interesante, lúdica, práctica y contextualizada.

Es clave mencionar que son pocos los trabajos doctorales en educación, enfocados a dar posibles soluciones a las problemáticas sociales – económicas de cada nación con la ayuda de tecnologías 4.0 (Lopez Portillo, 2018). En este aspecto, se abre la posibilidad de usar robots, como una alternativa que permite ayudar a comprender y dar posibilidades a los problemas que tiene en la actualidad la sociedad.

Por otro lado, se identifican las potencialidades interdisciplinarias de la robótica educativa y se reitera la ausencia de didácticas específicas para su enseñanza. En los aspectos disciplinares, se tiene la tradición desde hace algunos años, que consiste en

generar múltiples especialidades para las diversas áreas del conocimiento. Un ejemplo concreto, son las que se tienen en la medicina; en la actualidad, cada una de las partes del cuerpo cuenta con un profesional que se encarga del tema; por mencionar algunos, el cardiólogo, para los aspectos del corazón; el psicólogo, para evaluar los comportamientos mentales de las personas; para los posibles de traumas de los huesos y músculos, los fisioterapeutas, entre otros (Escobar, 2008). En el caso de la robótica, se ha trabajado de una forma similar por segmentos. Por un lado se restringe a las funciones de las ingenierías, por el otro, a los aspectos estructurales, muy vinculados con la mecánica; asimismo, la board o tarjeta principal, relacionada con la electrónica y finalmente, el software, que permite programar los movimientos del prototipo con el entorno. Lo anterior, describe al detalle cómo solo se aborda esta tecnología por partes separadas y disciplinares de un robot, lo cual, restringe las potencialidades que tiene de ser trabajada desde la interdisciplinariedad del conocimiento (Maingain, 2002).

Otro elemento que de manera tangencial aporta en el contexto de la problematización, está vinculado con la ausencia de una política educativa para el área de tecnología e informática en Colombia. Específicamente, desde la Ley General de Educación, se plantea la existencia de nueve áreas de conocimiento que deben ser impartidas por las instituciones de educación básica y media para el territorio nacional. Según la ley general de educación (1994), se plantea:

Los grupos de áreas obligatorias y fundamentales que comprenderán un mínimo del 80% del plan de estudios, son los siguientes: 1) Ciencias naturales y educación ambiental; 2) Ciencias sociales, historia, geografía, constitución

política y democracia; 3) Educación artística y cultural; 4) Educación ética y en valores humanos; 5) Educación física, recreación y deportes; 6) Educación religiosa; 7) Humanidades, lengua castellana e idiomas extranjeros; 8) Matemáticas; 9) Tecnología e informática. PARÁGRAFO. La educación religiosa se ofrecerá en todos los establecimientos educativos, observando la garantía constitucional según la cual, en los establecimientos del Estado ninguna persona podrá ser obligada a recibirla. (Art. 23)

De acuerdo con el tema legal, la robótica no cuenta de manera formal, con una política que la direcciona; esta se implementa desde el área de tecnología e informática, lo que ha limitado profundizar su inclusión en el currículo. Es así como el Gobierno nacional ha creado una documentación elaborada por grupos de expertos que solo llegan a convertirse en escritos de disposiciones y orientaciones para esta área del conocimiento, como es el caso del documento del MEN (2022), “Orientaciones Curriculares para el área de tecnología e informática en la educación básica y media” (p.1). En el que muestra las habilidades que deben tener los estudiantes para esta área, teniendo como base el conocimiento trabajado en el aula de clase.

Los elementos mencionados, hacen parte del problema de investigación y brindan un contexto donde se profundizó a través de esta investigación. Es así como se propuso una propuesta que sea capaz de brindar algunos escenarios que permitan formular una didáctica específica para el uso de la robótica educativa, que incluya el desarrollo de sus potencialidades, como una tecnología educativa integradora de conocimiento, trabajada desde el área de tecnología e informática en la educación

media, para los colegios públicos de la ciudad de Bogotá (Colombia). Como dice la profesora Cathy Davidson (2017), “en pocas palabras, no podemos seguir preparando a los niños para un mundo que no existe” (p. 1); se requiere preparar a los ciudadanos del futuro para ser críticos con los procesos sociales, culturales, económicos, políticos y tecnológicos por los que atraviesa su generación; allí, el trabajo de la escuela será clave, para que se involucren propuestas educativas que sean capaces de responder a los cambios drásticos que tiene la sociedad, trabajando en forma mancomunada con las tecnologías; mucho más en tiempos de pandemia y postpandemia.

A continuación, se muestra de manera gráfica, los elementos que estructuran o configuran el problema de investigación.

Figura 2.

Elementos del problema de investigación.



1.1.1. Pregunta de investigación

¿Cómo, a través de una propuesta didáctica con el uso de la robótica educativa como interdisciplina, es posible fortalecer el aprendizaje para el área de tecnología e informática en la educación media?

1.1.2. Preguntas secundarias

- ¿Cuáles son las tendencias, a nivel global y nacional, relacionadas con el uso de robots en la educación media?
- ¿Qué habilidades para el siglo XXI, pueden desarrollarse desde la robótica educativa en proyectos interdisciplinarios en la educación media?
- ¿Cómo aprovechar la robótica para potenciar procesos de enseñanza integral?
- ¿Es posible diseñar una propuesta didáctica basada en esta tecnología para la educación media en el entorno colombiano?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta didáctica para el uso de la robótica, entendida como interdisciplina, para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las didácticas usadas en la enseñanza de la robótica en proyectos interdisciplinarios, trabajados en el área de tecnología e informática en la educación media.
- Comparar los recursos tecnológicos que son usados como herramientas didácticas de robótica, para el área de tecnología e informática en la educación media.
- Analizar los aportes didácticos de la robótica, vista como interdisciplina, en el área de Tecnología e Informática para la educación media.
- Validar los aportes didácticos de la robótica, entendida como interdisciplina, en el aprendizaje de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media.

1.3. Justificación

La revisión documental permitió iniciar la construcción de la propuesta de tesis doctoral denominada “La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza.”, en la que se evidenció que existen algunos vacíos conceptuales que se han mencionado en la descripción del problema de investigación, que puedan impactar en las instituciones educativas de educación media, para acercar al estudiante, de forma creativa y moderna, al conocimiento (Mattamala, 2017).

La intención de esta propuesta consiste en formar a un sujeto que trascienda las fronteras de los saberes tradicionales que han sido disciplinares, a una interdisciplinar, como lo plantea Fourez (2015), y como lo muestran los estudios de Maingain (2002), que permitan ver de forma integral, la construcción del conocimiento y, además,

posicionen una posible estrategia didáctica en sintonía con la robótica, no solo desde el uso de artefactos para aprender conceptos y teorías, sino desde la potencialización de las habilidades cognitivas y motrices de los participantes del proceso educativo.

Desde los trabajos de investigación educativa en los que se involucran tecnologías exponenciales, como lo dice López Portillo (2018), se muestra la necesidad de preparar a la sociedad frente al trabajo académico, mucho más, en estos momentos de pandemia y postpandemia. Así, lo comenta Luis Romero (2020), “la mayoría de las investigaciones evidencian que la eficacia en la educación no depende de los recursos tecnológicos, ni de los propios profesores, ni de los estudiantes, aunque todos ellos son decisivos, sino de la calidad de sus diseños pedagógicos.” (p. 1). Desde este punto de vista, no se trata solo de preparar a las personas en artefactos para la modernidad, sino que ellas puedan aportar a la construcción de propuestas que tienen como fin crear nuevos conocimientos, en este caso desde las tecnologías.

En la modernidad el mundo ha empezado a tener en cuenta otras teorías del aprendizaje, como el conectivismo, desde las posturas de Siemens (2005). Allí, se busca, entre otros propósitos, impulsar procesos de la educación a distancia desde diversos niveles, así como los procesos *e-learning*, buscando generar en la comunidad educativa mundial el fortalecimiento de una alfabetización tecnológica como lo propone el MEN (2022), obligada por la pandemia que, de un día para el otro, se cambiaron los hábitos del tablero acrílico y el marcador borrable, por computadores, *laptops*, *tablets* y *smartphones*.

Asimismo emerge un concepto nuevo denominado “ecosistemas digitales de enseñanza”, en los que Torres (2017), manifiesta que:

Constituye un ecosistema de aprendizaje; como puede apreciarse hay un individuo que desarrolla habilidades y está en constante interacción con su contexto y las actividades que le permite desenvolverse en el ecosistema tanto en el aprendizaje informal como el formal, todo esto apoyado en las tecnologías digitales representadas por dispositivos, aplicaciones, herramientas, etcétera.

Lo anterior ayudaría a garantizar un aprendizaje para la vida”. (p. 6)

Esta tendencia se ve reflejada a través del trabajo que se realiza en las aulas virtuales que se encuentran disponibles, como *Google Classroom*, *Microsoft Teams*, *Moodle*, *Joomla*, *Drupal* y *Blackboard*. La crisis sanitaria apalancó un cambio drástico en los procesos formales y no formales de enseñanza y aprendizaje; asimismo, sucede con aspectos laborales y productivos en los que la tendencia del trabajo remoto, en redes y colaborativos, empezaron a crecer por la situación de pandemia, siendo un componente más que puede fortalecer este trabajo de tecnologías emergentes, como la robótica, que se constituye en una alternativa didáctica para formar estudiantes con algunas características de líderes para el siglo XXI.

Asimismo, la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación -ISTE-, (2011), propone siete, “iniciando por estudiante empoderado, colaborador digital, ciudadano digital, comunicador creativo, creador de conocimiento, pensador computacional y diseñador innovador” (p. 1). Sin duda, la necesidad global de formar niños y jóvenes con estas características, pretende formar sujetos para el cambio profundo que está teniendo el mundo, vinculado al cambio que han tenido los empleos, la educación y la sociedad en general, en esta época postpandemia. Existe una amplia posibilidad de que las personas que dominan procesos de automatización, control, telecontrol e

Internet de las cosas, probablemente tendrán unas mejores oportunidades de formarse en forma autónoma, como una tendencia en los procesos educativos modernos, en los que, sin duda, la robótica educativa, hará parte de estas dinámicas.

De acuerdo con lo anterior, las nuevas tecnologías y su incursión en la educación, permiten mostrar las potencialidades de la robótica descritas en los párrafos anteriores en estas disciplinas del conocimiento en educación, como lo son el Currículo, la Pedagogía y la Didáctica; allí, emergen algunas características claves dentro del uso de esta tecnología. La primera de ellas, es la creatividad, como lo plantea Kathia Pittí (2010): “los participantes liberan su capacidad creativa al ofrecerles espacios para que imaginen, creen y realicen sus propias construcciones al permitirles enriquecer su trabajo o actividad con sus ideas y motivaciones personales” (p. 326), porque permite al estudiante que, en su ambiente de enseñanza y aprendizaje, busque nuevas alternativas que pueden incluir el diseño de procesos o prototipos con tecnología, y que den solución a problemas de la academia o del entorno educativo.

Una segunda capacidad de la robótica educativa, es la innovación, como lo manifiesta Acuña (2012):

Es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y los educadores. Si esos cambios son visibles en la práctica cotidiana, entonces estamos ante una innovación porque

la robótica habrá trascendido sus intuiciones y se reflejará en sus acciones y productos. (p. 6)-

Esta característica puede evidenciarse en el trabajo con robots en educación, de forma clara, en la que se pueden observar cambios en cómo un sujeto piensa y actúa en su entorno, de forma individual y/o grupal; así que no solo consiste en hacer artefactos o instrumentos físicos, sino que es un proceso de cambio, una filosofía de vida, reflexionando siempre acerca de posibles soluciones para las problemáticas de la sociedad.

Junto a las dos capacidades anteriores de la robótica educativa, se encuentra la comunicación eficaz, planteada por Acuña (2012) como: “trabajo en equipo y colaborativo, habilidades interpersonales, responsabilidad social, personal y cívica, comunicación interactiva” (p. 22). Concebida como una colaboración permanente de forma dialógica entre los participantes del proceso educativo, que puede incluir docentes, estudiantes, directivos, padres de familia, representantes del sector productivo, y que busca fortalecer las cualidades individuales de cada uno de los partícipes de un trabajo conjunto integrado, siempre con acuerdos verbales que permitan llegar a posibles soluciones para la comunidad (Ramírez Peña, 2018).

De la misma forma, el trabajo de la robótica, en la mayoría de los casos, está relacionado con el uso de la computadora; allí, los procesos de programación son claves; esta es la razón por la que se destaca una nueva característica de esta tecnología y es la del pensamiento computacional, según lo planteado por la ISTE (2011): “Identifica problemas reales, trabajo con datos y uso de procesos paso-a-paso

para automatizar soluciones” (p.1). Es muy importante esta habilidad en la formación de sujetos en la actualidad y en las generaciones venideras. Es una interpretación que se realiza teniendo como base unas posibles competencias, que deben tener los profesionales hacia el futuro, y que incluye el trabajo interdisciplinar, que les permita relacionarse con facilidad, con los diversos entornos académicos o profesionales, con la intención de dar soluciones a retos colectivos.

Hasta el momento se han mostrado algunas características que, desde lo cognitivo, generan, produce o construyen el trabajo con robótica educativa; sin embargo, existe una característica clave, vinculada a los procesos psicomotores del ser humano y son: las habilidades motrices, en la forma como lo menciona Lamoyi (2019): “construir los robots requirió de un buen manejo de las piezas y habilidad para acomodar en los lugares exactos los elementos necesarios para el buen armado de estos” (p. 16). El mundo actual requiere profesionales con grandes capacidades cognitivas; sin embargo, estas se deben complementar con el hacer, específicamente, el poder usar herramientas tecnológicas y que el cuerpo de estos sujetos, pueda interactuar de forma armónica, con los conocimientos que tiene en su interior, como una persona integral, capaz de poner a punto, posibles artefactos, resultado de los procesos educativos o de la sociedad.

Las anteriores particularidades permiten que un estudiante que esté inmerso en procesos educativos que involucren la robótica, pueda obtener ventajas frente a los que no conocen o manejan esta tecnología, probablemente porque esta interdisciplina está inmersa en algunos modelos de automatización, control y comunicaciones dentro de la

sociedad actual. Como se evidencia, el aporte de estas siete características de la robótica educativa, descritas en los párrafos anteriores, aportaron, de forma significativa, al fortalecimiento y justificación del planteamiento del problema investigación. Adicionalmente, estas siete características muestran el potencial que tiene esta tecnología como una alternativa, a la hora de integrar conocimientos, en la forma como lo plantea Castro (2022), además, del potencial que tiene para ser trabajada de forma interdisciplinar (Maingain, 2002).

Asimismo, se identificó la necesidad de diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza de la robótica educativa, desde una comprensión interdisciplinar propia, que busque el aprendizaje en los estudiantes, a partir de un proceso de enseñanza específico para el área de tecnología y la informática. El fundamento de lo descrito anteriormente, se enfoca en que esta tecnología educativa, según los planteamientos de Cabero (2007), se trabaja en la educación media desde diversas metodologías que vienen desde otras disciplinas y otras áreas del conocimiento, que no están relacionadas con la robótica. Se considera importante iniciar la construcción de una propuesta didáctica particular en la línea de esta problemática, porque no se evidencia una forma de enseñanza específica, diseñada para la robótica en la educación básica y media. En el proceso de esta investigación se diseñó y validó una propuesta didáctica dedicada al uso de la robótica, para su comprensión integral e interdisciplinar del conocimiento.

A partir de esta perspectiva, las investigaciones enfocadas a mostrar cómo se ha trabajado la tecnología robótica en la educación media dentro de lo didáctico, se

evidencian que se ha usado y se implementan propuestas de enseñanza en otras áreas o disciplinas específicas que no son del interior del área de tecnología e informática, como es el caso del aprendizaje basado en proyectos (Serna, 2020), el aprendizaje basado en problemas (González Fernández, 2021), aprendizaje activo (Bravo, 2019), aprendizaje colaborativo (González, 2012), aprendizaje vivencial (Quiroga, 2020), y el aprendizaje lúdico (Álvarez Herrero, 2021). Cada una de estas propuestas son muy interesantes a la hora de potenciar experiencias educativas didácticas, dentro del aula de clase; sin embargo, no se evidencia una posibilidad concreta en la que la robótica educativa tenga su diseño propio.

Otros elementos del problema de investigación, están vinculados con la legislación y normativas que existen en Colombia desde el Ministerio de Educación Nacional (2008), para el área de tecnología e informática en la ciudad de Bogotá, relacionadas en las orientaciones para la enseñanza, como se dice en las orientaciones del área, ofertadas por la Secretaria de Educación de Bogotá (2006). En esta área es donde normalmente se trabaja la robótica educativa, dado que actualmente no existen políticas concretas que permitan brindar un camino claro hacia donde se debe dirigir este tipo de conocimiento. Lo anterior, genera una serie de dificultades, porque cada docente tiene la posibilidad de diseñar una estructura curricular, teniendo en cuenta sus experiencias o percepciones para la enseñanza en el aula, siendo una de las mayores dificultades para la implementación organizada de esta interdisciplina en las instituciones de educación básica y media del país: en resumen, no se tiene un rumbo a seguir desde lo gubernamental.

Para el año 2019, el Gobierno colombiano implementó la Política Nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, desde el Departamento Nacional de Planeación (2019), donde, a pesar de no estar enfocada en la educación del área de tecnología e informática, aportó elementos importantes para la inclusión de las tecnologías emergentes en el currículo formal; este avance se vio reflejado en el CONPES 3975 (2019), que tiene como objetivo general:

Aumentar la generación de valor social y económico a través de la transformación digital del sector público y del sector privado, mediante la disminución de barreras, el fortalecimiento del capital humano y el desarrollo de condiciones habilitantes, para que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la 4RI. (p. 38)

Este incentivo gubernamental es ambicioso y busca, desde varios aspectos, la modernización tecnológica del sector público y privado colombiano, lo cual, se convierte en una oportunidad para que la academia se involucre de forma activa, en la dinámica del proceso con el Gobierno nacional. En este CONPES, se promueve la adecuación tecnología 4.0., en las industrias colombianas, lo que a su vez, requiere sujetos con habilidades para el diseño, creación y mantenimiento de esta generación de máquinas.

Es necesario potenciar las acciones en la educación en todos los niveles. Dentro de los puntos claves que aporta esta iniciativa gubernamental, está el ítem número ocho del CONPES (2019), en el que se propone:

Generar condiciones habilitantes que favorezcan el desarrollo de competencias digitales durante la trayectoria educativa, correspondientes con los retos de las transformaciones tecnológicas en primer lugar, el Ministerio de Educación Nacional diseñará los lineamientos curriculares en el marco de los proyectos educativos institucionales con el fin de promover en la trayectoria educativa, la implementación de proyectos pedagógicos en habilidades necesarias para la 4RI (con énfasis en IA), para desarrollar en las niñas, niños y jóvenes, las competencias requeridas para el siglo XXI. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022. (p. 47)

Como se observa en el escrito de esta política, es una ventana para que los sistemas educativos, en especial el área de tecnología e informática, puedan tener la oportunidad de cumplir una función destacada a la hora de formar estudiantes integrales, que obtengan una visión holística del conocimiento. Adicionalmente, puede ser una ventaja para esta área por que aporta, concretamente, mostrando de forma definitiva su importancia en el sistema educativo y posicionándose frente a las demás áreas del conocimiento. En el CONPES se mencionan aspectos relacionados con la educación de forma directa; es el caso del concepto de ambientes intergeneracionales de aprendizaje usando tecnologías, como lo manifiesta el Departamento Nacional de Planeación (2019):

El Ministerio de Educación Nacional diseñará y promoverá una estrategia que estimule la creación y dinamización de ambientes de aprendizaje convencionales y no convencionales con enfoque intergeneracional, que motive el desarrollo de competencias socioemocionales, tecnológicas y de la ciencia,

en niñas, niños, adolescentes, jóvenes, familias y comunidades para interactuar con las tecnologías emergentes de la 4RI. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022. (p. 47)

De nuevo, aparece otra la oportunidad para que desde la educación, usando tecnologías novedosas, se puedan dinamizar los materiales didácticos y los entornos educativos de las aulas de clase convencionales que, sin duda, sería un gran avance que puede ayudar a mejorar el trabajo en del área de la tecnología y la informática y por ende, de la robótica educativa. La proyección es que sea posible a partir de este CONPES (2019), “diseñar los lineamientos curriculares en el marco de los proyectos educativos institucionales, con el fin de promover en la trayectoria educativa, la implementación de proyectos pedagógicos en habilidades necesarias para la Cuarta Revolución Industrial, con énfasis en inteligencia artificial” (p. 47); y es allí que se da la posibilidad de plantear una propuesta educativa usando robots con materiales didácticos novedosos, así como de fácil consecución, que puedan hacer parte de estos ambientes de enseñanza, con el fin de potenciar proyectos interdisciplinarios en las instituciones educativas del país, a partir de la cuarta revolución industrial.

Posterior al CONPES 3975, se incluyó el 3988 del DNP (2020), que propuso “Orientaciones desde el Gobierno Nacional de la República de Colombia, acerca de tecnologías para aprender: política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales” (p.23). En este documento se realiza una aproximación de lo que, en un futuro cercano, podría ser una política educativa para el área de tecnología e informática, que incluye tecnologías

exponenciales, como la planteada en este trabajo de investigación desde la robótica. Sin duda, lo relacionado con la reglamentación y directrices gubernamentales, hacen parte del contexto problémico de esta investigación. Se requiere recorrer un camino largo para integrar la robótica en el aula, debido a que no tiene una política concreta para el área de tecnología e informática.

Un elemento final del problema de investigación, es la fragmentación del conocimiento dentro de los procesos educativos. Se considera que este conocimiento disciplinar empieza a desaparecer porque los problemas de la sociedad se resuelven a través de integración de diversas áreas del conocimiento (Castro, 2022). Para este trabajo de investigación, se tomarán algunos elementos del enfoque STEM, propuestos por Botero (2018), al darle un sentido integral a los procesos de formación y que hace ver la enseñanza de forma global, para que no se atomice el conocimiento y se proponga que se trabaje de forma interdisciplinar, según los planteamientos de Maingain (2002), ya que los problemas que se tienen en el mundo real no se desarrollan con materias o áreas, sino que son el resultado de investigaciones colectivas de múltiples profesionales. Sin embargo, para hablar de STEM, es importante indagar acerca de las ciencias, su relación con la sociedad del conocimiento, desde los planteamientos de la UNESCO (2005), y cómo el uso disciplinar, impide ver el universo integral que puede tener una situación de la vida académica, social o laboral. Uno de estos aspectos, se menciona en el libro *Hacia las sociedades del conocimiento*, propuesto por la UNESCO (2005), “las ciencias y las tecnologías suscitan ahora debates públicos entre protagonistas tan distintos como los científicos, los miembros de la sociedad civil, los gobiernos o las empresas” (p. 132).

Esta situación impide el desarrollo natural de la ciencias desde lo estrictamente científico, ya que al estar en función de lo político, se convierten en un elemento adicional en los discursos demagógicos de los gobiernos de cada una de las naciones, impidiendo su crecimiento y desarrollo en los verdaderos problemas de la sociedad. En el caso colombiano, la legislación impide el desarrollo de estas tecnologías, como la robótica, al verlas como disciplinas; así se muestra en la Ley General de Educación, propuesta por el gobierno colombiano (1994), en la que, específicamente, se muestran nueve áreas que, al tratar las problemáticas de la sociedad de forma unidisciplinaria, impide ver la situación de forma integral.

A modo de cierre de este capítulo, se han descrito los elementos relacionados con el problema de investigación, así como los componentes de la justificación que tiene como nombre *la robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza*.

II. MARCOS DE REFERENCIA

Antes de iniciar una descripción detallada de los marcos de referencia, es clave conocer los elementos que se abordaron, entre los que se destacan la robótica desde los planteamientos de Acuña (2012) y su relación con la didáctica, la mirada de Odorico (2004), la sociedad de la información de Castells (2005), así como los aspectos interdisciplinarios revisados por Maingain (2002), y los integrales del conocimiento, desde los planteamientos de Castro (2022), que se pueden generar a través de del uso de las tecnologías exponenciales (Lopez Portillo, 2018).

Con los anteriores referentes, se buscó construir un entorno epistemológico alrededor de la robótica, como un instrumento diferenciador en los procesos didácticos en el aula de clase, que busquen una relación fuerte de los problemas de la comunidad con el trabajo integral, lo que se puede lograr a través de poder brindar posibles soluciones, con el fin de que las diversas áreas del conocimiento converjan entre sí.

Desde la anterior perspectiva, se describirán a continuación elementos trascendentales que permitirán brindar un contexto importante dentro de la comprensión posterior de la propuesta de investigación proyectada para el uso de la robótica en la educación básica y media, desde una mirada interdisciplinar, integradora de conocimientos.

2.1. La robótica y su relación con la didáctica

2.1.1. Didáctica para las tecnologías educativas

Tecnologías como la realidad aumentada, la robótica, el *Big Data*, el Internet de las Cosas, entre otras, en la forma como lo plantea López Portillo (2018), han incursionado en las dinámicas pedagógicas, en algunos casos, como herramientas didácticas que facilitan la construcción de conocimiento, sin duda, con la intención de mostrar los conceptos teóricos de forma aplicada y con un contexto social concreto, dando sentido a su apropiación por parte de los estudiantes, dado que ha tomado un lugar privilegiado en los últimos años en los procesos educativos (Vargas, 2020).

Dentro de estas nuevas tendencias de enseñanza, en las que se ha implementado la robótica en el aula, se destacan el *Design Thinking* desde las posturas de Tim Brown (2009), el aprendizaje basado en problemas revisado por Alicia Escribano (2008), aprendizaje basado en proyectos en los planteamientos del Ministerio de Educación Nacional (2016), y el enfoque STEM que revisa Botero (2018), enfatizando que cada una de ellas, pertenecen a áreas del conocimiento que no son precisamente tecnológicas.

Por ejemplo, el *Design Thinking*, es una metodología usada en las empresas, con la intención de fomentar la innovación de manera exitosa, desde los planteamientos (Brown, 2009). Esta metodología construye planes de trabajo con base en una situación problémica y usa las emociones de los usuarios para el desarrollo del producto. Tim Brown (2020), propone que “la vida de hoy en día necesita emprendedores, la educación renovarse y los docentes aprender las técnicas

necesarias para formar a los trabajadores del mañana” (p.2). Se considera que es necesario combinar el pensamiento analítico con el pensamiento creativo y de esta manera, se pueda llegar a resultados eficaces a la hora de solucionar un determinado problema. La metodología de esta propuesta de enseñanza, tiene como propósito ajustar las necesidades de la humanidad con el apoyo de herramientas tecnológicas y el trabajo en equipo.

En el ámbito educativo, la anterior metodología puede tener algunas ventajas en los procesos, como lo plantea Guzmán (2018), en el que se destacan: 1) disposición mental para solucionar problemas; 2) buscar alternativas para construir conocimiento a través del trabajo en equipo; 3) sensibilizarse frente a las problemáticas de los demás; 4) tener actitudes positivas de empatía y humildad; 5) ser curioso frente a los fenómenos del entorno.

Tim Brown (2009), muestra otras etapas que las describe como: empatizar y descubrir, definir o interpretar, idear, prototipar o experimentar y evaluar, pero no se consideran pertinentes para esta investigación. De esta forma, los estudiantes pueden solucionar, desde la creatividad una problemática del aula o de la sociedad.

Otra metodología didáctica es la del aprendizaje basado en problemas que, desde los planteamientos de Alicia Escribano (2008), se enfoca en cómo el participante del proceso educativo es capaz de afrontar una situación como si fuera la vida real; adicionalmente, debe estar enfocado en un proceso de racionalización que le permita, después de graduarse, aplicarlo en los diversos contextos laborales. Esta forma de enseñanza se basa en las teorías constructivistas, que afirman que conocer no consiste en copiar lo real, sino en obrar sobre ello y transformarlo, a fin de

comprenderlo e intégralo a las realidades del entorno (Coll, 2009). Una de las características más fuertes de esta metodología, es que el tutor debe ayudar a pensar de forma crítica y creativa, en el problema que se está discutiendo como, lo dice Tamayo (2015); sin embargo, es muy importante que el docente domine las tecnologías necesarias para apoyar a los estudiantes en el proceso educativo.

Las etapas diseñadas para el aprendizaje basado en problemas son siete (Exley, 2007), entre las que se destacan: 1) aclarar términos y conceptos; 2) definir el problema a tratar; 3) analizar el problema en su contexto, lo que incluye hacer preguntas, tratar de explicar y formular hipótesis; 4) realizar una lista organizada de análisis del problema; 5) formular las conclusiones de los aprendizajes esperados; 6) hacer análisis individuales centrado en las conclusiones; 7) sintetizar y organizar el conocimiento adquirido.

Se evidencian unas ventajas de esta metodología en procesos formativos que tengan que ver con tecnologías educativas, de acuerdo con los planteamientos de Cabero (2007); allí, aparece la motivación que se genera en los participantes, así como la reflexión interna de cómo se está aprendiendo, generando esa capacidad de autonomía tan importante en la actualidad (Escribano, 2008).

Una tercera metodología didáctica que está vinculada con el uso de tecnologías, es el aprendizaje basado en proyectos, que dimensiona el Ministerio de Educación Nacional (2016); esta, busca la creación de conocimientos de los participantes de forma colectiva y grupal (Medina, 2017). En esta propuesta de enseñanza, la construcción de conocimientos no se centra en las asignaturas, sino en un problema que involucra a otras áreas del conocimiento. Aquí, el docente es un agente activo del

conocimiento y debe brindar las herramientas para que el estudiante pueda elaborar su prototipo o proceso, de forma autónoma.

Son diez los pasos de la anterior propuesta de enseñanza, entre los que se destacan: 1) un punto de partida que incluye un tema o pregunta inicial; 2) la creación de equipos de trabajo, 3) definición el producto final; 4) organización y planificación del trabajo por roles; 5) recolección de la información; 6) análisis y síntesis del proceso; 7) producción del proyecto o proceso; 8) presentación del proyecto o proceso; 9) respuesta colectiva a la pregunta inicial; 10) evaluación y autoevaluación (Compartir palabra maestra, 2020). Los pasos anteriores permiten, en un proceso de enseñanza y aprendizaje, lograr que las habilidades y destrezas que el estudiante logró sean significativas en su ser, que de verdad, transformen sus pensamientos.

El aprendizaje basado en proyectos tiene diversas potencialidades que se desarrollan en los estudiantes, entre las que se destacan: el trabajo colaborativo, el diseño de artefactos con el uso de tecnologías, la comunicación asertiva, la capacidad de tomar decisiones y el poder asumir una posición de los desarrollos obtenidos durante el procesos educativo y, finalmente, la habilidad de organizar el tiempo, teniendo en cuenta las respectivas prioridades en las etapas de desarrollo (Ausín, 2016).

Otra metodología que es usada, en la que interviene la tecnología robótica, es la STEM que, desde los planteamientos de Botero (2018), propone integrar el conocimiento de las áreas de las ciencias naturales, las tecnologías, las ingenierías y las matemáticas. Esta, tomó mucha fuerza en los años 90, en los Estados Unidos, donde se generó una revolución en las políticas gubernamentales con los estándares

de alfabetización tecnológica ITTEA (2020), a través de esta metodología, se busca que los estudiantes desarrollen habilidades, en la investigación, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación y la colaboración.

Esta metodología didáctica tiene como propósitos desarrollar una sociedad instruida en STEM, que sea eminentemente tecnológica y que esté enfocada en potenciar una fuerza laboral con competencias tecnológicas, desde una estructura capitalista en la generación del dinero, lo que, dependiendo de la interpretación de cada persona, puede ser un elemento que aporta a la sociedad, o por el contrario puede afectarla (Botero, 2018).

Dentro de las habilidades que desarrollan los participantes de esta metodología están: 1) la creatividad; 2) la colaboración; 3) la comunicación; 4) la solución de problemas; 5) la investigación; 6) el pensamiento crítico; 7) la creatividad; 8) el pensamiento sistémico; 9) la adaptabilidad; 10) las comunicaciones complejas y las habilidades sociales; 11) la resolución de problemas no rutinarios; 12) la autogestión; 13) el autodesarrollo y finalmente, 14) el pensamiento sistémico. Como se evidencia, es un desafío complejo de construir, paso a paso, este tipo de enseñanza, teniendo en cuenta todos estos elementos vistos de forma global (Botero, 2018).

Después de revisar cada una de estas metodologías de enseñanza en las que intervienen tecnologías educativas, cada una tiene orígenes en áreas distintas del área de la tecnología y la informática. En el caso del Design Thinking, nace en la ingeniería industrial; el aprendizaje basado en problemas se obtiene a partir de la medicina, el aprendizaje basado en proyectos, es parte de las ingenierías, especialmente de la mecánica y la electrónica; el enfoque STEM, busca integrar conocimientos desde la

complejidad de muchos aspectos, enfocados en políticas de enseñanza para formar mano de obra calificada. No existe una estrategia de enseñanza específica para el trabajo del área de tecnología e informática y en esta misma línea, para la robótica educativa, que está inmersa en esta área, lo que ratifica la necesidad de poder iniciar la construcción de una propuesta didáctica en este sentido.

2.1.2. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento

En la actualidad, estos dos conceptos cuentan con diversas denominaciones; en el caso de la sociedad de la información, se toman los postulados de Castells (2005); la propone como un conjunto de datos sin procesar que pueden permitir hacer construcciones posteriores de modelos, artefactos u organizaciones. En el caso de la sociedad del conocimiento, se tomarán los planteamientos hechos por la UNESCO (2005), que utiliza la información recopilada, la ordena, la clasifica, la analiza y la coloca a disposición de la humanidad en la que “una sociedad del conocimiento hace especialmente hincapié en la capacidad para producir e integrar nuevos conocimientos y acceder a la información, el conocimiento, los datos y una vasta gama de conocimientos prácticos” (UNESCO, 2005, pág. 225)

Desde esta perspectiva, genera una particularidad que consiste en que se educa en el siglo XXI, con procesos educativos del siglo XIX (Davidson, 2017). En este aspecto toma mucha relevancia el concepto sociedad del conocimiento desarrollada por Castells (2005), en la que los actores que intervienen, así como la información que se difunde en la humanidad, es clave para ver el uso que se les da a estos datos, para mejorar la calidad de vida del hombre.

Para dar claridad al texto, se propone hacer una diferenciación entre los conceptos de información versus conocimiento. Para el primero, se toma como base el libro el *Hombre Gramatical*, donde Jeremy Campbell (1989), afirma que la “información es una palabra que nunca ha sido posible fijar con facilidad. Hoy en su sentido más común, significa noticias, averiguación, hechos e ideas que se adquieren o se transmiten como conocimiento” (p. 13). De esta forma el concepto información en la actualidad, se involucra en procesos extremadamente complejos; un ejemplo de esto, son las tecnologías exponenciales, el *Big Data*, *IoT* (Internet de las cosas), realidad aumentada, entre otras (Lopez, 2018).

Fue tan innovador el concepto de información en su momento, que Campbell (1989), lo resume como:

Hasta los años cuarenta de nuestro siglo no se había definido la información como término científico, y esta definición fue bastante novedosa, distinta de todas las de los diccionarios comunes. Pero, curiosamente, el concepto de información, por ser descrito con precisión suficiente para satisfacer a matemáticos e ingenieros de telecomunicaciones, se volvió más y más fascinador para quienes no eran científicos. (p. 15)

Sin duda, la información que se usa en este momento de la historia es fundamental, permite actuar en la transmisión de situaciones entre seres vivos, por medio de los datos entre seres humanos, dispositivos electrónicos; humanos y seres vivos, dispositivos electrónicos. Esta información permea, tanto a los objetos como a los sujetos, permitiendo el intercambio de *bits* y/o códigos binarios que tienen como fin

realizar un proceso comunicativo, en diversos lenguajes, que pueden ser computacionales o relacionados con la cultura humana.

Teniendo ya algunas claridades acerca de la palabra información, se da apertura al término conocimiento; esta es una palabra compleja en la que diversos autores, a través de la historia, han planteado algunas definiciones; para este caso se toma la formulada por Echeverría (1998), quien manifiesta que:

Kant comenzó su Crítica de la Razón Pura con las siguientes frases, escritas bajo la rúbrica "De la distinción del conocimiento puro y empírico". No se puede dudar que todos nuestros conocimientos comienzan con la experiencia, porque, en efecto, ¿cómo habría de ejercitarse la facultad de conocer, si no fuera por los objetos que, excitando nuestros sentidos de una parte, producen por sí mismos representaciones, y, de otra, impulsan nuestra inteligencia a compararlas entre sí, enlazarlas o separarlas, y de esta suerte componer la materia informe de las impresiones sensibles para formar ese conocimiento de las cosas que se llama experiencia? (p. 141)

Desde esta postura el conocimiento puede traducirse como la información interiorizada por cada uno de los sujetos, que al combinarla con las experiencias propias y la capacidad de análisis que tiene cada ser humano, logra darles una orientación o sentido a los datos recibidos a través de otros seres humanos y de dispositivos tecnológicos. En los años 80, se habló de la transición de una sociedad Industrial a una Sociedad de la Información; luego en los 90, dado que la información por sí sola no era suficiente, se hace necesario convertirla en conocimiento para la humanidad y de allí, se hace referencia a una Sociedad del Conocimiento desde la

UNESCO (2005). Actualmente, algunos autores, como Resnick (2011), afirman que se está en la sociedad de la creatividad, puesto que no solo se hace necesario demostrar cuánto se sabe, sino más bien, cómo se aplica ese conocimiento para generar solución a las problemáticas actualmente existentes.

Para esta investigación, se tomaron las posturas clásicas relacionadas con la historia de la robótica, que inicia la cibernética desde los postulados de Norbert Wiener (1958), que “analiza los procesos internos del cerebro, partiendo de analogías comportamentales y conductuales de sujetos y ordenadores” (p.16). Estos desarrollos hechos por el científico norteamericano, llevaron con el pasar de los años, a los que actualmente tenemos como las tecnologías 4.0., (Acero, 2020).

En Colombia, desde el CONPES 3988, propuesto por el DNP (2020), las NBIC (Nanotecnología, Biotecnología, Informática y cognitivismo), se empiezan a posicionar en aplicaciones concretas, como el *BIG DATA* e *IoT*, lo que ha llevado a lo que algunos autores denominan sociedad del control. Estos postulados profundizan la necesidad de construir propuestas de enseñanza en los diversos niveles educativos que permitan incursionar en este tipo de tecnología. Las NBIC, desde los planteamientos de William (2013), las define como:

Tecnologías emergentes que serán las encargadas de socavar la mundialización, la multiculturalización, la mercantilización y la virtualización, a fin de que los grupos sociales puedan acceder para optimizar y mejorar la calidad de vida. Estas tecnologías emergentes o futuras tecnologías son conocidas comúnmente como las NBIC. (p. 230)

Como se evidencia, existe un gran panorama para estas tecnologías 4.0., y en este caso particular, cómo una de ellas (la robótica), va a permitir potenciar los procesos de enseñanza en la educación media de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.

2.1.3. Robótica educativa como interdisciplina en el contexto de la tecnología educativa

Para abordar los aspectos interdisciplinarios de la robótica, es fundamental conocer el entorno del concepto disciplina que, desde los planeamientos de Kuhn (1972), la aborda como un aglomerado de supuestos, pautas, valores, dogmas, métodos, artefactos, expectativas, entre otras, que pueden potenciar la cultura científica de los participantes de los procesos educativos (Maingain, 2002)

Los dos planteamientos anteriores, permiten observar algunas posturas del término disciplina; sin embargo, esta investigación la tomó desde los planteamiento de Fourez, quien resalta que cuando las disciplinas no son las respuesta a un problema específico de la sociedad, es necesario recurrir a las prácticas llamadas interdisciplinarias; estas utilizan resultados de diversas disciplinas para comprender un fenómeno complejo (Fourez, 2015).

Asimismo, buscará identificar el efecto que puede tener la robótica vista como una interdisciplina, tomando los postulados de Maingain (2002), en los que las diversas disciplinas deben interactuar entre ellas, con el fin de obtener una solución integral de un problema planteado en el contexto educativo. Para el caso de la robótica, se considera desde la propuesta de investigación, que es difícil trabajarla a partir de lo disciplinar, porque en su misma esencia, esta nace como la unión de programas

académicos vinculados con los sistemas de información, circuitos electrónicos y estructuras mecánicas, ya que estas tres ingenierías convergen en un robot (Mattamala, 2017). Si a los aspectos técnicos de la robótica le agregamos los procesos educativos, como lo didáctico, pedagógico y curricular, se tendrá que el trabajo de estos artefactos en la educación media, permitirá generar aportes importantes en propuestas de enseñanza con tecnologías (Quiroga, 2020).

Junto a los argumentos anteriores, las tendencias educativas de pedagogías del siglo XXI que, según los planteamientos de Carbonell (2015), llevan a iniciar procesos interdisciplinares de propuestas de enseñanza contemporáneas que en las investigaciones de este autor conducen a la innovación. Esta es una de las razones fundamentales de poder construir una propuesta didáctica interdisciplinar con el uso de los robots.

Mencionados ya los conceptos de disciplina e interdisciplina, es clave vincular el concepto integralidad del conocimiento a este proceso de investigación. En este caso, se tomarán los planteamientos y definición de Castro (2022), quien propone una relación directa entre el procesos de enseñanza y aprendizaje con: 1) la comunidad de trabajo, vinculada a las personas; 2) el contexto, relacionado con el entorno educativo y, 3) la economía del lugar donde se está implementando esta posible solución.

En esta línea de trabajo, no solo se reconoce a la robótica y sus potencialidades interdisciplinares, sino que, además, puede aportar de forma significativa, en los aspectos de la integralidad del conocimiento. Se resalta que esta tecnología puede ser educativa, a partir los planteamientos de Cabero (2007), que permiten generar

procesos en la educación con elementos diferenciadores, que en determinado caso, pueden ser motivadores para los estudiantes.

2.2. Estado del arte

Revisando los procesos educativos que están vinculados a los problemas de la humanidad que se mencionan en el primer reto planteado por el T20 (2018), se destaca que:

La enseñanza y aprendizaje exponencial se caracteriza por su naturaleza inclusiva y colaborativa, así como por el uso de tecnologías para desarrollar efectivamente habilidades relevantes (pensamiento crítico / resolución de problemas, creatividad, pensamiento computacional, entre otros) y facilitar el aprendizaje de por vida. (p. 3).

El apartado anterior, muestra que existen limitaciones en la alfabetización digital, que podrían ser solucionadas por medio de tecnologías, como la robótica que, aplicada a la educación, puede convertirse en una alternativa de masificación de propuestas pedagógicas, a través de proyectos tecnológicos y dinámicas educativas, en lugares de difícil acceso dentro del planeta tierra. En este mismo escenario, proponen incluir nuevas tecnologías para la educación que permitan la divulgación de estas a nivel mundial, (T20, 2018), que consisten en:

Involucrar a la educación como un componente clave del capital humano y emplear nuevas tecnologías para interpretar y mejorar el desarrollo cognitivo es

una tarea pendiente que creemos que el G20 puede abordar con éxito hacia un futuro más dinámico, adaptable y sostenible en la educación. (p. 5)

Lo planteado anteriormente, es la postura de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, quien busca diseñar, investigar, desarrollar e implementar alternativas de solución o aportar con las problemáticas educativas del mundo (UNESCO, 2015). En este caso, potenciar los procesos de enseñanza con el uso de las tecnologías. Una alternativa sugerida podría ser el uso de estas como un elemento didáctico integrador de conocimiento.

La robótica, como parte de estas tecnologías emergentes, desde los planteamientos de López (2018), “Trata de encontrar un terreno común respecto a la terminología que se utilizará para describir las observaciones del ritmo de cambio de Tecnología de Propósito General (TGP)” (p. 52). Esta alternativa de trabajo podría lograr que se cambien las formas de enseñanza para los estudiantes, así como la capacidad de ser autocríticos y estar dispuestos al cambio permanente en este mundo hiperinformado (Bravo Sánchez, 2012).

Es aquí donde aparecen los postulados que plantea la educación exponencial y que en el T20 (2018), las definen como:

Un conjunto de iniciativas, proyectos y emprendimientos que vincula tecnologías exponenciales (realidad aumentada, inteligencia artificial, internet de las cosas, etc.) con estrategias educativas (nuevas formas de aprendizaje, uso de tecnología en procesos de aprendizaje, etc.) y recursos (públicos -

asociaciones privadas, proyectos específicos en todo el país) para que la educación se desarrolle de manera exponencial, rentable y sostenible donde más se necesita”. (p. 4 - 5)

Este concepto de educación exponencial tiene un vínculo muy fuerte con la tecnología, que lleva su mismo nombre; dentro de las posturas de este modelo educativo están las planteadas por el equipo del T20 (2018): A) Habilidades relevantes para necesidades diversas; B) donde y como aprender, propuesta de aula extendida, que incluye una modificación del diseño curricular y el acceso a kits de tecnología digital; C) asociaciones dinámicas e inversiones en capital humano en apoyo de una educación exponencial. Dentro de esta propuesta de investigación se incluyen aspectos didácticos relacionados con las competencias digitales planteada por la ISTE (2011), y el enfoque STEM, desde las posturas de Botero (2018), relacionados con el contexto educativo. Esta antesala, lleva a mostrar diversas investigaciones que buscan integrar la robótica, como un recurso didáctico, en los procesos de enseñanza escolarizados, presenciales y no presenciales.

Esta tecnología exponencial, puede ser una alternativa que permita que los procesos educativos permeen y favorezcan en los estudiantes el desarrollo de competencias tecnológicas, de acuerdo con las posturas del Ministerio de Educación Nacional (2022), en la formación de personas que, posteriormente, harán parte de los procesos productivos, con habilidades que les permitan desenvolverse en un mercado laboral, cambiante y extremadamente agresivo, en cuanto a los cambios tecnológicos se refiere. De esta manera, la investigación de la profesora Nicole Wilson (2019), las muestra como:

Las tecnologías exponenciales están cambiando dramáticamente la forma en que vivimos y la naturaleza de la economía global. Muchos trabajos están desapareciendo, incluso mientras que los nuevos aparecen a un ritmo aún más rápido. Las barreras de entrada para iniciar un negocio son las más bajas de todas, y el espíritu empresarial está en aumento. (p. 1)

Desde la anterior postura, se habla del cambio en la empleabilidad que se está generando a nivel mundial, donde la educación, no solo debe ser un proceso en el cual se llena a las personas de conocimiento, sino que, además, debe permitir que centros de investigación y empresas, puedan realizar alianzas para formar sujetos con ciertas habilidades y competencias específicas, que sean eficientes en el campo laboral cambiante de la modernidad. Sin duda, el cambio acelerado de los puestos de trabajo, en ocasiones, permite que mientras una persona se está formando para un empleo, dicho empleo puede desaparecer. Para ver con claridad este postulado, podemos ver el ejemplo de un *Youtuber*¹, que hace 15 años no se podría haber imaginado que una persona que se dedica a esto, pudiera ganarse la vida, en ocasiones con mucha más facilidad y con mejores salarios que profesionales que gastaron 20 años formándose en instituciones académicas respetables. Como se puede evidenciar, la tecnología puede y ha realizado grandes cambios en los procesos de empleabilidad de las personas, los cuales no dependen de la formación que se tenga en el momento histórico, sino de las necesidades del mercado. Las investigaciones de la doctora Wilson, demuestran que

¹ Persona que a menudo usa el sitio web YouTube, especialmente alguien que crea y aparece en videos en el sitio web. Tomado de <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/youtuber>

es importante permear los procesos educativos usando tecnología, para que desde allí, se formen personas que respondan a las necesidades claves del mundo (UNESCO, 2015).

A continuación, se realizará una descripción de los elementos claves de las investigaciones internacionales, nacionales y distritales, con el fin de evidenciar la relación de la robótica con los procesos de enseñanza, en la educación básica y media.

2.2.1. Investigaciones internacionales de robótica en el aula en la educación media

En este segmento se mencionan algunos autores e investigaciones destacadas en la educación exponencial. La primera de ellas es la italiana Fabiane Vavassori (2012), quien ha investigado ¿cómo la robótica educativa ha empezado a utilizarse en áreas diferentes a las áreas tecnológicas?, especialmente en las matemáticas y las ciencias naturales. Brinda pistas de cómo es posible trabajar tecnologías desde lo interdisciplinar.

Otro referente del Viejo Continente, es el griego Dimitris Alimisis (2013), quien ha realizado investigaciones a nivel europeo, mostrando a la robótica educativa en el contexto del currículo formal y su relación con estrategias pedagógicas, como el aprendizaje basado en problemas. Muestra que existe una escases de propuestas curriculares formales en la robótica educativa y hace una afirmación contundente respecto al tema: “La tecnología está en todos lados menos en la escuela”. Como parte del trabajo hecho por él, muestra cómo en la península Ibérica, específicamente en la ciudad de Madrid (España), se promulgó un Decreto Ley, 48/2015, de 14 de mayo

(2015), mediante el cual, se implementa la robótica educativa como parte del currículo formal, siendo una de las pocas ciudades europeas que cuentan con robots como parte del contenido en el aula de clase.

En los Estados Unidos de Norteamérica, existen trabajos interesantes en el tema de la robótica en educación; uno de ellos, se desarrolla en algunas escuelas iniciales en la ciudad de Boston (Massachusetts), donde los niños usan esta tecnología como parte del trabajo curricular formal (Durán Mena, 2016), allí se manifiesta que:

El desarrollo de software y hardware tangible permite adaptar la programación a las características evolutivas de los niños; que tanto la formación del profesorado como su inclusión en el currículo pueden realizarse tras un periodo breve de formación y recibiendo un apoyo continuado online, permitiendo además la adaptación de estos recursos a los estilos de enseñanza y aprendizaje, (p. 106)

Este tipo de tecnología puede potenciar las competencias científicas y tecnológicas de los niños en las primeras edades, los incentiva a trabajar temas relacionados con innovación y desarrollo, y permite que se motiven hacia carreras de base tecnológica.

Para Seymour Papert (2020), este surafricano, formado como científico en las áreas de la computación y las matemáticas, padre de la inteligencia artificial e inventor del lenguaje LOGO, el cual ha trascendido y trascenderá por mucho tiempo en los trabajos de robótica y automatización enfocados a la educación, fue influenciado por la teoría de Jean Piaget (1991), en el constructivismo y por las conversaciones de su

amigo personal de Paulo Freire (2020), en las pedagogías críticas. Pero ¿por qué Papert es clave para el trabajo de investigación en robótica educativa? Una posible respuesta está relacionada con el modelo socioeducativo planteado por él, que se conoce como construccionismo (Velazco, 2007). Esta teoría plantea que el estudiante construye conocimiento a través de la elaboración de artefactos, para este caso, robots, por medio de contenidos electrónicos, mecánicos y de programación, aplicados a prácticas de enseñanza y aprendizaje. Estas ideas revolucionaron la sociedad a finales del siglo XX y aportaron a la innovación educativa desde el laboratorio de inteligencia artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT - *Massachusetts Institute of Technology*, 2020).

En esta revisión de experiencias significativas, se desplaza el mapa hacia el sur; específicamente en Centroamérica, se encuentra el representante más importante de este tema para Latinoamérica, el profesor Enrique Ruiz Velazco, docente titular de la Universidad Autónoma de México, quien cuenta con diversas publicaciones del tema sobre robótica pedagógica. Este, acuñó el término *Educatrónica*, que para Ruiz (2007), “muestra a la Robótica Pedagógica como una disciplina que puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los países, permitiéndoles el entendimiento, mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías” (p. 15). Sus planteamientos pedagógicos y didácticos están vinculados con la ingeniería, basándose en la teoría del construccionismo de Papert (1996), y el uso de robots en dinámicas educativas.

En la zona de América del Sur, donde se destacan los trabajos en Brasil de la profesora Aparecida Peralta (2018), que muestra cómo, a través de prototipos

robóticos, se realizan procesos de enseñanza y evaluación; allí, se analizan cómo elementos inseparables del proceso educativo en su investigación, muestran que esta tecnología puede ser un campo interdisciplinar del conocimiento, a través de un proceso de maestros de diversas asignaturas, a un proyecto en el que se usa la robótica como eje articulador que brinda soluciones reales a problemas de la comunidad.

En Argentina, existe una iniciativa a través del trabajo educativo y por medio de un sistema operativo de nombre “HUAYRA” y con el apoyo de la política pública gubernamental, denominada *program.ar*, el Gobierno argentino (2015), apoya

El sistema operativo libre, público, gratuito y abierto, el cual ha sido incorporado en todos los equipos distribuidos y a distribuir a docentes y alumnos, y que provee múltiples herramientas y facilidades para la enseñanza y el aprendizaje de la programación (p. 2).

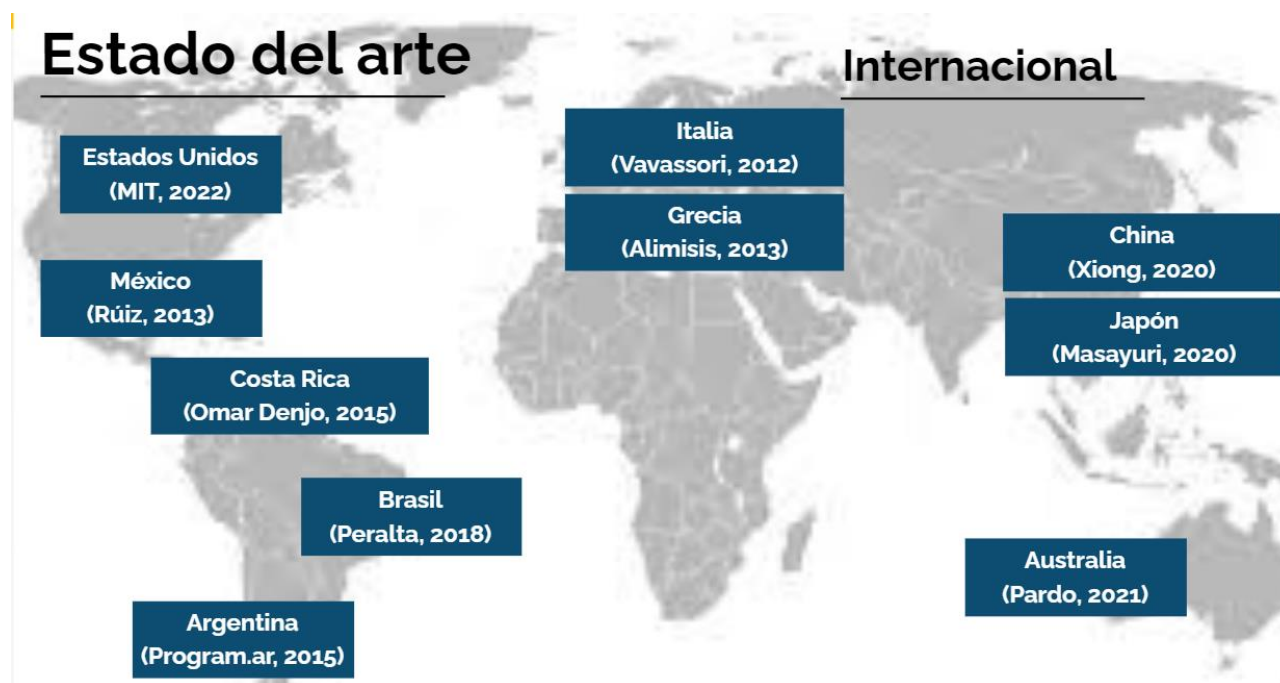
Esta investigación busca que el aprendizaje significativo, que puede darse en las ciencias de la computación, impacte en las escuelas de este país; por lo tanto, la investigación se desarrolla en espacios de jornadas contrarias a las sesiones normales de clase. La iniciativa busca potenciar las habilidades de lógica y programación de los estudiantes a través de software utilizado, creado por el Estado. En esta misma nación, en la Universidad del Este, Barrios (2015), se desarrolló un trabajo con robots educativos para niños de primaria, para potenciar los conceptos básicos de programación a través de una interfaz gráfica por bloques animados. Para Barrios, “este trabajo tiene por objeto generar un entorno de aprendizaje que permita que

alumnos del nivel primario tengan contacto con la robótica educativa y experimenten con las tecnologías en un contexto educacional” (Barrios, 2015, p. 624). La dinámica educativa de esta investigación se centró en la aceptación del uso de software y la incidencia de este en la motivación de los niños hacia la clase, donde la lógica de programación, el pensamiento computacional y sistémico, jugaron un papel importante en los resultados positivos del proceso educativo. Asimismo, intentaron desarrollar prototipos de robots didácticos a bajo costo; sin embargo, se considera que, por los materiales utilizados y el tipo de tecnología propuesta, estos elementos podrían ser inaccesibles en algunos lugares del territorio colombiano, donde los recursos económicos son limitados; esta es una fuerte tensión que tiene aún la robótica para los países latinoamericanos, especialmente en un territorio como el colombiano.

Para la región caribe americana, un estudio clave fue el realizado por la Fundación Omar Denjo de Costa Rica (2011); “se analizaron las iniciativas, tendencias, fortalezas, debilidades y oportunidades de proyectos educativos con robótica en la región, con el fin de sistematizar sus principios educativos, alcances, logros y dificultades actuales” (p. 5). Este proyecto permite visualizar algunos de los trabajos de investigación con robots en educación más destacados de la región y muestra un crecimiento de estas experiencias en la zona. El informe de la Fundación Denjo (2011), indica que en América Latina los estudios e investigaciones formales en los que se documenten las ventajas y falencias de los proyectos que involucren robots educativos con el currículo formal, son escasos.

Figura 3.

Principales referentes orbitales de la robótica en procesos de educación media



Nota. Investigaciones destacados en la educación básica y media involucrando robots en el aula de clase a nivel orbital.

2.2.2. Investigaciones nacionales de la robótica en la educación media

Después de hacer evidentes los estudios relacionados con la robótica educativa a nivel mundial, se recopilan algunas de las experiencias destacadas en Colombia, donde se produce poca tecnología en las líneas de robótica industrial, automatización e inteligencia artificial, a diferencia de lo que sucede con la creación de software, en la cual es fuerte la nación. Para la doctora en Ingeniería de la Universidad de Wisconsin-Madison y coordinadora del foco de Tecnologías Convergentes e Industria 4.0, de la Misión, María Noriega (2019), “el país debe preparar el recurso humano y promover conexiones entre la industria y la academia para explotar mejor la oportunidad que presentan estas nuevas tecnologías” (p. 1). Desde el Ministerio de las Tecnologías de

la Información y la Comunicaciones (2020), se ha iniciado un proceso de adaptación tecnológica, que potencia la importación, adaptación y transformación tecnológica para las necesidades del territorio. Se evidencia un momento clave para construir “tensiones positivas”, con la intención de crear una revolución en innovación tecnológica – educativa, que pueda impactar en los jóvenes colombianos y que permita visualizar algunas las tecnologías exponenciales; en este caso, la robótica, con el fin de que posiblemente puedan preparar a los sujetos para que, en un futuro cercano, sean capaces de arreglar fallas en los robots, reprogramarlos o producir pequeñas piezas de estos. Para potenciar esta iniciativa, se propone incluir en los currículos formales, herramientas tecnológicas y didácticas novedosas, relacionadas con esta tecnología exponencial y así, potenciar los procesos educativos locales.

En la actualidad, en el país se están desarrollado trabajos muy interesantes en el aula de clase, que incluyen la robótica en los doctorados de Ingeniería, que han sido implementados de forma paulatina, en procesos de educación a todos los niveles. Este es un aspecto clave que se menciona en esta investigación, debido a que no existen en la actualidad investigaciones doctorales en la línea educativa en Colombia relacionadas con la robótica en proceso de enseñanza, como una oportunidad para investigar acerca de estos programas en educación, pedagogía didáctica o currículo. Cabe aclarar que los trabajos publicados en las bases de datos más importantes en robótica en educación, pertenecen a carreras de ingeniería, en las que se implementan, en algunas ocasiones, procesos educativos tradicionales y extracurriculares, tal como se evidencia en las investigaciones de Enrique González (2012):

Algunos de los aspectos más importantes del desarrollo de la robótica cooperativa, así como sus fundamentos, problemas y funcionamiento integrando temas de mecánica, electrónica e informática. Esta disciplina, derivada de la robótica móvil y ligada a la temática de los sistemas multilenguaje.” (p. 4)

Este trabajo acerca de robótica cooperativa y móvil, aporta a la formación en niños de grado sexto y séptimo, como una iniciativa liderada por el Proyecto Quemés (Iqbots, 2020), que nace en la vicerrectoría de investigación de la Pontificia Universidad Javeriana y que se ha centrado en un esfuerzo por desarrollar tecnologías con robots, aplicados en la educación básica, media, profesional y posgradual. Aquí, el tema de la cooperación con la propuesta didáctica que se intenta realizar, es clave, ya que se proyectan diversos tipos de roles educativos, que serán tomados de los trabajos de este doctor.

Otra investigación destacada, es la elaborada por Flor Angela Bravo (2019), en la que “las actividades basadas en robots, crean entornos de aprendizaje y situaciones de aprendizaje que apoyan la creación de conocimientos y promueven el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como resolución de problemas, pensamiento crítico, creatividad y trabajo en equipo” (p. 2). Este trabajo doctoral en ingeniería, se implementó en Colombia y en Italia, donde, a través de una propuesta de teatro robótico para niños, se permitió el trabajo de diversas asignaturas, como en las humanidades y las ciencias sociales, asociadas a esta tecnología en la educación básica. Asimismo, se espera que esta investigación pueda aportar a los aprendizajes

que se obtuvieron y que se vean reflejados en la propuesta a diseñar en esta tesis, desde la educación básica y media.

En esta misma línea, se desarrolló una investigación doctoral en ingeniería a la que Jhon Jairo Páez (2019), se refiere:

El proceso de validación con niños comprende tres fases: control a distancia del robot para validar las metas, desarrollo del problema sin el robot y desarrollo del problema con el robot. Las fases fueron desarrolladas con diferentes niños de tres colegios de Bogotá y en fechas distintas. Mediante métodos mixtos se analizó las intervenciones de Baxter, las reacciones de los sujetos y el desempeño de la arquitectura. Los resultados indican que la arquitectura fomenta el aprendizaje de la estrategia durante la solución de un problema de transformación. (p. 5)

Esta investigación, permitió el diseño un producto tecnológico que regula el comportamiento de un robot en un ambiente de aprendizaje, en el que la plataforma tecnológica detecta los gestos del rostro de los niños y, al tener este contacto, les permite identificar el nivel de satisfacción que generó determinada acción educativa en el niño. Permite, además, la interacción hombre – máquina, aplicada a los procesos de educación (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2020). De este modo, se pueden obtener ciertos patrones de aprendizaje de los estudiantes en el aula de clase, con el fin de aprovechar estas en dinámicas de enseñanza.

Finalmente, de los trabajos más destacados de los doctorados en ingeniería, está el del Doctor Jovani Alberto Jiménez Builes (2010), profesor de la Universidad Nacional de Colombia. Estos proyectos son aplicados en todo el departamento de Antioquia y han permeado algunas experiencias importantes de la educación básica.

Las anteriores investigaciones son las más destacadas en los trabajos doctorales de ingeniería usando robótica educativa. A continuación, se mencionarán algunas experiencias en el territorio colombiano, que muestran el avance de esta tecnología en proyectos de maestría y especialización.

De entre los trabajos realizados en especializaciones y maestrías de educación, pedagogía, didáctica o currículo en Colombia, se destacan algunos de la Pontificia Universidad Javeriana (2015), como este en el que “se diseña e implementa un entorno tecnológico de enseñanza - aprendizaje que incorporó un robot dentro de una propuesta didáctica con estudiantes de tres Colegios Distritales de Bogotá”, (p. 7). Este proyecto de investigación se enfocó en el desarrollo del pensamiento tecnológico y trabajo cooperativo de los estudiantes, a través de la robótica. Los colegios en donde se implementó esta investigación fueron: el Nuevo San Andrés de Los Altos, la Acacia y Sierra Morena, todos en la ciudad de Bogotá (Secretaría de Educación de Bogotá, 2020). Esta experiencia puede permitir identificar fases de trabajo en un escenario con robots educativos.

Un segundo trabajo destacado, es el elaborado en la Universidad del Norte que tiene como título “Efecto del uso de la robótica educativa mediada por tic sobre las competencias profesionales de los docentes en establecimientos educativos oficiales”

(Orozco Victor, 2016); aquí se profundizó en las competencias profesionales de los docentes de un colegio oficial en el departamento del Magdalena, que fueron potenciadas a través de la robótica y el uso de las TIC. Participaron 25 docentes de básica primaria, vinculados a las áreas de Ciencias Naturales, Biología, Física y Química. De este trabajo, y como un posible aporte a esta investigación, se revisaron las características de los software utilizados en el proceso educativo.

Un tercer trabajo importante, es el desarrollado por María Alejandra Corchuelo Sánchez (2015); en su investigación se buscó potenciar una propuesta de lineamientos para desarrollar ambientes de aprendizaje, usando robótica. Este trabajo se implementó en diversos contextos a nivel nacional. Entre las recomendaciones de esta tesis, se evidencia el impacto de esta tecnología en las instituciones educativas, especialmente, en el trabajo que se desarrolla en el área de tecnología e informática de forma extracurricular, a través de clubes de tecnología y jornadas extendidas. Como parte de los aprendizajes de esta investigación, se propone el desarrollo de un ambiente de aprendizaje conceptual basado en la robótica.

En esta misma línea de importancia, en la ciudad de Pereira, se desarrolló una investigación. según los planteamientos de Niño (2008), que pretenden “explicar cómo en una tesis de maestría se desarrolló una unidad didáctica de tecnología, basada en robótica educativa asistida por Arduino, que construía aprendizajes” (p. 12). Este trabajo se basó en una unidad didáctica en la Escuela Normal Superior del Quindío, sede Fundanza. Entre las conclusiones de este proyecto, se demuestra que es posible desarrollar actividades tecnológicas escolares de calidad a través de propuestas

educativas, como el aprendizaje significativo. según lo planeta Moreno (2018), el aprendizaje de las TIC y robótica educativa.

Asimismo, es importante un apartado para las investigaciones de las maestrías de Educación en Tecnología (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2021), que son muy interesantes en el campo de la robótica. Aquí, se acentúa la de Álvaro Vergara Pinilla (2018), quien trabajó en la implementación de una unidad didáctica basada en esta tecnología, que tuvo como objetivo potenciar las habilidades creativas de los estudiantes del Instituto de Educación Distrital, Eduardo Umaña Mendoza. De esta investigación, se revisaron e identificaron ciertas habilidades que debe tener el estudiante, en un proceso de formación con robots.

En la especialización de Educación en Tecnología, está el trabajo de la Universidad Distrital (2020), sobre “Robótica BEAM como eje interdisciplinar en la implementación de una ATE” (p. 1), que basó su propuesta pedagógica en la teoría construccionista (Papert, 1996). En este, se usó como herramienta didáctica robots, elaborados con material reutilizable. Este trabajo fue dirigido por el maestro Nelson Acero. Revisando este documento se evidencian algunos elementos importantes que puede tener un proceso didáctico. En este posgrado, también se destaca el trabajo de Claudia Molina y Germán Bejarano (2014); ellos desarrollaron un ambiente de aprendizaje que tiene como fin estimular la creatividad de los estudiantes, a través de la robótica; es muy interesante la relación que hace entre robótica – creatividad - ambientes escolares. Desde esta perspectiva y para esta investigación, se identificaron algunos elementos de la creatividad de los estudiantes, que se potencian con el uso de robots. Un tercer trabajo para destacar de este posgrado, tiene como nombre

“Propuesta didáctica para estimular la creatividad haciendo uso de robots cooperativos”; este, muestra cómo es posible potenciar el trabajo en equipo en el aula de clase; en las menciones, se muestra a la tecnología como eje didáctico del proceso educativo y se usó la metodología basada en problemas (Romero Gómez, 2016).

Este es el panorama de la robótica educativa a nivel mundial, latinoamericano y nacional. En ellos, se indican los elementos del problema de investigación, muy relacionados con el poco trabajo interdisciplinar que se le da a la robótica, así como las pocas propuestas didácticas que están integradas al sistema educativo formal. Esto puede verse reflejado en Colombia. Desde el rastreo documental, no se evidencia cómo esta tecnología exponencial, según los planteamientos de López (2018), se relaciona de forma directa, con el currículo formal de manera amplia, en las instituciones de educación media, sino que solo se pueden identificar desde experiencias extracurriculares o informales.

En los párrafos anteriores se mencionan algunas de las experiencias en robótica educativa que cuentan con procesos de investigación a nivel posgradual en el país, en la línea de educación. La revisión documental lleva a concluir que el avance ha sido vertiginoso; sin embargo, quedan muchos temas pendientes. Se espera que, con esta propuesta didáctica en esta tesis, se pueda potenciar y profundizar posibles alternativas de trabajo en los procesos de educación básica y media colombiana, para los colegios oficiales.

2.2.3. Materiales y empresas líderes globales en los temas de robótica en educación

Se encuentran algunos materiales que permiten potenciar los procesos de enseñanza en los contextos educativos a través de la robótica y se observan, a nivel mundial, grandes empresas que proveen material didáctico en esta interdisciplina, que cuentan en de su propuesta comercial, con la inclusión de modelos educativos; entre los más destacados se tiene el material de las empresas LEGO², *Fischertechnik*³, Ciencia y Robótica⁴, *Softbank Robotics*⁵, *Boston Dinamics*⁶, *Rethink Robotics*⁷.

El líder a nivel mundial en venta de material didáctico en robótica educativa, es la empresa LEGO (2022); esta es una abreviatura de las dos palabras danesas “*Leg Godt*”, que significa “jugar bien”. El modelo educativo de esta compañía, para *Optimus Education* (2022), se soporta en la teoría del construccionismo, desde los planteamientos de Papert (1982), que sostiene que el aprendizaje sucede de forma más poderosa cuando los estudiantes se comprometen en la construcción de productos que sean significativos para ellos.

² <https://www.lego.com/en-us/categories/robots-for-kids>

³ <https://www.fischertechnik.de/en/products/playing/robotics>

⁴ <https://cienciayrobotica.es/robotica-educativa-bq>

⁵ <https://www.softbankrobotics.com/emea/index.php/en/nao>

⁶ <https://www.bostondynamics.com/>

⁷ <https://www.rethinkrobotics.com/>

Figura 4.

Empresa LEGO



Nota. Algunos materiales representativos de la empresa LEGO. Tomado de (<https://www.lego.com/cdn/cs/set/assets/bltb29db09ebaaf659d/Robots-Standard-Block-2.jpg?fit=crop&format=jpeg&quality=80&auto=webp&width=635&height=440&dpr=1>, 2022).

Otra de las entidades destacadas que distribuye material didáctico para esta tecnología exponencial, es *Fischertechnik* (2020), la cual muestra que:

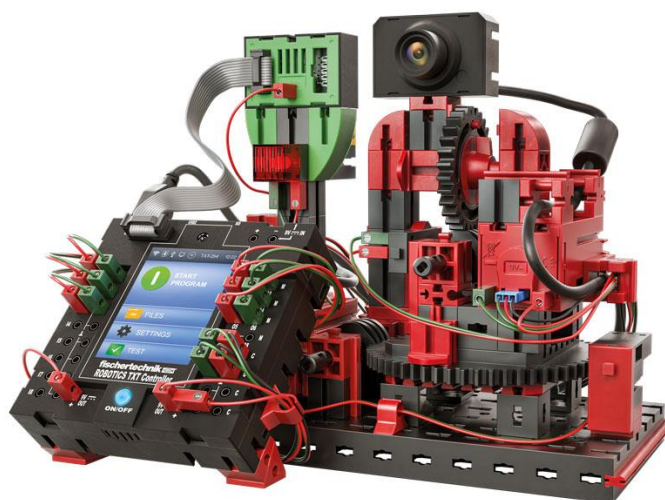
El sistema educativo STEM abarca cuatro áreas claves en la enseñanza Ciencia (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering) y Matemáticas (Mathematics). Este revolucionario método busca la participación del alumno durante su aprendizaje, se trata de que experimente y cree para aprender. La filosofía de aprender jugando es clave para entender este método. (p. 1)

Esta compañía es de origen alemán; sus productos tienen cualidades similares a LEGO (2022), y se puede decir que sus productos son similares, en cuanto a la participación en el mercado mundial, porque cuenta con múltiples kits educativos de diversas tecnologías que incluyen, dentro de su línea de trabajo, la robótica, procesos

de automatización y control, así como sistemas de producción, enfocados a los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Figura 5.

Empresa Fischertechnik



Nota. Algunos materiales representativos de la empresa Fischertechnik. Tomado de https://content.ugfischer.com/cbfiles/fischer/produktbilder/ft/544624-SmartHome_titelmodell.jpg, 2022)

En esta misma línea, se encuentra la empresa española Ciencia y Robótica, con su kit BQ (2020). “Su modelo educativo está enmarcado en la tendencia ‘Maker’ (hacer), basada en la Filosofía STEAM, usando el aprendizaje cooperativo por proyectos, gamificación y el Design Thinking” (p. 2). Se centra en el aprendizaje transversal de las ciencias, matemáticas, mecánica, así como en el desarrollo de habilidades del siglo XXI, (ISTE, 2011). La propuesta incluye el trabajo en equipo y la resolución de conflictos entre los participantes. Estos productos son muy usados en España y en algunos países de Latinoamérica.

Figura 6.

Materiales empresa Ciencia y Robótica



Nota. Algunos materiales representativos de la empresa Ciencia y Robótica. Tomado de <https://cienciayrobotica.es/image/cache/catalog/productos/Zowi/bq-zowi-228x228.jpg>, 2022)

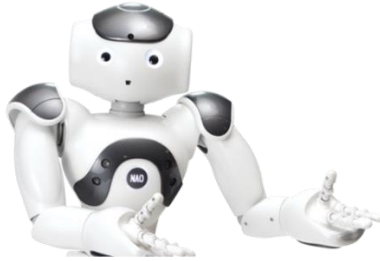
Uno de sus robots ha sido muy popularizado a nivel mundial para procesos educativos universitarios es NAO, desde la empresa *Softbank Robotics* (2020), esta creación:

Tiene forma de humanoide, cuenta con sensores táctiles, 4 micrófonos y altavoces, un prototipo que cuenta con 25 grados de libertad, que le permite moverse en su entorno con facilidad, este cuenta con reconocimiento de voz en 20 idiomas y 2 cámaras 2d para reconocer objetos, formas e incluso personas. (p. 1)

Es muy usado a nivel de pregrado y posgrado. La empresa *Softbank Robotics* (2020), es la creadora del prototipo. Existen múltiples aplicaciones con este robot, no solo desde lo educativo, especialmente en temas publicitarios y de *marketing*, en educación se usa para potenciar las competencias en el aprendizaje de las ingenierías.

Figura 7.

Empresa Softbank Robotics



Nota. Algunos materiales representativos de la empresa Softbank Robotics. Tomado de https://www.softbankrobotics.com/emea/sites/default/files/images-content/SoftBank-Robotics-NAO_0.png, 2022)

Otra de las empresas destacada es *Boston Dynamics* (2020), filial de Google, que produce diversos tipos de robots para múltiples aplicaciones, en lo militar, pasando por el tema médico y llegando a lo industrial y educativo. Este tipo de artefactos son de un alto costo por las funciones especializadas que realizan y solo se usan en algunas universidades de muy alto prestigio, para desarrollar aplicaciones educativas, enfocadas a los procesos de enseñanza y aprendizaje; sin embargo, los usan en diversos espacios educativos.

Figura 8.

Empresa Boston Dynamics



Nota. Algunos materiales representativos de la empresa Boston Dynamics. Tomado de https://www.bostondynamics.com/sites/default/files/2019-09/atlas_w_spot-min-450.png, 2022)

Una entidad muy llamativa en el campo de la robótica educativa es *Rethink Robotics* (2020), que:

Como líder innovador en el desarrollo de robots colaborativos, Rethink Robotics obtiene el apoyo de una de las redes líderes en el campo de la automatización y la robótica. La fuerte conexión entre el espíritu pionero y la ingeniería alemana establece nuevos estándares en el desarrollo de tecnología robótica.
(p. 1)

Esta compañía se centra en el trabajo colaborativo, cuenta con software fáciles de desarrollar y manejar, es muy flexible con otras tecnologías que son compatibles con aplicaciones en el mundo real y que poco a poco se ha ido llevando a procesos de educación para el trabajo de las universidades en ingeniería, aplicado a proyectos que involucren procesos pedagógicos, didácticos o curriculares.

Figura 9.

Empresa Rethink Robotics



Nota. Algunos materiales representativos de la empresa Rethink Robotics. Tomado de https://www.rethinkrobotics.com/fileadmin/_processed_/8/e/csm_image-sawyer-01_ec3bcda85d.jpg, 2022)

Finaliza una descripción importante de los proveedores, junto con sus respectivos modelos educativos de materiales didácticos más importantes a nivel

mundial. Desde los aspectos comerciales, existen otras iniciativas menos promocionadas que no se mostrarán en el trabajo, debido a la gran cantidad de estas iniciativas a nivel internacional.

2.3. Marco teórico y conceptual

Con el transcurrir del tiempo y con el desarrollo de tendencias tecnológicas emergentes, en este caso la robótica, se realiza una revisión de los desarrollos que han permitido el crecimiento de esta interdisciplina (Maingain, 2002). En primer lugar, está el científico Norbert Wiener (1958), quien potencia una rama de la ingeniería, conocida como la cibernética. El desarrollo de esta tecnología generó una acelerada vinculación de máquinas, proyectos tecnológicos y humanoides a los procesos productivos del mundo, que han ayudado a mejorar la calidad de vida del hombre (Wiener, 1958). Cuando inició este proceso de la cibernética, las personas del común lo relacionaban con cuentos de robots, mitos y leyendas que referenciaban humanoides (Capek, 2017), pero a través del tiempo, esta tecnología empezó a tomar formas humanas y de animales.

En este camino de innovación en diversas áreas del conocimiento, se potenciaron algunas ingenierías y la sensórica, que ayudaron al crecimiento de esta tecnología y su vinculación directa, especialmente, con la vida productiva, social y económica de las naciones industrializadas. No es un secreto que esta tecnología ha cambiado la forma de ver el mundo; su inclusión en la vida cotidiana es permanente, y puede decirse que hace parte de los procesos sociales, educativos, culturales, y económicos de la humanidad.

Es tan importante la robótica, que en los procesos de formación educativa se ha iniciado, desde hace algún tiempo, la construcción social de sujetos que puedan trabajar interpretando de forma crítica, las creaciones modernas; esto se evidencia cuando cada tecnología aparece y requiere de personas que ayuden a dar soporte y solución a los problemas que pueda tener. Aquí, es clave formar ciudadanos, no solo desde los aspectos técnicos, sino desde las responsabilidades éticas y ambientales, como lo plantea Alberto Navas (2019), al afirmar que:

La inteligencia artificial y robotización comenzarán muy pronto a cambiar definitivamente los paradigmas dominantes hasta ahora en las sociedades, cuya preocupación no debe ser tanto que en un mundo futuro nos dominen las máquinas, sino que el peligro real es el mal uso que podrán hacer de ellas los seres humanos. (p. 17)

Esta introducción al marco teórico y conceptual permite llamar la atención del lector, con el fin de poder generar, en los párrafos posteriores, una interlocución de los temas relacionados con la investigación y que son relevantes en aspectos, como las tecnologías exponenciales, robótica, didáctica, interdisciplinariedad e integralidad del conocimiento.

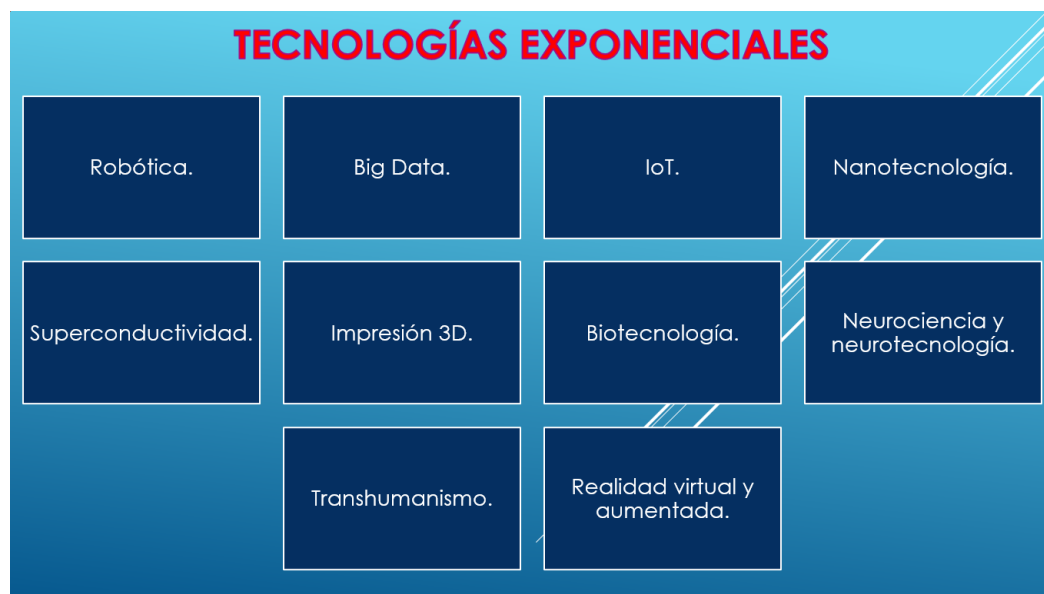
2.3.1. Tecnologías exponenciales

Este tipo de tecnologías son claves para el desarrollo de la sociedad, como lo plantea el Banco Mundial (2020), lo que lleva a pensar que para poder formar personas que aporten al mundo, es importante describir la importancia y el alcance de estas tecnologías en las comunidades. El concepto de Tecnologías exponenciales, según

López (2018), “trata de encontrar un terreno común respecto a la terminología que se utilizará para describir las observaciones del ritmo de cambio de Tecnología de Propósito General (TGP)” (p. 52). El término puede relacionarse con frases similares, como aceleramiento tecnológico, tecnologías de cambios cada vez más rápidos, tecnologías transformadoras, cambio tecnológico creciente o cambio tecnológico explosivo (Lopez, 2018). Estas frases llevan a construir una definición propia para la investigación del concepto, que de aquí en adelante, es definido como un conjunto de técnicas que crecen de forma rápida, pero que al mismo tiempo, este incremento en el mercado permite que sus costos de producción se reduzcan de forma importante y acelerada. A continuación, se muestra un gráfico de estas.

Figura 10.

Tecnologías exponenciales. Basado en el Libro La Gran Transición



Nota. Estas son algunas tecnologías exponenciales de esta época.

Actualmente, estas tecnologías afectan de forma importante, a la sociedad, la Inteligencia artificial y la robótica (2018), como se describe a continuación:

Las próximas décadas vienen acompañadas del continuado ascenso de la inteligencia artificial (IA). Se trata de sistemas de tecnologías de la información y la comunicación, de tecnologías digitales y robóticas, capaces de aprender por ellos mismos, de analizar inmensos bancos de datos, de comunicarse entre sí, de interactuar con su medio ambiente, con cosas y con seres humanos.

(López, 2018, p. 23)

Estas reflexiones, permiten proyectar la importancia que tiene una tecnología como la robótica en el futuro cercano de los seres humanos; por consiguiente, el incluirlas en los procesos educativos, permiten una articulación con las dinámicas productivas – educativas en la actualidad y en el futuro cercano.

2.3.2. Robot

Para hablar de la tecnología robótica, se debe iniciar con la parte más pequeña de esta, el robot (Capek, 2017), que procede de “*robota*”, y que en checo significa “trabajos forzados como los de los siervos de la gleba” (p.1). Es un vocablo que se empieza a mencionar a principios del siglo XX, en publicaciones del género de ciencia ficción, en obras como las de Isaac Asimov y sus tres leyes de la robótica “reglas de los robots para evitar el colapso de los humanos y su propia especie” (Asimov, 2009, p, 35). Este es un artefacto que se puede definir como una estructura mecánica móvil o fija que recibe señales del entorno por medio de sensores, que las procesa a través de un “cerebro” y envía una señal de respuesta a través de actuadores, que le permiten integrarse con el mundo.

Figura 11.

Figura de robot



Nota. Esta es la figura de un robot. (Tomado de <https://pixabay.com/es/illustrations/bot-cyborg-automatizaci%C3%B3n-ayudante-4877977/>, 2022)

En esta investigación, el artefacto “robot”, será vista como una herramienta didáctica que está enfocada en la enseñanza para los estudiantes de educación media, en que su potencial como actor activo en el proceso educativo, es trascendental, porque permite acceder a teorías y conceptos de diversas áreas del conocimiento, de forma interdisciplinar, tal como lo plantea Sardegna (2016), mostrando que es posible articular teoría y práctica en el desarrollo de proyectos, a través de estos artefactos. Otra definición, es la de un artefacto didáctico que permite darle un rostro, a las temática que se están trabajando en el aula de clase, que puede ser personalizable y que permite impulsar cierta afectividad del estudiante hacia este.

El robot para esta investigación, tiene la función principal de ser el elemento diferenciador dentro de una propuesta didáctica integradora de conocimientos, en lo interdisciplinar. Este no se usa solo con la intención de aprender o conocer las partes, funcionamiento y ajustes de los temas tecnológicos; busca que este artefacto tecnológico sirva como puente entre los aspectos didácticos en una clase de tecnología

e informática y los principios de la ingeniería, desde esta tecnología que se describe a continuación.

2.3.3. Robótica

Después de conocer algunas definiciones de robot y su implicación en los procesos educativos, aparece la disciplina que estudia los robots como artefactos que, cómo se ha mencionado, hace parte de las Tecnologías de Propósito General TGP, según López (2018), y que son usadas en la recombinação de las mismas tecnologías, con el fin de solucionar problemas del entorno y de la humanidad y hacen parte de la nanotecnología, biotecnología e inteligencia computacional, las que se conocen actualmente como NBIC y pertenecen a la cuarta revolución industrial, las cuales, sin duda, están creciendo de forma acelerada en el mundo.

Figura 12.

Robótica



Nota. Es la figura de un artefacto robótica espacial. (Tomado de <https://pixabay.com/es/illustrations/robot-vagabundo-m%C3%A1quina-mars-rover-6389725/>, 2022)

Esta disciplina ingenieril es muy usada en los procesos de automatización y control digital en los países industrializados, especialmente, con brazos manipuladores como lo propone Cortés (2011), que han permitido la evolución de procesos de manufactura que antes se demoraban mucho tiempo y que tenían, en algunos casos, problemas de calidad por la poca precisión que se pudiera tener en estos.

Adicionalmente a la industria de productos de consumo, los robots han incursionado en los procesos agroindustriales, mejorando los tiempos de las cosechas y el trabajo con los animales de la granja, que reducen los costos de este manejo a la hora de ya tener la tecnología en funcionamiento (López P. , 2013).

Desde la investigación, la robótica será determinante en los procesos de integración de conocimientos, porque permitirá brindar alternativas de resolución de problemas del entorno en un proceso educativo, y permitirá que el estudiante vea, de forma aplicada, los conceptos de ingeniería en un prototipo funcional que aporta a las comunidades para las que se implementan procesos con esta tecnología.

2.3.4. Robótica didáctica

Desde lo didáctico y como se han mencionado en este documento, los robots son valiosos como una alternativa que sirve de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje; en esta investigación se tomará a la robótica como una interdisciplina didáctica, conforme a los planteamientos de Maingain (2002), que permite la integración de diversas áreas del conocimiento, con el fin de diseñar, construir y poner a punto, un prototipo móvil, brazo manipulador o de forma general, un artefacto tecnológico robótico. Este producto tecnológico podrá ser usado en tareas académicas que proyecten al estudiante al trabajo de aula y que incluya la reparación de pequeñas

fallas de estos, reprogramación del artefacto, si llegara a ser necesario, así como ajustes mecánicos sencillos, que hacen parte del proceso educativo.

Figura 13.

Robot didáctico. Hexápodo seguidor de luz



Nota. Este es un robot con patas que cuenta con un sistema digital que sigue la luz.

La robótica, como una herramienta didáctica, según los planteamientos de Velazco (2007), es vista “como una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología” (p. 106), con la excusa de acercar al estudiante de forma divertida, práctica y en el contexto de una gran cantidad de conocimientos disciplinares (Ruiz Velazco, 2012). Este autor plantea que es importante que los niños desarrollen la habilidad de tocar, sentir y manipular, para que creen una conciencia sensorial de sus relaciones con el mundo físico, mostrando la importancia de estos artefactos en los procesos de educación. En los planteamientos de Hervás (2019), se propone que desde la enseñanza se pueden potenciar habilidades para el diseño y construcción de secuencias de programación, utilizando estos artefactos, con los que es posible comprobar, de forma experimental, las consecuencias y precisión de las instrucciones transmitidas, así como el comprender y el cómo detectar errores en los movimientos de programación del robot.

Teniendo en cuenta que la robótica tiene componentes de las ingenierías, cabe destacar que también cuenta con aspectos pedagógicos y didácticos muy interesantes, que valen la pena ser mencionados, como es el caso de las teorías del construccionismo de Papert (1996), de las disciplinas, de Fourez (2015), las interdisciplinas con Maingain (2002), las didácticas con Santiváñez (2017).

Desde estas perspectivas, se toma a la robótica y sus posibilidades didácticas para la educación básica y media de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá, en donde es altamente relevante, el trabajo con materiales de fácil consecución, porque los docentes de estos entornos no pueden solicitar materiales a los estudiantes, ya que solo cuentan con los que les brinda el almacén de la institución educativa donde se desempeñan.

A continuación, se presentan las tendencias epistemológicas en relación con el uso de robots, en la educación básica y media en las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá (Colombia).

2.3.5. Socioconstructivismo

Gracias a los estudios clásicos del socioconstructivismo planteados por Vygotsky (1976), en sus investigaciones y por su famoso concepto de la zona de desarrollo próximo, en el que plantea que los estudiantes partícipes de este proceso educativo, edifican el conocimiento a través de las relaciones sociales con los demás participantes del entorno educativo. Con este nuevo conocimiento que está influido por la sociedad que lo rodea, le permite hacer inferencias que incluyen diálogos con los demás, convirtiéndose esta postura en la base del tema social de la teoría. En esta postura, el

intercambio social no solo se da desde las conversaciones de cada uno de los temas de clase, sino que intervienen las creencias particulares, los valores y las habilidades que cada una de la personas ofrece al otro y que han sido forjadas en la formación del sujeto en su casa. En su publicación, Edith Ruiz (2012), muestra como:

El hombre es un ser social, que vive en relación con otros, aprende y se desarrolla en un proceso de interacción, intercambio, socialización, producción y construcción, en el cual la actividad grupal es la forma de expresión de los vínculos que se establecen entre ellos, así como la percepción de la realidad (p. 34)

La importancia de las relaciones humanas con el entorno, es definitiva en la construcción integral de las personas, y el socioconstructivismo es la base de las posturas clásicas que servirá como referente en lo didáctico, usando robots. No se puede desconocer que estas investigaciones fueron trascendentales en su tiempo y que aportan discurso y trabajo a nuevas tendencias de las pedagogías del siglo XXI (Carbonell, 2015).

Para César Coll (2009), estas construcciones de conocimiento se realizan a través de la escuela y la familia, así como de los medios de comunicación, que permiten la interacción con la cultura situada del sujeto. Incluye el concepto que él denomina “interactividad” (p. 14), que consiste en el intercambio de experiencias educativas con el uso de la tecnología. En este caso particular, la robótica aplica en el desarrollo de habilidades manuales y la integralidad que se le puede dar al conocimiento, a través del uso en el aula. El concepto interactividad, se relaciona con

los intercambios de experiencias educativas que se tienen entre el tutor y el estudiante en situaciones particulares de la clase. En la actualidad, estos momentos son posibles a través del uso de plataformas digitales, como aulas virtuales, que permiten hacer análisis cuantitativos y cualitativos de las frecuencias de trabajo de cada uno de los estudiantes. Un ejemplo del concepto de interactividad se evidencia en el software *Tinkercad*, que permite un intercambio permanente de términos, conocimientos y experiencias particulares a través de esta plataforma web de simulación (AUTODESK TINKERCAD, 2020).

A raíz de los avances de las posturas socioconstructivistas y su relación con las tecnologías, se inicia el camino de tendencias modernas; es el caso del construccionismo planteado por Papert (2020), que se describe a continuación.

2.3.6. Construccionismo

Los aportes del socioconstructivismo se ven reflejados en la teoría del construccionismo, que está enfocada a la elaboración de artefactos con un sentido educativo de forma concreta. El investigador que inició este proceso fue Seymour Papert (2009), pionero en la inteligencia artificial en el laboratorio del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), y que también fue influenciado por su amigo Paula Freire y formado en el pensamiento constructivista de Piaget.

Esta tendencia de la enseñanza, es una de la más fuertes con el uso de robots en el último tiempo, como teoría de la construcción de artefactos, que permite al estudiante desarrollar pensamiento sistémico y habilidades motrices en un ambiente de aprendizaje tecnológico (Bravo Sánchez, 2012). Asimismo, potencia el desarrollo de las

habilidades, como la cooperación, que al interactuar entre grupos de personas pueden desarrollar una comunidad de aprendizaje, en la que cada integrante puede tomar roles específicos, con el fin de lograr el objetivo o meta de aprendizaje planteada (Red LATE México, 2016).

Este científico Surafricano creó el software LOGO en 1968, que dio un gran aporte en el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo mediante la resolución de problemas en las escuelas norteamericanas de forma inicial, pero que se expandió por todo el mundo con la llegada del material didáctico (LEGO, 2022). Es importante destacar que Papert es uno de los pioneros de la inteligencia artificial junto con Mitchel Resnick (2021), en el laboratorio de inteligencia artificial del MIT.

Según esta teoría construccionista, se usa la tecnología como herramienta para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que se podría decir que es una forma de conocerse a sí mismo y evaluar cuánto aprendió cada sujeto. De acuerdo con la dinámica planteada por Papert (1982), los estudiantes pueden hacer sus laboratorios prácticos, confrontar los resultados y obtener diversos aprendizajes mediante procesos de experimentación. La robótica permite experimentar de forma clara en tres disciplinas fuertes del conocimiento, según los estudios de la Universidad Politécnica de Tulancingo (2017), por un lado, la electrónica que brinda un soporte al robot en lo cerebral; por otro lado, la mecánica que hace su aporte en lo estructural y los sistemas de información, que hacen sus aportes en la lógica del pensamiento computacional. En esta línea construccionista, Edith Ackerman (2004), propone que el proceso de enseñanza y- aprendizaje debe ser autodirigido y permitir que, a través de las

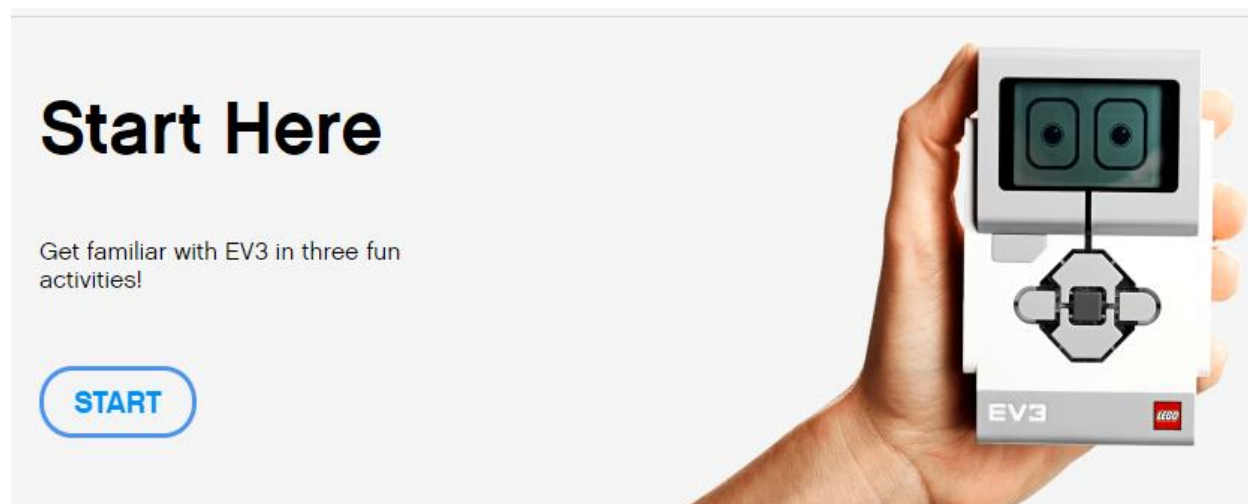
iteraciones con la herramienta tecnológica, se puedan indagar las temáticas y problemáticas desconocidas, con las que se busca aprender a aprender, generando un fuerte vínculo entre la herramienta tecnológica (robot), y la persona que está siendo educada a través de esta tecnología.

Para Papert (1982), la tecnología (computadoras), se usaron para hacer que el niño avance en su propio ritmo, mediante el cual, él puede escoger el nivel de dificultad del aprendizaje con el que se sienta cómodo. Para esta investigación, no solo se contará con elementos que llevan a desarrollar el pensamiento computacional de las habilidades que propone la ISTE (2011), adicionalmente, se propone acceder a un entorno sistémico para la integración tecnológica que tiene un robot, y su relación con lo educativo, visto como una herramienta didáctica.

Esta teoría ha trascendido, no solo en lo académico, sino que ha incursionado en los aspectos comerciales del mundo. Un caso particular, es la empresa LEGO (2022), que ha apropiado los aprendizajes del instituto Tecnológico de Massachussets (2022), para integrar esta metodología construccionista, según los planteamientos de Papert (1996), al producto comercial que ofrece a nivel mundial que, en este caso, es el paquete EV3 de la empresa LEGO (2022). A continuación, se muestra, de manera frontal, el sistema inteligente de este.

Figura 14.

Tecnología EV3 de LEGO



Nota. Cerebro de empresa LEGO para robótica (Tomado de <https://www.robotix.es/es/lego-mindstorms-education-ev3>, 2022).

La teoría construccionista es clave para las bases epistemológicas y el desarrollo de esta tesis; muchos de sus planteamientos son los pilares de algunas didácticas que desean ser usadas en la investigación, en donde se evidencia un gran potencial en el uso de la robótica, para tal vez, descubrir nuevos elementos que en la enseñanza, puedan impulsar los procesos educativos en la educación media, integrales e interdisciplinarios, de los cuales se hablará a continuación.

2.3.7. Interdisciplinariedad

En las categorías que se plantearon para la investigación y después de hacer una profunda búsqueda en el estado del arte, se identificó que la robótica educativa se ha venido trabajando como como una disciplina educativa, lo cual puede limitar su potencial integrado del conocimiento (Maingain, 2002); las prácticas llamadas interdisciplinarias utilizan resultados de diversas disciplinas para comprender un

fenómeno complejo. Desde esta perspectiva, el objetivo de la interdisciplinariedad es la construcción de un saber adecuado para una situación que utiliza las disciplinas con esa finalidad y no implica ninguna desvalorización de los conocimientos de las disciplinas. En sentido amplio, se considera interdisciplinar, según los planteamientos de Maingain (2002), la práctica en común de la enseñanza o de la investigación por personas de especialidades diferentes.

El concepto interdisciplinar aplicado en la robótica educativa, es importante, porque permite incluir diversas áreas del conocimiento en el trabajo didáctico que se realiza en el aula de clase, en cuanto puede incluir ciencias exactas, tecnologías, ingenierías y matemáticas, solamente si el investigador se concentra en los aspectos del robot como artefacto. Sin embargo, si se toma en un entorno educativo, es posible potenciar aspectos en cada sujeto o en grupos de trabajo humano, como la colaboración, la construcción de objetos, el desarrollo de la creatividad y su relación con la sociedad, como lo propone González (2016), que están enmarcados en la interdependencia positiva, el aprendizaje recíproco y los aprendizajes emergentes. A los anteriores aspectos educativos, se podría agregar el pensamiento computacional, de conformidad con las ideas de la ISTE (2011), en las que se destacan: la resolución de problemas, el razonamiento cuantitativo, la autorregulación y la resiliencia, como elementos de esta interdisciplina.

Desde esta perspectiva, la interdisciplinariedad es un elemento diferencial en los trabajos con los robots. Por un lado, todas las áreas de conocimiento que intervienen en la creación del robot, que se agrupan, de forma general, en las ingenierías

electrónica, mecánica y de sistemas de información. Por otro lado, las posibilidades de relacionar diversas áreas del conocimiento en la educación básica y media, con un artefacto tecnológico; de esta forma, se puede ver el aporte y profundidad de cada una de ellas en la solución de un posible problema del entorno del colegio, permitiendo generar sentido de pertenencia y de integralidad, de las que se hablará a continuación.

2.3.8. Integralidad de conocimientos

En la actualidad los procesos educativos, sociales e industriales han dejado de ser disciplinares, como lo muestra Fourez (2015), y como se ha venido mencionando, para convertirse en procesos interdisciplinares, según las posturas de Maingain (2002), e integrales (Castro, 2022), en las que se debe entender:

Que esta nueva forma de marginalización social, propugnada por las tecnologías, requiere de la puesta en práctica de soluciones integrales en las que se responda, de manera concreta y efectiva, a las demandas insatisfechas de una ciudadanía que debe hacerle frente a un contexto incierto de constante cambio tecnológico. (p. 29)

Lo que se plantea en la cita anterior, demuestra que es necesario no solo ver el trabajo con tecnología digitales en el aula de clase, a través de los procesos interdisciplinares, sino que es también necesario construir los elementos que permitan elaborar escenarios integrales de conocimiento, en que lo educativo, social y económico intervengan de forma real en la educación contemporánea. Ha llegado el momento de no solo construir conocimientos desde lo cognitivo, procedimental y motriz

en los estudiantes, sino que estos puedan verse reflejados en las problemáticas que tiene el mismo entorno de los participantes.

En el caso de este trabajo de investigación, se busca que la robótica en el aula de clase, permita a los estudiantes, potenciar las habilidades del siglo XXI, y a su vez, lograr un trabajo interdisciplinar para que la mayoría de las nueve áreas del conocimiento obligatorias por el Ministerio de Educación, participen en la construcción de estos conocimientos y finalmente, identifiquen, en cada uno de los entornos donde se esté trabajando, la propuesta didáctica final de esos aspectos integrales, relacionados con la comunidad, el contexto y los aspectos económicos.

2.3.9. Didáctica

Otro elemento clave dentro de las categorías de investigación, está relacionado con los procesos de enseñanza en la educación, refiriéndose al concepto de didáctica expuesto por López (2016), el cual, se deriva del término griego *didasco*, que significa enseñar e instruir; también se refiere a exponer con claridad y demostrar. Este vocablo se relaciona con la educación y se vincula, de forma directa, con la enseñanza; sin embargo, no es imposible, en un proceso educativo integral, desvincularlo de los procesos de aprendizaje. Sin este concepto, la explicación de una temática en un ambiente educativo sería muy compleja, casi imposible, si no está enfocada a desarrollar un proceso mental coherente.

En el libro *Didáctica general y formación del profesorado*, de López (2016), la didáctica se concibe “como una disciplina pedagógica aplicada fundamentalmente en la

formación de los docentes al asumir como objeto central el estudio del proceso de enseñanza – aprendizaje en su amplitud” (p. 7). Este concepto es clave a la hora de proponer una estrategia que permita el trabajo educativo desde una tecnología exponencial como la robótica. La didáctica la describe Medina (2005), como:

Un acto didáctico se torna innovador cuando desde el emisor al receptor, así como el mensaje y el canal, están configurados por contenidos de gran relevancia y potencialidad formativa empleando el canal más adecuado, en cuanto vehículo mediador que permanentemente facilite y mejore la comunicación. (p. 279).

En estos procesos de enseñanza, es clave contar con objetivos claros de aprendizaje; esto facilita el rumbo del acto didáctico de la misma planeación del acto educativo, como lo propone Torres (2019), de esta forma, se puede potenciar con una herramienta didáctica (robot), con la que sea posible construir unos conocimientos y/o habilidades por parte del estudiante.

Asimismo, es importante mencionar que existen algunos tipos de didáctica como se evidencia en las investigaciones de Santiváñez (2017), en las que se realiza una división muy particular; por un lado, está la didáctica general; por otro, la especial generalizada y, finalmente, la especial particularizada.

En el caso de la didáctica general, Torres (2009), dice que:

Consiste en el estudio de todos los principios y técnicas válidas para la enseñanza de cualquier materia o disciplina. Trata de explicar el problema de la enseñanza de modo general, sin las especificaciones que varían de una disciplina a otra. (p. 11)

Otra definición es la planteada por Santivañez (2017), quien la expresa como:

La ciencia práctica auxiliar de la pedagogía que está constituida de conocimientos, investigaciones, propuestas teóricas y prácticas que se centran especialmente en estrategias de enseñanza y del aprendizaje, de la planificación y del diseño curricular, de los métodos educativos, del diseño y desarrollo de medios, la tecnología didáctica y la formación docente. Tiene una clara finalidad: lograr el mejor desarrollo de dos procesos complementarios, como son el proceso de enseñanza por parte del profesor y el proceso de aprendizaje por parte del alumno. (p. 24)

Si se cuenta con la didáctica adecuada, es posible ver el proceso de enseñanza de forma integral, en la que convergen las condiciones de forma general de las disciplinas, con el fin de obtener cierto nivel de efectividad en el acto de la enseñanza, que puede estar enfocado al mejoramiento del aprendizaje por parte de los sujetos que participan en el acto educativo.

En estos procesos didácticos, cabe mencionar que hay unas segmentaciones que algunos autores han llamado didácticas especiales generalizadas, como Santivañez (2017); estas se concentran en la enseñanza de las interdisciplinas, abordando problemas complejos en las áreas comunes. Adalberto Fernández (1990), “la contempla bajo un enfoque sistémico que considere la necesidad de multivariedad de estrategias metódicas, la configuración epistémica de los contenidos curriculares y la adecuación de estos dos elementos al grupo destinatario de la enseñanza” (p. 11).

Para esta didáctica puntual, la robótica educativa aplica, ya que esta interdisciplina cuenta con múltiples componentes en las diversas ingenierías; pero adicionalmente, tiene un componente enfocado a la educación que aporta elementos pedagógicos y curriculares.

Existen otras didácticas que son diferentes; estas se conocen como las especiales particularizadas, según Santiváñez (2017), que se enfocan en problemas puntuales en las áreas comunes, como en las asignaturas de Física, Geometría, Estadística, entre otras, que estarían dentro del área de las ciencias naturales y no incluye aspectos de otras áreas diferentes. De esta forma, aplica a modelos en los que no existe la integralidad en el conocimiento que se desea construir y se concentra en uno específico disciplinar. Un ejemplo en el que se muestra este tipo de didáctica, es la de una temática de sola asignaturas vista de forma unidisciplinar.

Pasando a un tema más específico de la investigación y relacionado con los posibles aspectos didácticos con robots, sobre estos ya existen propuestas de enseñanza bajo el enfoque STEM (S = Ciencias naturales, T = Tecnologías, I = Ingenierías y M = Matemáticas), “como un cambio en la forma en que se observa la realidad actual, cuyos avances tecnológicos son de tal magnitud que no alcanzamos a asimilar fácilmente sus implicaciones e impacto en la sociedad” (Botero, 2018, pág. 19). Se busca observar de forma integral, el trabajo de algunas áreas del conocimiento, según lo planteado por Senay Purzer (2014):

Una persona instruida en STEM es aquella que tiene el conocimiento suficiente y las habilidades para participar y progresar en la sociedad moderna, segura de

sí misma, y con la capacidad para usar, manipular y evaluar las tecnologías presentes en la vida cotidiana, así como la capacidad de entender los principios científicos y los procesos tecnológicos necesarios para resolver problemas, desarrollar discusiones y tomar decisiones. (p. 37)

Con el anterior planteamiento y dentro de los objetivos del enfoque STEAM, propuesto por Botero (2019), se encuentra, en primer lugar, responder a los desafíos económicos presentes en todas las naciones; en segundo lugar, identificar las necesidades de los trabajadores que requieren un conocimiento más flexible, así como la posibilidad de nuevas habilidades con el fin de ajustarse a los desafíos educativos, laborales y sociales actuales, y en tercer lugar, relacionarse con la posibilidad de solucionar los problemas tecnológicos y medioambientales, por medio de la alfabetización científica de los estudiantes. Lo anterior, permite reflexionar acerca de los procesos educativos en el aula, que conllevan a la articulación con la economía, la cultura y la sociedad.

En el caso particular de esta investigación, se toma la robótica en la educación, que ya ha sido trabajada desde el STEM, y como un ejemplo de lo anterior, que se hace evidente en el trabajo de Luis Carlos Ortiz (2019), en el que, a través de las actividades propuestas de los estudiante de Ingeniería Informática y Electromecánica de la Universidad Privada del Este (UPE CDE), aplicando conceptos de electrónica, mecánica, y programación, se potenció el uso de esta tecnología en los procesos educativos. Los estudiantes utilizaron la tarjeta de desarrollo Arduino UNO (2021), que permite una programación por bloques o de forma estructural, a través de un

dispositivo electrónico. En el trabajo de la Universidad del Este, se hace patente el gran potencial que tiene la robótica en metodologías en las que se integra el conocimiento de la ingeniería, en lo educativo, pedagógico, didáctico y curricular.

Un aspecto clave, a través del enfoque STEAM, es la evaluación del estudiante, que debe integrarse al proceso de enseñanza y aprendizaje y de esta forma, obtener una valoración cualitativa, cuantitativa y de las habilidades del siglo XXI (Hernandez Sampieri et al, 2018). Así, lo muestran los resultados del II Congreso Internacional de Educación: una nueva mirada en la mediación pedagógica la Universidad Nacional de Costa Rica (2020):

En este particular, la evaluación debería contemplar criterios que reflejen evidencia de progreso tanto en conocimientos, como en las destrezas y las actitudes. Esto supone pensar, no solo en los productos (un trabajo escrito, una exposición, un examen, etc.), sino también en los procesos. (p. 115)

Lo anterior, ratifica la importancia que, en los procesos de innovación de enseñanza y aprendizaje, no se descuide el tema de evaluar. De esta forma, se pueden esclarecer posibles bondades y dificultades que tenga el proceso educativo y asimismo, realizar las correcciones pertinentes dentro de las posibles propuestas de enseñanza de la robótica en la educación básica y media.

III. MARCO METODOLOGÓICO

Esta investigación se trabajó desde una perspectiva epistemológica del paradigma mixto, según los planteamientos de Creswell (2013), pues se considera que al ser la robótica educativa una interdisciplina, se podrá abordar desde un planteamiento abierto, que permita entender el fenómeno de cómo la didáctica puede hacer un trabajo junto con esta tecnología, en la que se pueda explorar, describir y comprender la relaciones con la enseñanza. De esta forma, es posible investigar a profundidad los datos e información recopilada y analizada, porque permite darle al trabajo una riqueza interpretativa y contextualizada de los entornos donde se realiza y así, materializar, de forma significativa, una alternativa desde la didáctica, con el uso de los robots, de forma integral, con el fin de realizar un aporte al conocimiento de los doctorados en educación.

El diseño metodológico fue exploratorio secuencial, como lo plantea Creswell (2013); en esta propuesta, se muestra cómo la robótica educativa puede verse desde la complejidad de las interdisciplinas, en las que se incluyen aspectos didácticos propios de la educación, así como elementos tecnológicos enfocados a las tecnologías exponenciales a partir de los planteamientos de López (2018), por un lado, de forma objetiva, con el uso del robot y, por otro lado, en forma subjetiva, enfocados a los procesos de enseñanza. Asimismo, se profundizó en los datos relacionados con las posturas epistemológicas de la robótica en el aspecto lo técnico y pedagógico. La propuesta incluyó los contextos de trabajo de las escuelas públicas, personas empoderadas en el tema, expertos académicos y empresariales de robótica aplicada

en la educación. Se usaron herramientas tecnológicas digitales disponibles en la web, así como software de análisis de información cualitativa, con el uso del software Atlas Ti 8.0 (2022), y matrices elaboradas en la plataforma Office 365, lo que permitió realizar el análisis textual, la creación de encuestas e instrumentos, redes semánticas, entre otros, que permitieron potenciar el proceso de investigación.

Para verificar la credibilidad del proceso de esta tesis, se tomaron en concordancia los planteamientos de Hong (2018); aquí se trabajaron los criterios de calidad en los métodos mixtos, cruzando los hallazgos cualitativos con los resultados cuantitativos, con el fin de proporcionar una comprensión completa de un fenómeno y para desarrollar y probar los instrumentos elaborados (Bryman, 2006). Fue posible enfocar la investigación desde dos puntos de vista: por un lado, lo objetivo, enfocado a lo tecnológico y, por otro lado, lo subjetivo observado en lo didáctico, curricular y educativo.

Fue clave tener integrados los diversos componentes de esta investigación, la cual, integró las fases cualitativas y cuantitativas, así como los datos y los resultados, al interpretar información relevante y multidimensional que incluyó la diversidad de observaciones relacionadas con las bondades de la robótica para la didáctica, así como sus aportes para la formación de sujetos en el área de tecnología e informática en la educación media (Pluye, 2009). La clave de trabajar esta investigación desde un paradigma mixto, permitió tener diversidad de información con la que se obtuvo un panorama completo y complementario de las implicaciones de un proceso de enseñanza con robots, versus las tecnologías exponenciales.

A la hora de realizar la interpretación de los datos, se usaron los postulados de Teddlie y Tashakkori (2009); ellos proponen el término metainferencia, que se define como las interpretaciones generales derivadas de la integración de hallazgos cuantitativos, que para la investigación, se apropiaron los datos procesados que se convierten en información, con los que fue posible identificar tendencias a partir los datos obtenidos a través de métodos cualitativos, así como algunos cuantitativos y de esta forma, se validaron las inferencias al cruzar la información entre ambos paradigmas, lo cual generó coincidencias importantes y algunas diferencias que fueron analizadas en los resultados de este proyecto de investigación.

Desde la revisión de posibles tensiones investigativas en las que se planteó usar diferentes estrategias para abordar las divergencias, se encontraron algunos casos de reconciliación, iniciación, horquillado y exclusión, dependiendo de los resultados obtenidos (Pluye, 2009). Es posible que en la información que se procesó y analizó existan diferencias que permitan obtener aprendizajes para desarrollar, en una etapa próxima de esta investigación, que, si se llegara a dar el caso, se proyectará a una implementación posterior fuera de esta tesis y vinculada a un proceso de investigación más amplio.

En la siguiente imagen se evidencia de forma gráfica, el marco metodológico.

Figura 15.

Marco metodológico



Nota. Estructura del marco metodológico de esta investigación doctoral.

Asimismo, la matriz metodológica siguiente, permite ver la coherencia entre la pregunta de investigación, el objetivo general, los objetivos específicos, las categorías primarias de la investigación, las técnicas a usar para recopilar la información, los instrumentos de análisis de la información y a quien se aplica.

Tabla 1.

Matriz metodológica de esta investigación

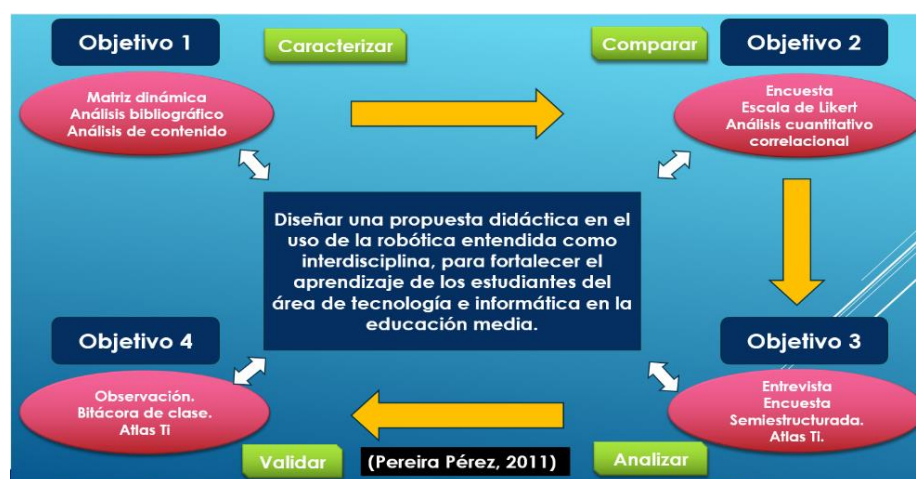
PREGUNTA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CAT. ANÁLISIS	TÉCNICAS	INSTRUM.	¿A QUIEN SE APLICA?
¿Cómo la robótica educativa en el aula comprendida como interdisciplina puede fortalecer lo didáctico del aprendizaje en la educación media para el área de tecnología e informática?	Construir una propuesta didáctica para la enseñanza de la robótica educativa, entendida como interdisciplina, para el fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media.	Caracterizar las didácticas para la enseñanza de la robótica en proyectos interdisciplinarios trabajados en el área de tecnología e informática en la educación media de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.	Didácticas que se basan en el uso de tecnologías que contienen elementos de robótica, robótica educativa y robótica didáctica. Interdisciplina. Integración del conocimiento.	Análisis textual (Análisis bibliográfico) Análisis textual (Análisis de contenido)	Matriz dinámica	Bases de datos a disposición que incluyen Springer, Jstor, Stage Knowledge, Google Scholar, Elibro, entre otras. Repositorios de tesis doctorales, de maestría y especialización en educación e ingeniería.
		Analizar los aportes didácticos de la robótica, vista como interdisciplina, desde las investigaciones hechas en el área de tecnología e informática para la educación media en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.	Materiales didácticos de la robótica educativa. Procesos didácticos en la educación media por medio de la robótica. Integración del conocimiento. Interdisciplinariedad.	Análisis cuantitativo correlacional de dos variables Matriz dinámica.	Encuesta Escala de Likert.	A los recursos tecnológicos de cada una de las empresas que proveen material didáctico a los colegios públicos de la ciudad de Bogotá. Docentes, investigadores, empresarios y estudiantes.
		Comparar recursos tecnológicos para la enseñanza de la robótica que desarrollen aprendizaje interdisciplinar en el área de tecnología e informática en la educación media, en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.	Didácticas en tecnologías educativas, usando robótica. Interdisciplinariedad. Materiales de robótica en educación media Integración del conocimiento.	Matriz dinámica. Atlas Ti.	Formato de encuesta semiestructurada, por categorías de investigación. - Formato de encuesta semiestructurada.	Investigadores, docentes, empresarios relacionados con el uso de la robótica en la educación básica y media.
		Validar los aportes didácticos de la robótica, entendida como interdisciplina, en los aprendizajes de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media de la ciudad de Bogotá	Interdisciplina. Integración del conocimiento Didáctica en el aula de clase.	Entrevista	Matrices de análisis por sesión de validación. Formatos de trabajo para el docente. Formatos de trabajo para el estudiante. Robots elaborados con materiales de fácil consecución. Atlas Ti	Docentes validadores. Investigadores, docentes, empresarios relacionados con el uso de la robótica en la educación básica y media.

3.1. Elementos para la recopilación y análisis de esta investigación

En este segmento se describe cómo se abordaron los objetivos de la investigación, iniciando por el general, que es el de *diseñar una propuesta didáctica en con uso de la robótica educativa como interdisciplina para fortalecer el aprendizaje del área de tecnología e informática en la educación media*, así como cada uno de los objetivos específicos.

Figura 16.

Abordaje del objetivo general



Nota. Etapas para la recolección y análisis de la información de la investigación

Esta investigación tuvo un primer momento en el que se caracterizaron las propuestas didácticas que usan robots en el aula de clase a través de una matriz dinámica, que permitió organizar la información que se obtuvo de las bibliotecas digitales, con las que cuenta el Doctorado en Educación, así como los recintos físicos que el investigador consultó. Para el análisis de esta información, se usó la técnica del análisis textual y de contenido, a través del software *Atlas ti* (Scientific Software Development, 2022). Vale mencionar que este objetivo es de orden cualitativo.

En un segundo momento, se *compararon los materiales didácticos de robótica que se usan en la educación básica y media*. Para recopilar esta información, se usó una encuesta que se diseñó a través de una escala de likert, que permitió construir dos variables, una independiente y otra dependiente. Se organizó a través de una matriz de información, que posteriormente se procesó en un análisis cuantitativo correlacional.

En un tercer momento, se analizaron los aportes didácticos de la robótica vista como interdisciplina, que se obtuvo como resultado de los objetivos número uno y dos. Posteriormente, se recogió una información adicional a través de una entrevista y encuesta semiestructuradas; se organizó esta información en una matriz y se analizó a través del software *Atlas Ti* (Scientific Software Development, 2022). Para este caso el objetivo número tres es de orden cualitativo

En un cuarto momento y que se considera el más importante de esta investigación, se validó la propuesta didáctica diseñada con los resultados de la información de los objetivos uno, dos y tres, que permitió recopilar información a través de una bitácora de observación y una plataforma digital. Para analizar estos datos, se usó el software *Atlas Ti* (Scientific Software Development, 2022). Este objetivo es de orden cualitativo.

Se menciona que la validez de los instrumentos fue hecha por diez expertos nacionales e internacionales, con más de 20 años de experiencia en el trabajo de procesos didácticos de la tecnología y la informática, la robótica en educación media, así como en las posibilidades de generar integración del conocimiento a través de la interdisciplinariedad y los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación media.

3.1.1. Abordaje del objetivo número 1

Para el objetivo número uno que se enfocó en *caracterizar las didácticas para la enseñanza de la robótica en proyectos interdisciplinarios trabajados en el área de tecnología e informática en la educación media de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá*; se usaron las técnicas de recolección de información relacionadas con la búsqueda en las bases de datos a disposición que incluyen *Springer, Jstor, Stage Knowledge, Google Scholar, Elibro*, entre otras. Posteriormente, se creó una matriz dinámica en una hoja de cálculo (Excel), con las características didácticas de la robótica educativa en proyectos interdisciplinarios en la educación media, que incluyó las categorías relacionadas con las bondades de la robótica educativa, como estrategia de enseñanza. A continuación, se muestra el instrumento que se diseñó para esta recopilación de la información.

Figura 17.

Matriz usada en el análisis de información para el objetivo número uno

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN								
¿Cómo a través de una propuesta didáctica en el uso de la robótica educativa como interdisciplina, es posible fortalecer el aprendizaje para el área de tecnología e informática en la educación media?								
OBJETIVO GENERAL								
Diseñar una propuesta didáctica en el uso de la robótica educativa como interdisciplina, para fortalecer el aprendizaje del área de tecnología e informática en la educación media.								
Objetivo # 1.								
Caracterizar las propuestas didácticas de la robótica educativa en proyectos interdisciplinarios en la educación media								
#	Didácticas de la robótica educativa en la educación media	Referente (s), epistemológico (s)	Características generales	Aspectos didácticos específicos. Pasos o etapas	Fortalezas	Análisis crítico de cada didáctica	Comentarios adicionales	POSIBLES ELEMENTOS QUE APORTARÁN A LA PROPUESTA DIDÁCTICA
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

Nota. Etapas para la recolección y análisis de la información de la investigación

La intención de este instrumento fue la de recopilar y hacer un primer análisis de los datos de la revisión bibliográfica y documental. Dentro de los campos (columnas), que se diseñaron, están las didácticas de la robótica educativa en la educación básica y media, junto a los referentes epistemológicos de cada una de ellas; asimismo, las

características generales de las propuestas de enseñanza, que incluyó etapas y particularidades. Enseguida, se empezó a reconocer fortalezas y posibles debilidades de cada una de las propuestas de enseñanza, se realizaron los análisis críticos de cada propuesta didáctica y finalmente, se tomaron los elementos que se consideran necesarios para construir esta investigación.

El resultado que se obtuvo del análisis de esta información fue el de identificar las propuestas didácticas con robots, más usadas en la educación básica y media en las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá; así, se empezó a caracterizar los referentes epistemológicos que aportaron a esta propuesta de investigación. De igual manera, se reconocieron las etapas de trabajo a la hora de hacer la implementación de la propuesta, en los procesos de enseñanza en las escuelas públicas de la ciudad, en educación media.

A continuación, se muestra cómo se proyectó el uso de esta información en el objetivo número dos.

3.1.2. Abordaje del objetivo número dos

Para este objetivo: *comparar recursos tecnológicos para la enseñanza de la robótica educativa que desarrollen aprendizaje interdisciplinar en el área de tecnología e informática en la educación media en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá*, se usaron instrumentos para la recolección de información a través de una encuesta diseñada con una escala de likert, en la que se tuvieron en cuenta dos variables. Por un lado, la independiente, *las diversas tecnologías de materiales didácticos con robots en*

la educación media y por otro lado, la dependiente, que tiene que ver con las características didácticas de estos materiales.

Para esta escala se usaron cinco niveles que se describen a continuación:

Tabla 2.

Niveles de la escala de likert usada para el objetivo número dos

ESCALA ORDINAL. 1-2-3-4-5	
5 - Extremadamente satisfecho.	4 - Muy satisfecho.
3 - Moderadamente satisfecho.	2 - Poco Satisfecho
1 - No satisfecho	
Se le pedirá que realice una calificación de:	
(1) No satisfecho, (2) Poco Satisfecho, (3) Moderadamente satisfecho,	
(4) Muy satisfecho, (5) Extremadamente satisfecho.	
(5) Extremadamente satisfecho. Si el material didáctico de robótica usando en la educación media cumple con la característica del enunciado.	
(1) No satisfecho: Significa que el material didáctico de robótica usando en la educación media NO cumple con la característica del enunciado	

Asimismo, este instrumento contó con un mensaje para los participantes que se describe a continuación:

Tabla 3.

Mensaje para la población a impactar con la escala de likert

Esta encuesta está dirigida a docentes, expertos, académico y estudiantes de colegios públicos de la ciudad de Bogotá.

El instrumento muestra diversas tecnologías de robots que son usadas en la educación media en relación con las características didácticas, interdisciplinarias y de integración de conocimiento de los materiales que se usan en la educación media que incluyen robots.

La información recopilada hace parte de una investigación vinculada al uso de la robótica como herramienta didáctica en el aula de clase, esta será tratada únicamente para fines investigativos y es de carácter estrictamente anónimo y confidencial.

A continuación, se muestra la escala de Likert de forma gráfica.

Figura 18.

Escala de Likert de forma gráfica

ESCALA ORDINAL. 1-2-3-4-5				
5 - Extremadamente satisfecho	4 - Muy satisfecho	3 - Moderadamente satisfecho	2 - Poco Satisfecho	1 - No satisfecho
La siguiente encuesta muestra diversas tecnologías de robots que son usadas en la educación media en relación con las características de estos materiales en el aula de clase, la usabilidad que se tiene con los estudiantes y sus procesos de aprendizaje. La información de esta encuesta será tratada únicamente para fines investigativos y es de carácter estrictamente anónimo y confidencial. Se le pedirá que realice una calificación de: (1) No satisfecho, (2) Poco Satisfecho, (3) Moderadamente satisfecho, (4) Muy satisfecho, (5) Extremadamente satisfecho. • (5) Extremadamente satisfecho. Si el material didáctico de robótica usando en la educación media cumple con la característica del enunciado. • (1) No satisfecho: Significa que el material didáctico de robótica usando en la educación media NO cumple con la característica del enunciado.				

Nota. Escala de Likert resumida

Los campos que se buscaron medir y que se tuvieron en cuenta para esta escala fueron los siguientes:

- Integra diversas áreas del conocimiento.

- Propuesta didáctica o de enseñanza.
- Articulación con el área de su desempeño.
- Facilidad en el uso por parte de los estudiantes.
- Incluye roles de trabajo para los estudiantes.
- Potencia el desarrollo de habilidades motrices en los estudiantes.
- Incentiva las habilidades del siglo XXI.
- Personalización del robot por parte del estudiante.
- Apropiación en la elaboración del robot por parte del estudiante (compromiso, responsabilidad, dedicación, etc.).
- Interfaz de software por edades.
- Relación del material didáctico con el P.E.I. institucional.
- Posibilidad de integrar otros materiales didácticos a este.
- Guías o cartillas del docente en los procesos de enseñanza.
- Guías o cartillas del estudiante.
- Robots por niveles educativos.
- Funcionalidad en diferentes sistemas operativos.
- Simuladores por nivel educativo.

Seguidamente, se muestran, en forma gráfica, los elementos que midió la escala de Likert, que se acaban de describir.

Figura 19.

Elementos de la escala de Likert de forma gráfica

Herramientas didácticas de la robótica educativa en la educación media
Integra diversas áreas del conocimiento
Propuesta didáctica o de enseñanza
Articulación con el área de su desempeño
Facilidad en el uso por parte de los estudiantes
Incluye roles de trabajo para los estudiantes
Potencia el desarrollo de habilidades motrices en los estudiantes
Incentiva las habilidades del Siglo XXI
Personalización del robot por parte del estudiante
Interfaz de software por edades
Relación del material didáctico con el PEI institucional
Posibilidad de integrar otros materiales didácticos a este
Guías o cartillas del docente en los procesos de enseñanza
Guías o cartillas del estudiante
Robots por niveles educativos
Funcionalidad en diferentes sistemas operativos
Simuladores por nivel educativo

Nota. Elementos consultados en la escala de Likert

Esta información recopilada se analizó a través de un proceso cuantitativo correlacional de las dos variables mencionadas (Hernandez Sampieri et al. 2018). De la misma forma, se obtuvieron determinadas características de una posible integración de conocimiento a través de la robótica, así como se identificaron las propuestas didácticas inmersas en cada empresa proveedora de material didáctico, los roles de trabajo de los estudiantes por cada propuesta de enseñanza y se identificaron las habilidades del siglo XXI, que puede potenciar cada material (ISTE, 2011). A continuación, se adjunta el enlace a esta encuesta.

Escala de Likert para el objetivo número dos

En el siguiente apartado se mostrará cómo se abordó el objetivo número tres.

3.1.3. Abordaje del objetivo número tres.

Este se enfocó en *analizar los aportes didácticos de la robótica vista como interdisciplina, en las investigaciones hechas desde el área de tecnología e informática para la educación media en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá*. Para la recopilación de esta información se usaron instrumentos semiestructurados, por un lado, una encuesta y por el otro, una entrevista. Ambos instrumentos buscaron recopilar y ratificar información que se obtuvo de los objetivos número uno y dos. Asimismo, se buscó fortalecer aspectos claves de la investigación en relación con:

- Datos demográficos de los participantes de la investigación.
 - Genero.
 - Formación académica.
 - Tiempo de trabajo usando robots.
 - Ciclos de la educación media en los que se ha diseñado o trabajado robots.
- Percepciones y prácticas relacionadas con el uso de robots en el aula.
 - Experiencias significativas con robots en el aula.
 - Tipo de material didáctico que ha usado con los robots.
 - Intencionalidad de enseñar con robots.
 - Transformaciones que ha generado en los estudiantes, usando robots.
- Las posibles implicaciones interdisciplinarias de la robótica.
 - Posibles comprensiones interdisciplinarias de la robótica.
 - Áreas de trabajo interdisciplinar a través del uso de robots.
 - Qué proyectos con robots ha logrado desarrollar de forma interdisciplinar.

- Habilidades del siglo XXI, que considera se potencian con la robótica.
- Los aspectos didácticos de la robótica en la educación media.
 - La robótica puede ser usada como estrategia didáctica.
 - Cómo podría implementar una propuesta didáctica en la educación media
 - Qué propuestas de enseñanza ha usado con robots en el aula.

A continuación, se adjunta el enlace de la encuesta diseñada para los docentes de la educación básica y media, que usan robots en el aula de clase.

Encuesta objetivo número tres

Posterior a la recolección de información se usó una matriz y una revisión previa en la que se ubicaron las respuestas de los grupos de personas que aportaron a la investigación y posteriormente, se realizó un análisis en profundidad al ubicar estas respuestas en el software *Atlas Ti* (Scientific Software Development, 2022). Se debe aclarar que las categorías fuertes de este objetivo de investigación son las didácticas en tecnologías educativas, usando la robótica, las experiencias relevantes con robots en educación básica y media, los materiales de robótica en educación media, las posibilidades de generar interdisciplinariedad e integralidad del conocimiento a través del uso de esta tecnología.

En el siguiente apartado se mostrará el trabajo realizado con el objetivo número cuatro, en el que se implementó la propuesta didáctica en tres localidades de la capital colombiana.

3.1.4. Abordaje del objetivo número cuatro

En este proceso se buscó *validar los aportes didácticos de la robótica educativa, entendida como interdisciplina, en los aprendizajes de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media en la ciudad de Bogotá*. Lo anterior se realizó a partir de los aportes que se hicieron a la propuesta de los objetivos número uno, dos y tres. La intencionalidad fue la de implementar la propuesta didáctica que se diseñó en diversos colegios públicos de la ciudad de Bogotá. Para su ejecución, se implementaron diversos momentos que se describen a continuación:

1. Construcción de posible plataforma online.
 - Se buscó diseñar una aplicación en la nube, con el fin de recepcionar la información del trabajo de los estudiantes y maestros en cada colegio, a través de lenguaje HTML y la plataforma office 365.
2. Elaboración de material de apoyo didáctico docente y estudiantes.
 - Se construyeron guías didácticas que aportaron al proceso de implementación. Estas se encuentran en formato de editor de texto y en forma de presentaciones.
3. Diseño, producción y ajuste de material físico de robótica a bajo costo.
 - Se construyó material físico de robótica con las tarjetas electrónicas, planos mecánicos y algoritmos de programación para los robots en la implementación.
4. Elaboración y ajuste de instrumentos de recolección de información.
 - Se diseñaron instrumentos que permitieron la validación de cada uno de los momentos que tendrá la propuesta, los que se enfocaron en una bitácora de

observación. Siempre se tuvieron en cuenta las categorías principales de la investigación, como la interdisciplinariedad e integralidad de conocimientos.

5. Formación de los maestros validadores de la propuesta didáctica.

- En ese momento, se dialogó con los maestros que implementaron la propuesta didáctica en los colegios. La intención no fue la de formarlos en robótica, ellos son expertos en el tema; pero se trabajó en comentarles al detalle, las etapas de la validación y la intencionalidad de este trabajo.

6. Implementación en las I.E.D., en diversas localidades de Bogotá.

- Es el momento, se puso en escena la propuesta didáctica que se diseñó y se proyectó para el trabajo, con dos grupos de estudiantes. Por un lado, participantes que no contaron con material de robótica físico y por el otro lado, los grupos con robots dentro del aula de clase.

7. Análisis de la información recopilada, a través del software *Atlas Ti*.

- Los resultados de esta implementación fueron analizados en profundidad por medio del software *Atlas Ti* (Scientific Software Development, 2022).

Finalmente, en el abordaje del objetivo número cuatro, se buscó identificar la pertinencia de la propuesta que se diseñó en un contexto real, que para este caso, es el de la educación básica y media de las escuelas públicas de la ciudad y ver cómo la robótica educativa aporta a los procesos interdisciplinarios e integrales de conocimiento.

La intención de mostrar el abordaje de cada uno de estos objetivos, es la de ratificar el por qué se tomará esta investigación desde la perspectiva epistemológica del paradigma mixto, desde las posturas de Creswell (2013), teniendo en cuenta la complejidad de la temática en la que se requiere información para procesar en los

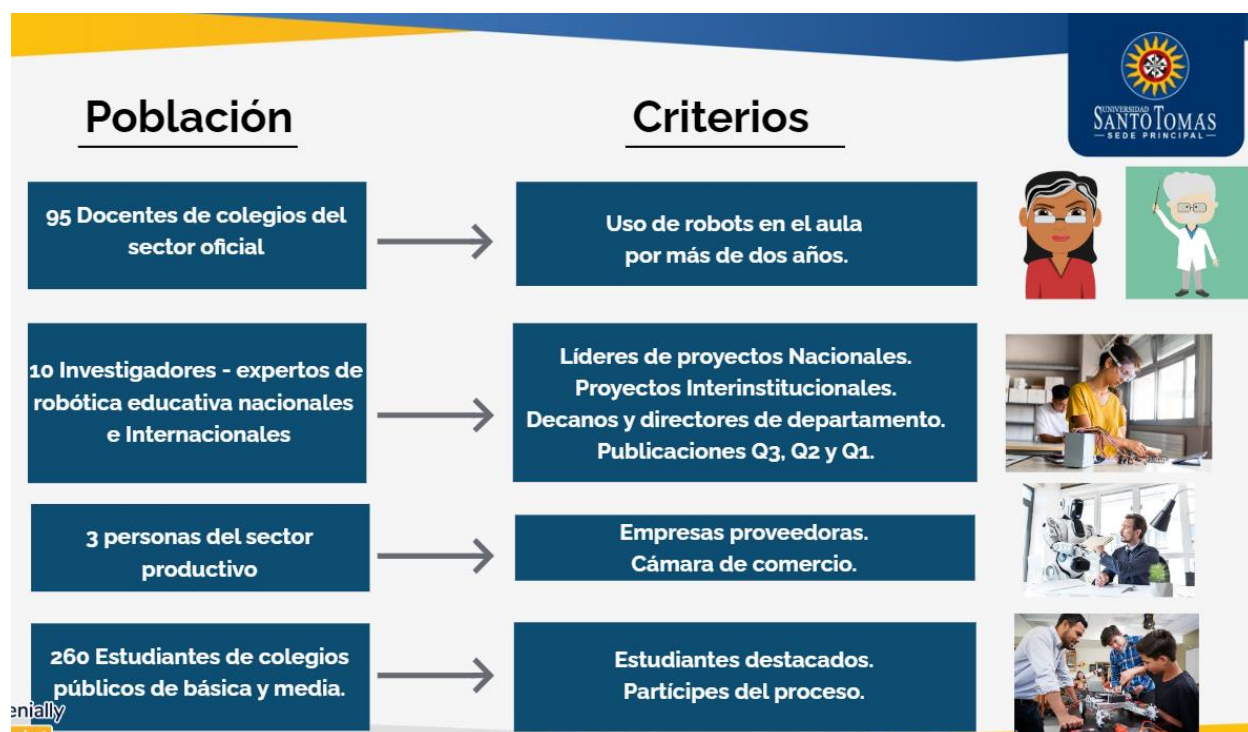
aspectos cualitativos, así como cuantitativos. De la misma forma, la importancia de trabajar el proyecto de investigación a través de un diseño metodológico mixto, con preponderancia cualitativa dominante, como lo propone Johnson (2013). En los objetivos planteados, se destaca que, en tres de ellos, existe una tendencia de actividades que van hacia lo cualitativo y que fueron analizados a través del uso del software *Atlas Ti* (Scientific Software Development, 2022).

3.2. Población

En esta investigación, se contó con diferentes grupos de personas que aportaron el trabajo de recopilación de información, con el fin de dar confiabilidad a este proceso (Creswell, 2013). Entre los partícipes, se encontraron docentes de instituciones educativas distritales; investigadores de la robótica educativa a nivel internacional, regional y nacional; empresarios proveedores de material didáctico de robótica educativa en Bogotá y estudiantes destacados en el uso de robots en la educación básica y media de escuelas públicas. A continuación, se muestra una ilustración acerca de la población que se abordó en este trabajo doctoral.

Figura 20.

Población de la investigación



Los criterios para escoger la muestra de la investigación, se centraron en el trabajo de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá, donde en cada uno de ellos, cuenta como área obligatoria en del currículo formal, la tecnología e informática. En este caso, son 380 instituciones educativas distritales; para esto, se usará un cálculo del tamaño de la muestra, conociendo el tamaño de la población (Torres M. S., 2010). Se abordarán a novena y cinco maestros de esta área. Asimismo, investigadores destacados en Colciencias, en los temas de robótica didáctica, robótica educativa y robótica escolar. A continuación, se muestran las instituciones y nombres en donde se desempeñan o se trabajaron:

Figura 21.

Expertos que aportaron en la investigación

Entidad	Nombre
Pontificia Universidad Javeriana	1. Doctora Mónica Brijaldo. Departamento de formación. 2. Doctor Enrique González. Doctor en robótica
Universidad de los Andes – Universidad de California	3. Doctor Johann Faccelo. Secretario general de la Red Colombiana de Nanociencia y Nanotecnología.
Ministerio de Educación Nacional	4. Cesar Torres. Líder de proceso de Orientaciones en el área de Tecnología e Informática (2015).
Universidad Distrital	5. Jhon Jairo Páez. Maestría de Educación en Tecnología. Doctorado Interinstitucional de Educación
Universidad Nacional de Colombia.	6. Doctora Ángela Bravo. Teatro robótico.
Secretaría de Educación del Distrito	7. Jaime Hernández. Equipo de la Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos.
Colegio Menor Samborondón (Ecuador)	8. Carlos Ávila. Coordinador STEAM

Nota. Expertos en el tema de educación en tecnologías 4.0.

En la línea del párrafo anterior, se tendrán en cuenta tres empresarios proveedores de material de robótica para la Secretaría de Educación del Distrito y finalmente, con doscientos sesenta estudiantes de instituciones educativa distritales de la ciudad de Bogotá.

A continuación, se iniciará con un recorrido por las didácticas que son más usadas en la enseñanza de la robótica en la actualidad.

IV. LAS PROPUESTAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN PROYECTOS INTERDISCIPLINARES

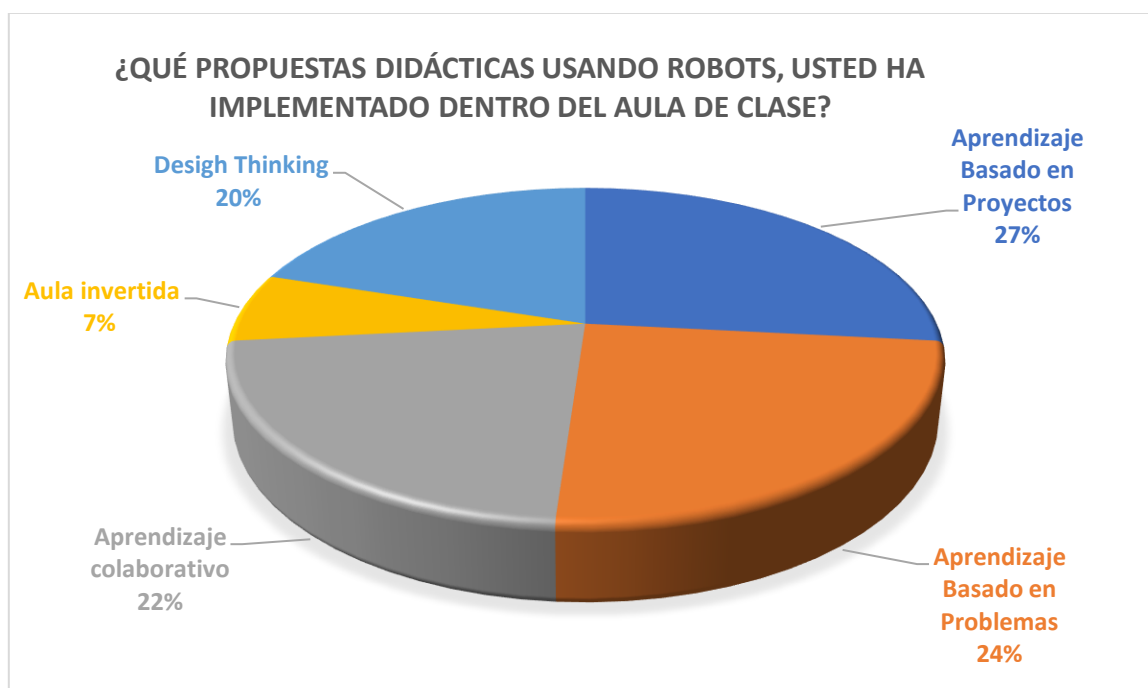
En este capítulo, se mostrarán las propuestas de enseñanza más utilizadas en la educación media de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá. Los elementos de este segmento han sido el resultado de la recopilación de información de cada una de las preguntas hechas a través de una entrevista y encuesta semiestructurada.

Teniendo en la cuenta lo anterior, se realizó una serie de análisis, asumiendo definidos los elementos que se buscaron abordar y que están relacionados con las categorías de investigación que llevaron a realizar algunos interrogantes a las personas que aportaron en el trabajo investigativo. Estos componentes están relacionados con *las diversas propuestas didácticas con el uso de robots, que han usado en el aula de clase*; lo anterior, incluye las características generales de cada propuesta, posibles referentes epistemológicos, fortalezas y posibles debilidades.

En un primer momento, se consulta acerca de las propuestas didácticas o de enseñanza que maestros, expertos y empresarios que han usado robots dentro del aula de clase. Los resultados de esta indagación, se evidencian en la siguiente gráfica.

Figura 22.

Propuestas didácticas usando robots en la educación media



Nota. Estas son las propuestas didácticas que usan robots en la educación media.

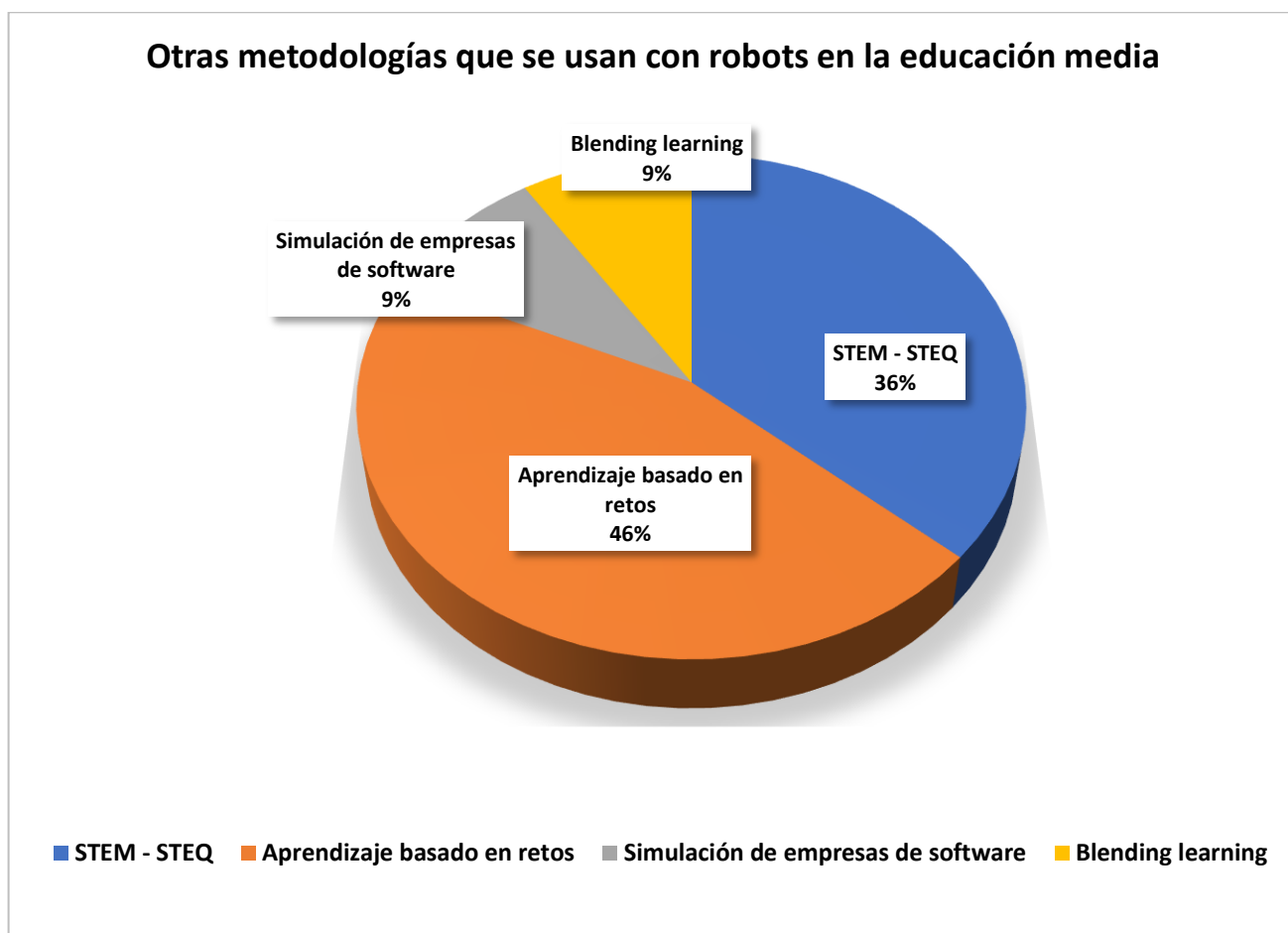
A través de esta pregunta, se obtuvieron estas cinco propuestas de enseñanza de la robótica en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá, en donde se destaca el aprendizaje basado en proyectos, según los planteamientos del Ministerio de Educación Nacional (2016); en problemas, de; los estudios de Escribano (2008); colaborativo, desde las posturas de Guiter y otros (2002); aula invertida, tomando en cuenta a Aburto (2021); y *design thinking*, con las posturas de Brown (2009).

Lo descrito anteriormente, muestra los hábitos de enseñanza que tienen los docentes del área de tecnología e informática de la ciudad, usando robots. Posteriormente y teniendo en cuenta los comentarios adicionales de los docentes, expertos y empresarios, comentan que usan otras tecnologías diferentes a las mencionadas, entre las que se destacan: el enfoque STEM, desde los planteamientos

de Botero (2018), el aprendizaje basado en retos, como lo plantea Jiménez (2019), la simulación de empresas de software, a partir de la investigación de Gómez (2015) y el *Blended Learning*, según las posturas de Perdomo (2017), que es muy similar al aula invertida. A continuación, se muestra un gráfico de estas propuestas adicionales.

Figura 23.

Propuestas didácticas en la educación media propuestas por los docentes, expertos y empresarios



Nota. Propuestas adicionales del uso de robots en la educación media, en la ciudad de Bogotá.

A continuación, se explicará al detalle, cada una de estas propuestas de enseñanza con robots en la educación media de la ciudad de Bogotá, destacando las características generales de cada una de ellas, sus aspectos didácticos más importantes, así como las fortalezas propias de estas.

4.1. Aprendizaje basado en proyectos

Esta es una propuesta que tiene como fundamento dar posibles soluciones a un proyecto, que normalmente, está relacionado con un problema de carácter educativo (Compartir palabra maestra, 2020). Para esta propuesta de enseñanza, es importante que los estudiantes obtengan ciertos conocimientos relacionados con el objetivo del proceso educativo, lo que en ocasiones, no es tan sencillo de obtener, porque no todos los partícipes tienen la posibilidad o la capacidad de manejar cierta información de forma organizada.

Pasando a las fortalezas de esta propuesta didáctica, se destaca que los estudiantes adquieren nuevos conocimientos en contexto, lo que les permite aportar a la construcción de una posible solución al proyecto planteado. Otra de las bondades de esta propuesta de enseñanza, es que tiene al estudiante como el centro del proceso educativo, buscando siempre que al aprendizaje se le dé carácter integrador de conocimientos. Lo anterior puede derivar en una alta motivación para los estudiantes.

Las etapas del aprendizaje basado en proyectos según el Ministerio de Educación Nacional (2016), son:

- a) **Construcción de términos y conceptos:** en esta, los participantes del proceso educativo identifican y apropiar los constructos teóricos vinculados al proyecto. Adicionalmente, podrán hacer un escenario de la situación, que les permita construir conocimiento para esta fase teórico que aporte en esta etapa inicial del proyecto.

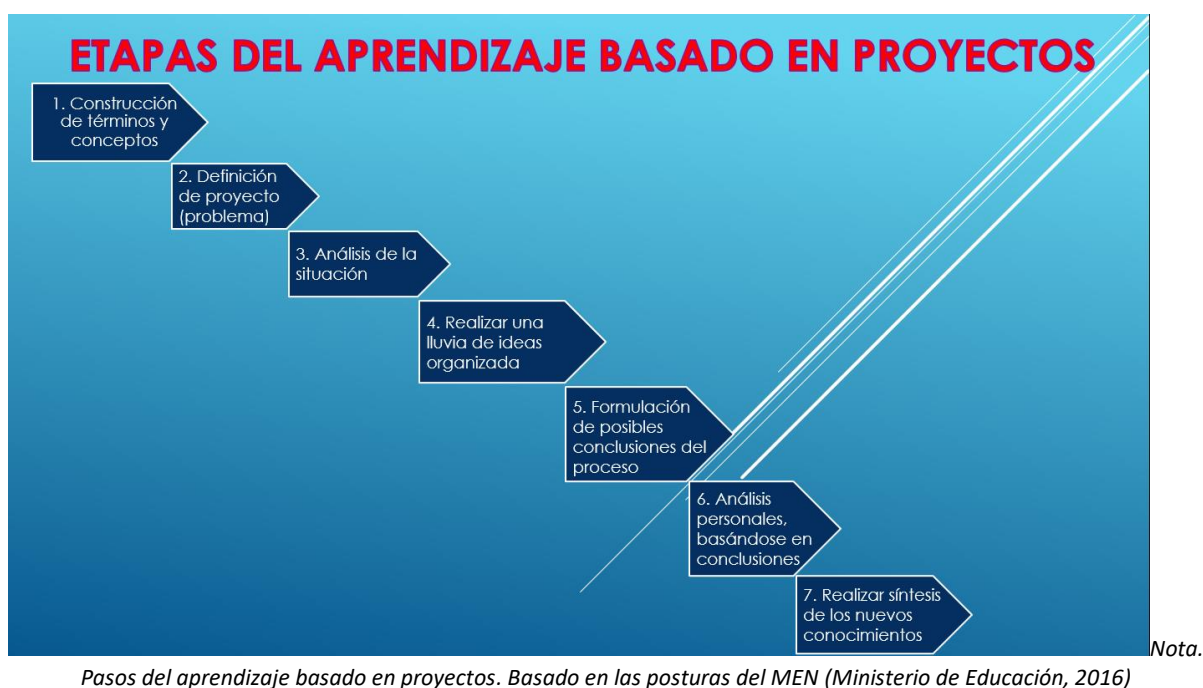
- b) **Definición de proyecto (problema), a implementar:** Se identifica la situación particular a trabajar desde el aula de clase. En este momento se proyecta la distribución en equipos de trabajo y primeras tareas individuales, que tienen un fin colectivo.
- c) **Análisis de la situación en el contexto específico:** en este instante, se identifican las variables que están inmersas en el contexto del proyecto; estas incluyen aspectos económicos, sociales y de convivencia. Deben relacionarse con los objetivos de la situación.
- d) **Realizar una lluvia de ideas organizada, analizando la situación:** después de construir cierta teoría con cada uno de los participantes, definir el problema, sus objetivos, asignar las responsabilidades individuales, así como las grupales y definir el contexto, llega la hora de proponer posibles alternativas de solución teniendo en cuenta las etapas iniciales; para esto, cada participante aporta ideas organizadas que se desglosan en una pantalla o tablero que permitirán a la clase, analizarlas posteriormente.
- e) **Formulación de posibles conclusiones del proceso educativo basado en proyectos:** se toman decisiones alrededor del paso anterior, y se inicia con la elaboración del prototipo o proceso, que permita dar alternativas con la situación inicial sugerida (proyecto). Se asignan responsabilidades personales, para que puedan integrarse, de forma coherente, con el fin de dar solución a la problemática.
- f) **Análisis personales teniendo en cuenta las posibles conclusiones obtenidas:** de manera personal, es importante hacer retrospectiva de la

construcción de conocimiento que se ha venido desarrollando de ¿cómo estábamos en el inicio?, ¿cómo vamos ahora?, ¿los aportes personales han sido los apropiados?, ¿pudo integrarme con los demás?, ¿la solución al proyecto es la correcta? Los anteriores interrogantes van a permitir un análisis personal del trabajo realizado hasta el momento en el proceso educativo.

- g) Realizar síntesis de los nuevos conocimientos adquiridos. (Ministerio de Educación, 2016)

Figura 24.

Etapas del aprendizaje basado en proyectos.



Dentro de las bondades de esta propuesta didáctica, se percibe que los estudiantes son capaces de mantener los conocimientos con el transcurrir del tiempo (Moreno Franklin, 2018). Combina la teoría con la práctica y de esta forma, hace que el aprendizaje en los estudiantes sea significativo. Asimismo, genera motivación en los

participantes, lo que permite compromiso por parte de estos en la realización de las actividades propuestas. De igual manera, tiene una particularidad y es que promueve, de forma importante, la cultura crítica que, a su vez, permite desarrollar el trabajo en equipo, de acuerdo con los planteamientos de Moreno (2018); lo que finalmente, repercute en una capacidad de análisis que genera el estudiante en su interior y le permite construir nuevos conocimientos a partir de su creatividad.

Cabe resaltar que el aprendizaje basado en proyectos es una propuesta didáctica muy usada en los procesos que involucran robots en educación básica y media, aquí, se centra el proceso de enseñanza, como lo plantea Acuña (2012), en un artefacto o una dinámica que involucre tecnología. Es fundamental que el estudiante y el maestro dediquen un tiempo generoso a las dinámicas escolares con esta metodología, porque es necesario, en algunas etapas, recapitular lo ya hecho, para así, poder realizar acciones correctivas que permitan mejorar el proyecto.

Es clave que los partícipes del proceso educativo sean pacientes en esa construcción de conocimiento, ya que siempre es importante estar dispuesto a escuchar ideas de los demás, como lo propone Ramírez (2018); así, se genera una disposición grupal para recibir críticas constructivas de la actividad escolar, y de esta forma, existirá un ambiente sano a la hora de plantear discusiones enfocadas al procesos que se viene llevando a cabo en el aula de clase.

Para finalizar, en algunos casos es complejo que este tipo de propuestas que tienen aristas en diversas disciplinas, como lo propone Fourez (2015), puedan ser medibles u observables dentro de una estructura curricular disciplinar, lo que podría generar distancias por parte de los maestros de otras áreas.

4.2. Aprendizaje basado en problemas

Esta propuesta didáctica tiene sus orígenes en los años 60, que, como lo comenta Escribano (2008):, “surgió en las facultades de medicina de las Universidades de Case Western Reserve, en los Estados Unidos, y de McMaster en Canadá” (p. 5). Unos años más tarde en los 70, se propone en Europa, en la Universidad de Maastricht (Escribano, 2008). Tanto en América como en el Viejo Continente, empezaron a indagar acerca de cómo educar profesionales de la salud. En esta dinámica, se apuesta al aprendizaje basado en problemas, porque permitía que los estudiantes, basándose en la pedagogía experiencial de Dewey (2010), con un problema concreto y, en este caso particular, como ser humano con falencias en su estado de salud.

En esta propuesta de enseñanza, los estudiantes no cuentan con explicaciones previas de conceptos o teoría, tal como lo propone Dewey (2010), sino que la construcción de conocimiento se genera en el instante de la dinámica escolar, lo que los lleva a resolver un problema desde la situación que se les propone. Para el ABP, es más importante el proceso mediante el cual se resuelve la situación escolar, que el resultado en sí.

Esta didáctica, se fundamenta en el trabajo activo y permanente de los estudiantes, y como lo dice Romero (2016), el problema que normalmente se escoge está centrado en lograr aprendizajes para los participantes. Sin duda, esta dinámica escolar promueve el aprendizaje colaborativo. Para la investigación, se tomarán como base siete etapas relacionadas con el ABP, según los planteamientos de Bouhuijs (2007), que corresponden a:

1) Aclarar términos y conceptos; 2) definir el problema a tratar; 3) analizar el problema en su contexto; 4) realizar una lista organizada de análisis del problema; 5) formular las conclusiones de los aprendizajes esperados; 6) hacer análisis individuales centrado en las conclusiones; 7) sintetizar y organizar el conocimiento adquirido. (p. 14)

A continuación, se muestran con claridad, cada una de estas etapas

Figura 25.

Aprendizaje basado en problemas



Nota. Este gráfico es adaptado de los planteamientos de Bouhuijs. (Bouhuijs, 2007)

Como se evidencia en la imagen anterior, sus pasos son muy estructurados y coherentes con una dinámica escolar que está enfocada en resolver una situación problemática, porque permite, en un primer momento, hacer aclaraciones de conceptos de forma individual o grupal, que pueden resultar muy complejos o sencillos para cada participante; de esta forma, todos estarán en sintonía conceptual apropiada. En un

segundo momento, se rastrea la situación a tratar, teniendo en la cuenta lo planteado por el docente o tutor. Para el tercer paso, se analiza el problema como se ha formulado y se propone una lluvia de ideas, como lo propone Bouhuijs (2007), en que lo importante es ver las posibles ramificaciones del problema, más no su coherencia. En un cuarto momento, la propuesta realizada en la fase anterior, se organiza y si es posible, se sistematiza, permitiendo ver un panorama amplio del problema. En el quinto paso, se definen los objetivos del problema que nacen de las ideas con mayor relevancia, después de ser analizadas grupalmente y si se requiere profundización teórica en estas ideas, se inicia con este proceso de revisión documental o entrevistas a expertos. En el sexto momento, se indaga acerca de información extra que esté relacionada con los objetivos y que aporte, de forma importante, en la posible solución de la situación escolar. En el paso final, se obtiene el análisis grupal del problema, se plantean alternativas de solución y se emiten las conclusiones correspondientes.

Dentro de lo que se evidencia en el ABP, desde los planteamientos de Escribano (2008), la función del docente es la de tutor, con la que no realiza el papel de experto disciplinar para la situación escolar escogida, sino que propone algunas estrategias que permitan a los estudiantes analizar, de forma crítica, lo trabajado en el aula, relacionado con el problema escolar. En el espacio académico, el docente puede tener otras funciones como las de catalizador en situaciones conflictivas del proceso seleccionado (Escribano, 2008).

En el ABP, el aprendizaje puede llegar a ser significativo, como lo dice Moreno (2018), porque las situaciones que se presentan dentro del aula, pueden fomentar la relación entre los conocimientos que trae el estudiante y los que está adquiriendo. El

posible argumento de esta situación del proceso enseñanza y aprendizaje, es que para resolver un problema de la mente de una persona, es importante que sus conocimientos, así como sus vivencias se vean reflejadas en este.

De las particularidades del ABP, está el cómo se prepara a los sujetos para situaciones del momento y las que tendrán en el futuro, y podrán identificar, analizar y resolver problemas, posiblemente usando las tecnologías. Aspectos como las simulaciones que se pueden hacer hoy en día, permiten realizar acciones que proyecten alternativas que son puestas en escena en las diversas problemáticas planteadas y que, posteriormente, puede ser materializadas en artefactos que permitan soluciones.

Se evidencia en la investigación, que en esta propuesta de enseñanza, un elemento muy importante es la metacognición, como lo trae Cardona (2019), mediante la cual, los estudiantes empiezan a conocer las maneras de cómo ellos construyen y consolidan conocimientos dentro de su ser; sus dinámicas exigen un alto grado en las competencias que se trabajan.

Una característica que no les gusta a algunos docentes en el ABP, es que en algunos casos, el problema se ve inmerso en análisis muy profundos, lo que puede llevar a que el proceso educativo se haga lento y no se logren los objetivos propuestos en el tiempo que tiene la asignatura, área o disciplina.

Un segundo elemento clave por estas posibles limitaciones, es que puede generar dificultades a la hora de hacer un trabajo en equipo, como lo dice Romero (2016). Generalmente, los estudiantes deciden trabajar en forma individual, debido a que

organizarse en grupos, es complejo y requiere de tiempos adicionales que, en ocasiones, el participante no está dispuesto a brindar. Esto puede derivar en el desinterés de algunos participantes en el trabajo por problemas, lo que podría llevar a conflictos personales dentro del grupo.

Junto a lo anterior y teniendo en cuenta lo complejo de un trabajo por problemas, es importante destacar que cada sujeto tiene diversas inteligencias, según las investigaciones de Gardner (2013); por lo tanto, unos tardan más que otros en la comprensión de conceptos o procesos en el aula de clase, lo que puede generar un retraso en el trabajo educativo.

Para finalizar esta estrategia de enseñanza y en la línea del manejo del tiempo, se le recomienda al docente dedicar mucho más tiempo, previamente y durante las sesiones de clase, porque es necesario hacer un análisis previo al universo del problema y tratar de conocer alternativas en cada una de las aristas que puedan aparecer.

4.3. *Design Thinking*

El nombre de esta propuesta de enseñanza es un término que tiene sus bases en el año 1959, cuando John E. Arnold lo introdujo en los procesos del área de ingeniería, y aunque no contaba con esta determinación, se le empezaba a ver como una nueva metodología de enseñanza para el diseño (Clancey, 2016). Posteriormente en 1973, Robert McKim, lo mencionó en el libro *Experiences in Visual Thinking* (Vivas, 2021). Con el tiempo, este se posicionó en la Universidad de Stanford en los Estados Unidos.

En 1991 fue adoptado por la David M. Kelley, líder de la empresa IDEO (2014); a partir de entonces, el concepto no ha hecho más que crecer y expandirse a todas las áreas de interés de los seres humanos, especialmente, en los procesos de ingeniería industrial, relacionados con la creación de productos para la humanidad.

El *Design thinking*, a partir de los planteamientos de Serrano (2014), tiene como fin fomentar los procesos de innovación que se incluyen en la educación; esta propuesta de enseñanza se fundamenta en la construcción de planes de trabajo contextualizados, teniendo en cuenta una situación base, problema o proyecto. Esta propuesta propone combinar el pensamiento analítico con el pensamiento creativo, y según Brown (2009), se puede llegar a solucionar un caso educativo en contexto, de forma eficiente, incluyendo aspectos del I+D (innovación y Desarrollo), con el apoyo de herramientas tecnológicas y el trabajo cooperativo.

Esta es una propuesta didáctica que puede implementarse en la educación, con el fin de resolver de problemas de forma creativa e innovadora, con la que se puede diseñar y desarrollar productos o servicios, procesos de negocios, emprender y crear empresas (Startups), crear un Plan B de vida, diseñar y crear una presentación de negocios y/o diseñar cursos virtuales u online (Brown, 2009).

Los pasos que tiene esta metodología, que propone Brown (2009), son:

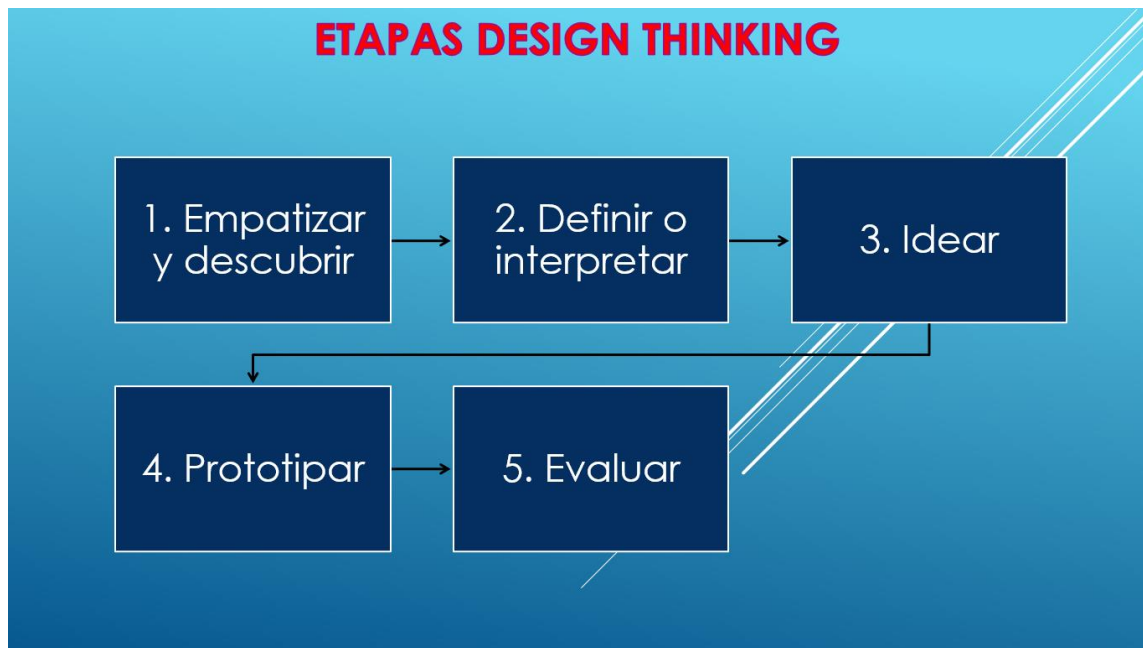
- Empatizar y descubrir.
- Definir o interpretar.
- Idear.
- Prototipar o experimentar.

- Evaluar.

A continuación, se muestra un gráfico que define esta propuesta de enseñanza:

Figura 26.

Pasos del Design Thinking.



Nota. Estas son las fases de la metodología Design Thinking. Tomado de las posturas de Tim Brown. (2009)

En estas etapas que propone Tim Brown (2009), se destaca que, a pesar de que son pocos momentos, cada uno de ellos es de gran importancia. En el primero de ellos, y como es una metodología que se enfoca en la creación de productos, se propone que el participante conozca el mercado o cliente, con el fin de que se comprendan las intenciones y el por qué iniciar el desarrollo de este artefacto que, para este caso, es un problema educativo. En un segundo momento, se definen con claridad cuáles son las principales motivaciones que tiene el problema, teniendo como base la información recopilada en la primera fase (Serrano, 2014). A continuación, el equipo de trabajo propone la mayor cantidad de ideas, con el fin de poder dar solución a la problemática;

generalmente, se usan técnicas que permitan despertar el espíritu creativo e innovador de los participantes. En una cuarta fase, se materializa la idea resultante, a través de un plan de trabajo, se conoce cómo prototipar y, a través de una maqueta o boceto, se proyecta una alternativa de producto (solución), que es la resultante de la metodología (Serrano, 2014). Finalmente, se evalúa el prototipo entregado, en el que posiblemente, el equipo de trabajo tenga que ajustar su diseño y hacer las correcciones pertinentes.

En el momento de realizar la revisión documental de esta propuesta didáctica, permite algunos aspectos potenciales importantes en los estudiantes, entre los que se destaca una actitud positiva frente a la búsqueda de soluciones a problemáticas enfocadas a la creación de productos, a través de la construcción de conocimiento colectivo, creando una conciencia de ayudar a los demás y generando actitudes empáticas, con las que los participantes se colocan en el lugar de las personas que tienen el problema que se estudia (Serrano, 2014).

Entre las particularidades que a algunos docentes no les gusta de esta propuesta didáctica, está el hecho de que se enfoca, de manera directa, en la innovación en la ingeniería industrial, especialmente, en el diseño de productos, lo que dificulta la adaptación que puede tener en otras disciplinas, lo cual, genera ciertas críticas por algunos académicos que lo consideran exclusivo para esta ingeniería, así como que en ocasiones, puede generar situaciones conflictivas de competencia interna entre el grupo de estudiantes, lo que puede derivar en la generación de brechas internas entre los participantes más aventajados y los rezagados.

4.4. Aprendizaje colaborativo

Esta es una de las propuestas didácticas más usadas en la enseñanza de la robótica en la educación media; sus posturas epistemológicas se basan en los pilares del socioconstructivismo educativo, a partir de los planteamientos de Coll (2009), quien resalta, por un lado, el valor constructivo de la interacción social y cognitiva que se genera en el aprendizaje y. por otro lado, potencia el trabajo en equipo. El concepto del aprendizaje colaborativo se empieza a utilizar por el pedagogo Charles Gide, quien fijó las bases del sistema cooperativo y realizó posturas muy importantes de esta metodología (Poco, 2018). En 1806, el coronel Francis Parker (2018), fue quien:

Abrió una escuela lancasteriana en Nueva York aplicando el aprendizaje cooperativo establecido ya como método. Por otro lado, la difusión de las ideas de Lancaster en los Estados Unidos culminó en 1800 con la aparición del Movimiento Masivo Escolar (*Common School Movement*) o Escuela Común, desde donde también se promovió el aprendizaje colectivo a través del superintendente de escuelas públicas en Quince y Massachussets. (p.44)

Con el tiempo, aparece el mencionado padre del aprendizaje colaborativo John Dewey (2018), “quien elaboró un proyecto metodológico instruccional que promueve el uso de los grupos de aprendizaje colaborativo, y el cual deriva en la comprensión del individuo como un órgano de la sociedad que necesita ser preparado con la finalidad de aportar” (p. 44). Esta metodología permite que, a partir del trabajo en equipo de los participantes y de un sentido educativo común, se pueda llegar a resultados importantes en la construcción de conocimiento. Para esta propuesta didáctica no

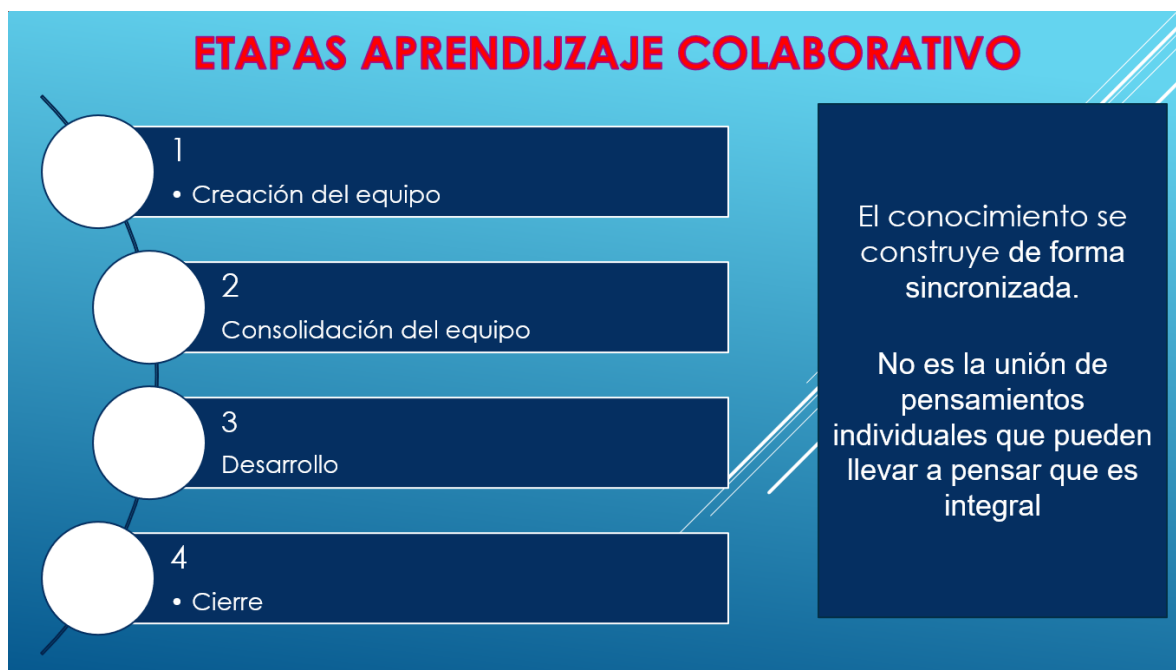
existe la posibilidad de llegar hacer trabajos individuales a la hora de elaborar o construir proyectos o artefactos; siempre se debe estar rodeado de personas dispuestas a conversar de forma dialógica, como lo investiga Ramírez (2018), para llegar a consensos y debates de forma cohesiva y coherente a través de la comunicación asertiva, la organización del tiempo, la solución de problemas, así como la capacidad innovadora y creativa (Ausín, 2016). Las anteriores potencialidades del aprendizaje colaborativo permiten, de forma eficiente, construir sujetos integrales.

Entre las características de esta propuesta didáctica y según los expertos, para que tenga una alta efectividad, se debe trabajar con un grupo reducido de estudiantes, enfocado siempre a metas comunes, en las que uno pueda apoyarse en el otro, como un equipo a la hora de las dificultades y de las bondades de los procesos educativos, con el fin de crear alternativas de solución a los proyectos o problemas planteados en el aula de clase.

Según las posturas de Guitert et al. (2002), “esta propuesta consta de 4 etapas que son 1) Creación del equipo: es el periodo en el que se conforman los equipos de trabajo; 2) consolidación del equipo de trabajo; 3) desarrollo, 4) cierre” (p. 1). Como se observa, no tiene una gran cantidad de pasos, sino que, por el contrario, se centra en fortalecer el trabajo entre las personas que están inmersas en el proceso educativo. A continuación, se muestran estas etapas:

Figura 27.

Fases del aprendizaje colaborativo.



Nota. Estas son las fases del aprendizaje colaborativo. Desde de los planteamientos de Guitert. (2002)

En cada una de las fases existen aspectos relevantes que se describen según el caso. En un primer momento, es clave poder realizar una presentación de los integrantes en caso de no conocerse entre sí, de lo contrario, buscar personas con afinidades profesionales, personales o emocionales con los que se sienta a gusto trabajar. Asimismo, se define el problema o proyecto de trabajo en el contexto escolar; se menciona que el docente es un mediador para los casos de personas que no deseen trabajar de forma mancomunada o en grupos muy amplios. En el segundo momento de consolidación del equipo, es trascendental que las personas, en el interior de cada uno de los grupos, se organicen, con la intención de asignarse responsabilidades y tareas, para que en la siguiente etapa se dé inicio a la posible solución de la problemática planteada. En este momento, es importante llegar a consensos acerca del cómo se va a trabajar en el interior del grupo, de forma consensuada (Guitert, Giménez, & Lloret, 2002). En la etapa siguiente, denominada

desarrollo, se inicia con la planificación, organización y distribución de tareas dentro del grupo de trabajo. Aquí es muy importante la intervención del docente en los equipos que puedan llegar a estancarse, ya sea por aspectos personales o académicos, quien debe impulsar y motivar el desarrollo de las actividades. En la etapa de cierre, los integrantes del grupo realizan una retrospectiva acerca de lo que se ha realizado en el proceso educativo, lo que incluye las tareas personales, la sincronización de actividades y los resultados obtenidos. Posteriormente, es posible realizar una reunión con todos los grupos, con los que se realiza una autoevaluación de la clase que permite identificar fortalezas y debilidades en de la dinámica escolar.

Cabe destacar que una de las fortalezas del aprendizaje colaborativo, radica en que la construcción del conocimiento, al ir realizando tareas en forma sincronizada que permiten articularlo, no como la unión de pensamientos individuales que pueden generar un conocimiento segmentado que parece integral. Adicionalmente, promueve que cada estudiante sea autodidacta, lo que permite adaptarse a las nuevas tendencias educativas del siglo XXI, en las que cada sujeto, a través de herramientas tecnológicas, puede formarse en los temas que considere pertinentes.

4.5. Gamificación

Esta es una propuesta didáctica reciente que potencia la motivación y la competencia en los procesos educativos. Este concepto fue definido por Deterding et al., (2019), como la “aplicación de elementos característicos del juego a contextos no relacionados con el juego” (p. 10). En el aula de clase, esta forma de enseñar está en

crecimiento, actualmente, es trabajada de forma disciplinar, con el fin de que los participantes tengan una manera divertida de aprender, lo cual permite que el estudiante cuente con un elemento de motivación permanente en su proceso de aprendizaje. Para realizar actividades educativas de gamificación, se sugieren los siguientes pasos teniendo en cuenta la investigación de Padilla (2019). 1) Identificación de objetivos, ¿para dónde vamos?; 2) la narrativa, relacionada con la historia atractiva que motiva al estudiante; 3) las dinámicas de juego o mecánica, con la que se proyectan aspectos importantes, como el saber si los participantes colaboran, o compiten; si estos tienen logros dentro de sus roles, recompensas, medallas, etc.; 4) el diseño de actividades; aquí se construyen las misiones. A continuación, se muestra una figura que resume el modelo de la gamificación.

Figura 28.

Etapas de la Gamificación.



Nota. Estas son las fases del aprendizaje colaborativo. Tomado de las posturas de Padilla (2019).

En esta propuesta didáctica, en un primer momento, se definen los objetivos que se pretenden conseguir durante el proceso educativo por cada una de las fases, en cada reto y los objetivos de enseñanza y aprendizaje (Padilla, 2019). En una segunda fase, se construye el discurso que permitirá llevar un hilo conductor; este incluye personajes, diálogos, escenarios, etc. Para la tercera fase, se piensan, diseña y elaboran las bases del juego, como las normas, pruebas, recompensas, etc. Para la etapa final, se proyectan los puntos, avatares, clasificaciones, desafíos, rutas, materiales adicionales, entre otros.

Entre las particularidades de esta propuesta educativa, se reconoce que se basa en una historia de fantasía, a la cual se le incluyen unos objetivos de trabajo y de aprendizaje. Al igual que en el ABP, según los planteamientos de Escribano (2008), se identifica un problema y las posibles soluciones. En un primer momento, los estudiantes proponen una solución sobre el papel. Así, es posible trabajar aspectos de la programación (prueba de escritorio), posibles materiales a usar y las etapas para el desarrollo del problema. Posteriormente, se discriminan las tareas para del equipo de trabajo, lo que puede incluir el retar a uno de los compañeros (Padilla, 2019). Puede haber roles de diseñador, programador y constructor.

Se considera que, en el tema particular de esta investigación, es posible integrar en la gamificación, experiencias de programación y robótica, con el fin de potenciar múltiples habilidades del siglo XXI, como lo manifiesta la ISTE (2011), en las que se permite incentivar algunas emociones, como la curiosidad, el optimismo, el orgullo y la seguridad.

En la revisión hecha a esta propuesta didáctica, se evidencia que el costo de implementarla es alto; esto se debe a que es necesario contar con software especializado, licenciado y equipos de cómputo potentes (Smartmind, 2022). Lo anterior, puede generar que el proceso tenga falencias y se pierda el interés del maestro y el estudiante por esta propuesta de enseñanza.

Un aspecto por destacar dentro de las posibles falencias de esta iniciativa, está en que es posible que los estudiantes puedan concentrarse de forma excesiva en las dinámicas del juego y perder el enfoque educativo, que es el trasfondo fundamental. Por otro lado, la gamificación en ocasiones, no permite desarrollar, de manera efectiva, ciertas habilidades comunicativas, porque normalmente, estos escenarios son virtuales, lo que limita la interacción entre los participantes, y puede derivar en un deterioro de la formación en valores y relaciones humanas (Smartmind, 2022). Lo mismo sucede con las dinámicas de la competencia entre los participantes, que si no son bien aplicadas, pueden generar situaciones de ansiedad, desespero y generar competitividades excesivas.

Otro elemento a tener presente, es el equilibrio entre lo divertido y lo formativo, como lo propone el portal especializado *Smartmind* (2022), que manifiesta que si la actividad pierde su carácter educativo, será improductiva para la misma didáctica; no puede ser solo un videojuego para el estudiante y centrarse solo en derrotar a los demás, sin obtener esos objetivos de aprendizaje.

Finalmente, para obtener las recompensas por cada estudiante, todos los jugadores deberán asumir los mismos objetivos de aprendizaje; esto puede generar con el tiempo, dificultades en los intereses y estilos de aprendizaje de cada uno de

ellos. No todas las personas aprenden lo mismo, en el mismo tiempo.

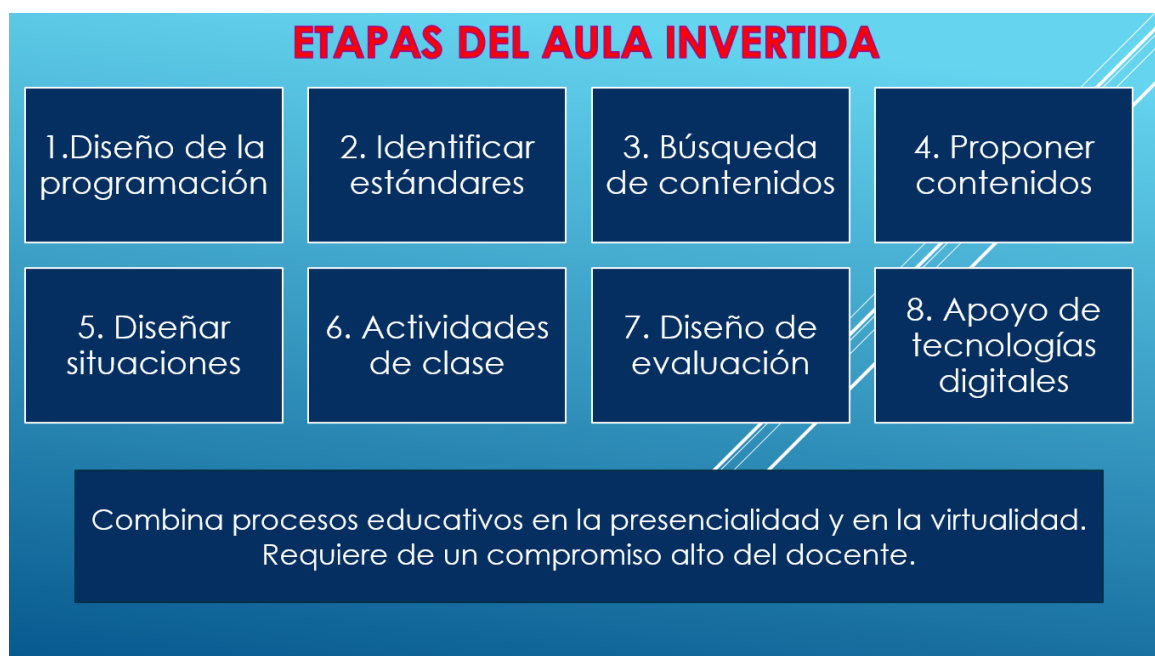
4.6. Aula Invertida

Es una propuesta didáctica que se propone mezclar entornos virtuales con los presenciales; tiene una característica particular que permite ajustar tiempos y los lugares para realizar las actividades de los estudiantes (Aburto, 2021). En esta, el tutor ya no es el encargado de impartir temáticas en el aula de clase; por el contrario, los estudiantes son los encargados de apropiar sus conocimientos, lo que pueden hacer desde su hogar a través de recursos audiovisuales, facilitados y diseñados por el profesor. La intención, es trabajar de forma inversa, la preparación de la clase, lo que quiere decir que se llega al aula de clase a implementar los conceptos que se adquirieron en clase, en la sesión presencial en la institución educativa.

La propuesta didáctica está compuesta por diversas etapas. 1) Diseño de la programación; 2) identificar estándares y competencias; 3) búsqueda de contenidos y recursos; 4) proponer contenidos educativos; 5) diseñar situaciones de aprendizaje; 6) realizar diferentes tareas durante la clase; 7) Mantener una evaluación formativa constante; 8) Apoyarse en tecnología digital (Aburto, 2021). A continuación, se muestra las fases del aula invertida:

Figura 29.

Pasos del aula invertida.



Nota. Estas son las fases del aprendizaje colaborativo. Tomado de los planteamientos de Aburto (2021).

Como se observa, es un proceso complejo de ocho pasos que incluye, en un primer momento, la planificación de las actividades antes de la clase presencial, durante la sesión virtual y después de cada una de estas (Aburto, 2021). En la segunda etapa, es necesario identificar cuáles van a ser los logros de aprendizaje. En la tercera fase, se consultan recursos educativos abiertos en internet; es importante que no requieran de licencia de software. En un cuarto paso, se proponen contenidos divertidos y animados que permitan darle dinamismo a las sesiones de clase y generen retroalimentación por parte de los estudiantes. En el siguiente momento, se propone el diseño de situaciones de clase relacionadas con las pedagogías, que permitirán dinamizar el trabajo activas (Carbonell, 2015). Posteriormente, se proponen las actividades permanentes durante la clase para los estudiantes que permitan hacer

evidente el progreso (Aburto, 2021). En la siguiente fase, se construyen los procesos de seguimiento o evaluación, relacionados con las actividades propuestas para los estudiantes por parte del maestro; estas deben ser acordes con la línea de trabajo que se lleva. Finalmente, se sugiere apoyarse en una tecnología digital que permita el seguimiento sistemático de las actividades, que sea fácil de manejar por parte del docente.

Después de explicar de forma detallada, cada una de las etapas del aula invertida, se quiere destacar que es una propuesta didáctica muy interesante, porque promueve trabajo autónomo, la colaboración, el pensamiento computacional y la comunicación asertiva en los estudiantes (Aburto, 2021).

Entre los elementos a tomar a la hora de implementar la propuesta en el aula y que en ocasiones no gusta al tutor, está el tiempo de preparación de clase del que debe disponer el docente, que es amplio, debido a la precisión con la que deben preparar los materiales educativos que usará con los estudiantes, lo que incluye el desarrollo en el aula de clase, como fuera de ella. Asimismo, el docente debe tener una gran capacidad de construir conocimiento, ya que previamente a la clase, debe preparar los contenidos apropiados de forma coherente. En esta línea, también debe contar con habilidades motrices muy finas y particulares, si requiere explicar la elaboración de artefactos.

Otro aspecto que no gusta a la mayoría de los docentes, está relacionado con lo elitista que se puede convertir esta propuesta didáctica, porque solo un porcentaje de colegios de la ciudad, pueden contar con los recursos físicos apropiados para elaborar los proyectos sugeridos. Lo mismo sucede con los estudiantes; no todos cuentan en

sus casas con los equipos de cómputo o tecnológicos que le permitan desarrollar, de forma eficiente, las soluciones a los problemas propuestos en el espacio educativo.

4.7. Aprendizaje basado en retos

Es una propuesta didáctica que, según los planteamientos de Jiménez (2019), “parte de las vivencias y el conocimiento del alumnado de manera activa y participativa” (p.50), Esta propuesta tiene ciertas similitudes con el ABP y el aprendizaje basado en proyectos: sin embargo, se caracteriza porque, de acuerdo con (UNIR, 2019), “supone la resolución de un problema real mediante una acción concreta” (p. 1). Además, potencia la motivación en los estudiantes, mejora las habilidades comunicativas y ayuda en los procesos de autonomía.

Se destaca que el reto está basado en las experiencias cercanas que tienen los estudiantes. como su hogar, el barrio o el colegio, que les permite tener cierto grado de interés propio en la situación a trabajar. Este problema educativo se presenta a través de una pregunta que se construye con los mismos estudiantes en las primeras etapas y que se va desarrollando en la medida que avanza el tiempo. Al final, se proyecta una solución concreta al reto planteado. Las fases de esta metodología, teniendo en cuenta a la Universidad Internacional de la Rioja (2019), inicia por la decisión del grupo de estudiantes, por un tema específico; en un segundo momento, se proyecta una lluvia de ideas, así como la formulación de preguntas. En la tercera fase, se desarrolla el reto. En un siguiente espacio, se realiza la comprobación del contexto; a continuación,

se realiza la difusión de trabajo y, en la etapa final, se hace una evaluación. A continuación, se muestra un gráfico en el que se destacan cada una de las etapas.

Figura 30.

Etapas del aprendizaje basado en retos.



Nota. Estas son las fases del aprendizaje basado en retos que está basado en el modelo de la UNIR (2019)

Revisando cada una de estas seis etapas, se demuestra que es un proceso académico que requiere mucha dedicación por parte del maestro y de los estudiantes, en el que, en un primer momento, se plantea una temática generalizada del contexto. Posteriormente, se hace una puesta en común de la situación a tratar, se empieza a generar una lluvia de ideas y algunas preguntas que empiezan a delimitar el reto (UNIR, 2019). En una tercera etapa, se plantea una solución, por medio de la consulta de información a través de la web e indagando con personas expertas en el tema. En un cuarto espacio se valida el entorno, donde se va a desarrollar el reto y se realiza un análisis de oportunidades, fortalezas, amenazas y limitaciones (UNIR, 2019). Para el quinto paso, los equipos de trabajo realizan la difusión de los resultados obtenidos

hasta el momento; se sugiere que se usen herramientas digitales, como presentaciones en diversos formatos, la creación de un blog o página web. En el último momento relacionado con la evaluación, se diseñan, por parte del maestro, los instrumentos y rúbricas que recogen este contenido.

Entre las características del aprendizaje basado en retos, que no gustan a algunos maestros, está la amplia dedicación de tiempo que tiene que hacer el docente para la preparación de las sesiones de clase; asimismo, incluye los espacios adicionales en la construcción de material didáctico y la implementación de posibles software, para la clase. En el tema de los programas informáticos, es clave mencionar que cuando el docente no maneja modelo, debe dedicar horas extra, para aprenderlo de forma autodidacta.

4.8. STEM

Este enfoque de enseñanza, parte de la sigla STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), como lo describe Botero (2018), “se le atribuye a la Dra. Judith A. Ramaley exdirectora de la División de Educación y Recursos Humanos en la *National Science Foundation* – NSF la acuñación del término STEM” (p. 21). Ella se estaba refiriendo a los currículos de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Este enfoque STEM, nace de la necesidad de los norteamericanos de potenciar la alfabetización tecnológica de sus ciudadanos en el siglo XXI.

El enfoque promueve alternativas interdisciplinarias de formación, con las que se le brinda relevancia a la enseñanza global u holística, en que no se atomiza el

conocimiento (Mattamala, 2017). Propone que los problemas de la sociedad, no se solucionan desde las disciplinas o áreas; por el contrario, estos pueden ser abordados desde investigaciones de múltiples asignaturas. Para la educación STEM (2018), se proponen:

Tres grandes propósitos que tiene la educación STEM para contribuir a una mejor educación de un país. Estos son el desarrollar una sociedad instruida en STEM, desarrollar una sociedad eminentemente tecnológica para el siglo XXI y desarrollar una fuerza laboral enfocada hacia la innovación y el emprendimiento (p. 40).

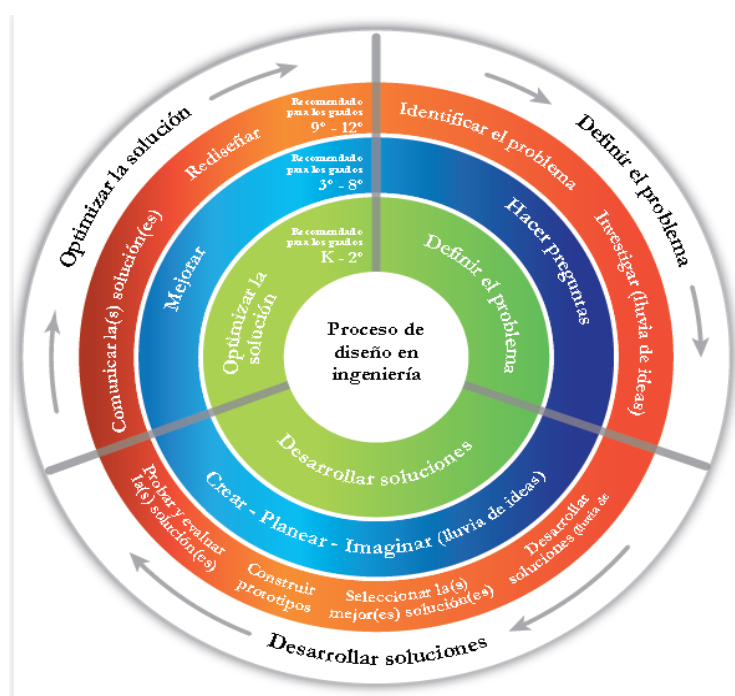
Estas dinámicas, han permitido que los países se preocupen por fortalecer las dinámicas tecnológicas y escolares; en el caso de Colombia, se ha venido trabajando en los CONPES 3975, en el Departamento Nacional de Planeación (2019) y 3988 (2020), que buscan la creación de una política nacional en tecnologías 4.0. En esa misma línea, se busca la construcción de profesionales que sean capaces de dar soporte a tecnologías, y que desde la política, se requieren sujetos que sean capaces de solucionar los posibles problemas que podrán tener estas tecnologías, así como los respectivos ajustes para nuestro entorno.

Algunas de las características del STEM son; la integración curricular, que se logra en áreas relacionadas con las Ingenierías, las ciencias, las nuevas tecnologías y las Matemáticas (Maingain, 2002). Sin duda, este tema de la integración curricular es lo que hace tan atractivo usar este enfoque didáctico, lo que a su vez, permite que el

estudiante vea la educación de forma agradable. Asimismo, los estudiantes logran, a través de roles específicos, generar procesos de aprendizaje cooperativo, la capacidad de resolver problemas y potenciar la autoestima. A continuación, se muestra una propuesta de formación en la educación básica, desde las ingenierías que se proponen en el STEM.

Figura 31.

Modelos del proceso de diseño en ingeniería.



Nota. Este es un modelo basado en el enfoque STEM. Tomado (Botero, 2018, pág. 129).

Se desea comentar que el rol del docente en este enfoque pedagógico, es el de un facilitador del aprendizaje, como lo dice Botero (2018), como el responsable de generar estrategias en el proceso educativo. Para la dinámica del enfoque, es clave contar con algunos conocimientos previos por parte de los participantes. Aquí, el diseño instruccional, juega un papel importante, porque cuando se usan tecnologías en los

procesos educativos, es fundamental que el participante las conozca de forma básica, para evitar daños por mal funcionamiento (Arshavskiy, 2014).

Teniendo en cuenta lo descrito en el capítulo cuatro, se explicó al detalle cada una de las propuestas de enseñanza y enfoques más usados en la educación básica y media de las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá. Asimismo, se reconocen los pasos o etapas que se tomaron para la construcción de esta propuesta investigativa que, en el capítulo siete, se describirá en detalle.

A continuación, se explicarán los diversos materiales que se usan en la educación básica y media con robots, en las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá (Colombia).

V. RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA

Para esta investigación, es muy importante la teoría construccionista, según los planteamientos de Papert (1982), los cuales plantean que el conocimiento puede ser desarrollado a través de la construcción de artefactos; para este caso particular, por medio de robots educativos, como los elementos que permiten la integralidad e interdisciplinariedad en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.

En la educación básica y media colombiana, el área de tecnología e informática, propuesta por el Ministerio de Educación Nacional (2008), tiene el papel de intentar abordarlas tecnologías exponenciales, como lo dice López (2018), dentro de los contenidos de la malla curricular de cada una de las instituciones educativas del país. Es así como la robótica educativa permite que el estudiante se acerque, de forma práctica y divertida, al conocimiento, porque le induce a conocer términos y aplicaciones mecánicas, electrónica y de programación en un artefacto funcional, logrando un alto interés en los participantes (Ruiz Velazco, 2012). Antes de conocer los materiales destacados de la ciudad, es importante reconocer los más usados a nivel mundial, en la línea de robótica en educación básica y media, así como algunas particularidades de cada una de las propuestas educativas, inmersas en cada empresa.

5.1. Materiales educativos con robots más destacados a nivel internacional

5.1.1. L.E.G.O.

Esta es una empresa de origen danés que tiene como principio “ser la primera empresa de juguetes del mundo, nació en un pueblo que sigue siendo la raíz de su imperio global” (Osio, 2015, pág. 1). Este material educativo se enfoca en la construcción de partes de artefactos a través de fichas ensamblables con diversas formas; así se evidencia en la siguiente figura.

Figura 32.

Elemento de fichas ensamblables LEGO



Nota. Estas son las fichas que se ensamblan en LEGO (Tomado de https://cdn.pixabay.com/photo/2018/05/10/17/48/lego-3388163__340.png, 2022).

El material que provee esta compañía cuenta con una sección que incluye robots, que pueden ser programables a través del software EV3, de la empresa LEGO (2022), asimismo, tiene una tarjeta electrónica que puede ajustarse a las fichas ensamblables, dependiendo de cada uno de los modelos que dispone la empresa. Cuenta con un modelo educativo basado en las posturas construccionistas de Papert (1996), quien desarrolló esta teoría en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts),

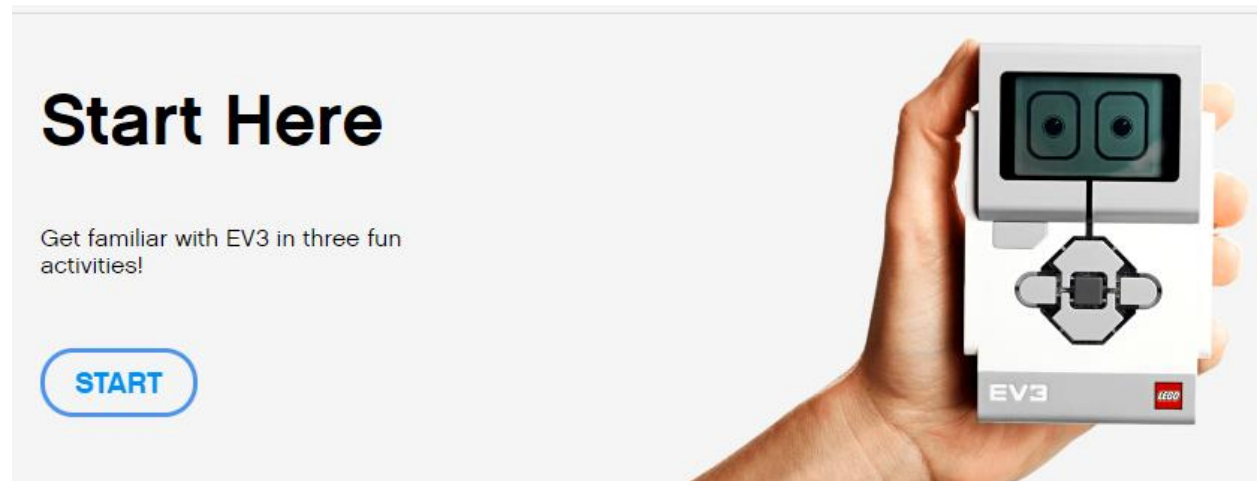
en el siglo pasado y que aún tiene una vigencia importante. En los últimos años y con la tendencia STEM, se ha enfocado en desarrollar propuestas educativas en las que se integran, por medio de sus prototipos, las Ciencias Naturales, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (Botero, 2018).

Entre las fortalezas que tiene este material didáctico, se destaca su diseño, muy agradable a la vista; las figuras son impecables; las fichas para ensamblar son únicas y simétricamente sobresalientes y bellas, permitiendo que el estudiante pueda darle diversas formas al robot.

En lo electrónico, cuenta con un cerebro que, básicamente, es un circuito integrado programable (cerebro), que le permite tomar decisiones al artefacto; este puede ser manipulado por el estudiante a través de su consola física o a través de un dispositivo electrónico, como un computador, tableta, celular, entre otros. A continuación, se muestra la forma de este dispositivo tecnológico.

Figura 33.

Ladrillo EV3

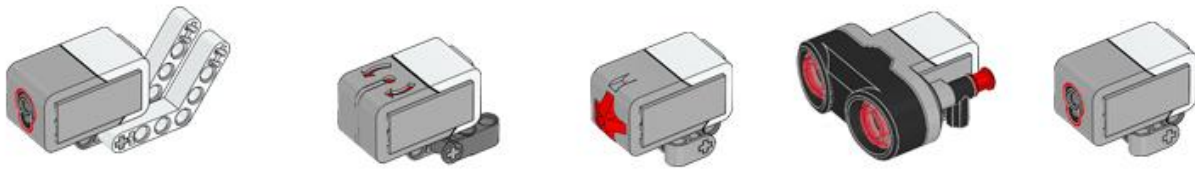


Nota. Este es el dispositivo actual con el que cuenta LEGO como cerebro del robot (Tomado de la interfaz de software oficial de LEGO <https://www.robotix.es/es/lego-mindstorms-education-ev3>, 2022).

Junto al cerebro del artefacto tecnológico, se encuentran los sensores y/o transductores (sentidos), que toman señales físicas del entorno (intensidad de luz, radiofrecuencia, Bluetooth, WIFI, entre otros), y las convierten en pulsos eléctricos. En la imagen se evidencian diversos tipos de estos sensores (LEGO, 2022).

Figura 34.

Sensores y/o transductores de LEGO

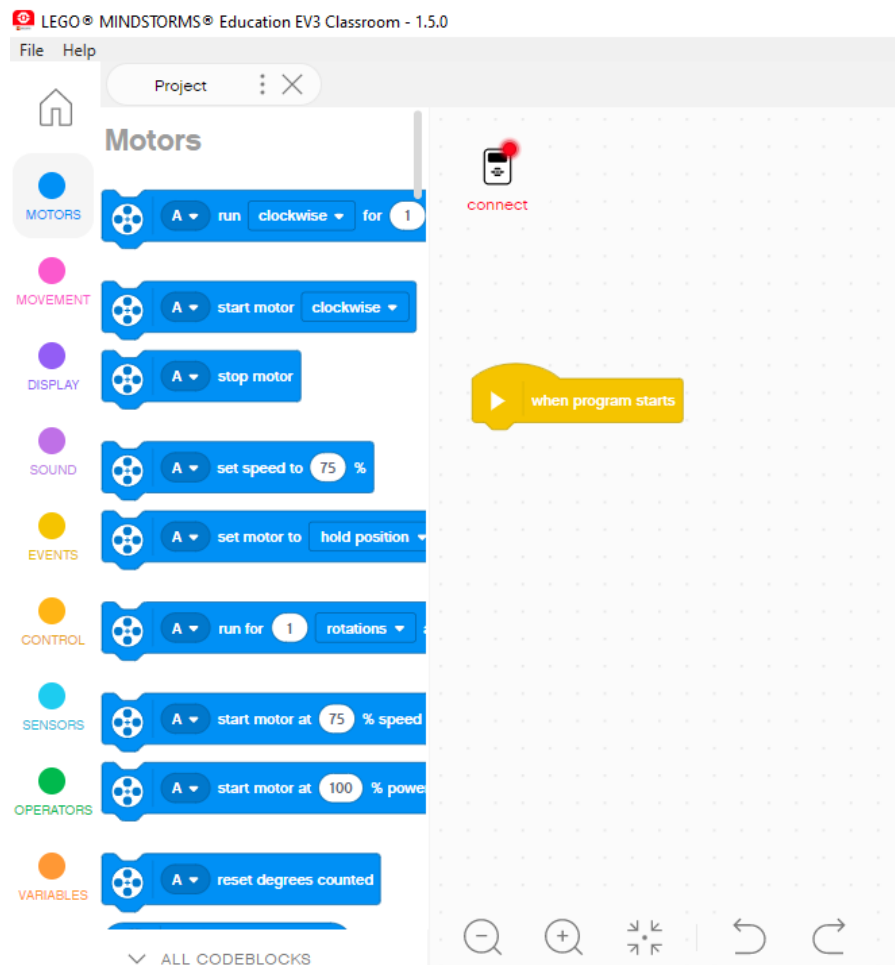


Nota. Sensores básicos del kit de robótica EV3 (Tomado de la página oficial de LEGO <https://education.lego.com/en-us/product-resources/mindstorms-ev3/downloads/building-instructions>, 2022).

Junto a los componentes electrónicos y mecánicos, está el paquete de software, que permite al estudiante programar rutinas de trabajo para el robot, con el fin de generar movimiento a través de un escenario proyectado. Dentro de los bloques de programación de LEGO, se encuentran los movimientos básicos de una máquina (detenerse, mover para adelante, hacia atrás, izquierda y derecha), así como entradas y salidas de sensores, sección de condicionales de programación *if* (si), *else* (si no), *for* (para), *while* (mientras), *do while* (haga mientras), bucles, subrutinas y macros, que permitirán complejizar los movimientos del robot de forma importante. La imagen muestra la interfaz básica de programación de la versión EV3 (LEGO, 2022).

Figura 35.

Software de programación de LEGO



Nota. Interfaz básica de programación del kit de robótica EV3 (Tomado de la página oficial de LEGO. <https://www.robotix.es/es/descargar-software-lego-mindstorms-education-ev3>, 2022).

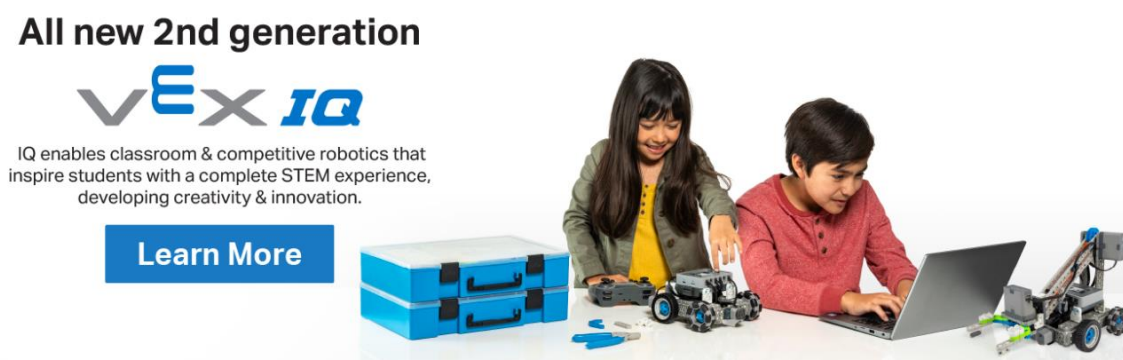
Para finalizar, este material tiene un alto costo económico, aproximadamente 483 €; lo que en verdad hace que esta tecnología en educación esté restringida en el territorio colombiano, por las condiciones socio económicas de la población, mucho más en los colegios públicos, donde se cuenta con estudiantes de estratos uno y dos normalmente, y algunas excepciones, en el estrato tres.

5.1.2. VEX ROBOTICS

Esta es una empresa de origen estadounidense, que tiene sus fundamentos en los principios de STEM, que busca trabajar de forma conjunta con cuatro áreas del conocimiento que son las Matemáticas, las Ingenierías, las Tecnologías y las Ciencias naturales (Botero, 2018). La empresa VEX, “fomenta la creatividad, el trabajo en equipo, el liderazgo y la resolución de problemas entre grupos” (VEX Robotics, 2022). De esta forma, ha consolidado diversos prototipos tecnológicos en cada uno de los niveles educativos, como una de las cualidades más importantes de este material didáctico. A continuación, se muestra una imagen de algunos elementos de este proveedor.

Figura 36.

Paquete VEX



Nota. Kit básico de robótica VEX IQ (Tomado de la página oficial de VEX ROBOTICS <https://www.vexrobotics.com>, 2022).

Entre las características del VEX, es importante destacar que cuenta con un amplio contenido de elementos mecánicos que facilitan el armado de diversos tipos de prototipos de robots y procesos de automatización didácticos, que lo hacen muy interesante. Se aclara que su valor económico es alto y pocas instituciones públicas

cuenta con este. En esta línea, se cuenta con fichas para ensamblar, bandas transportadoras, ruedas de fricción, poleas, engranajes, soportes y conectores de diversos tamaños, para armar múltiples dispositivos (VEX Robotics, 2022). A continuación, se muestran algunos de estos elementos de ensamble.

Figura 37.

Partes mecánicas básicas de un kit VEX GO.

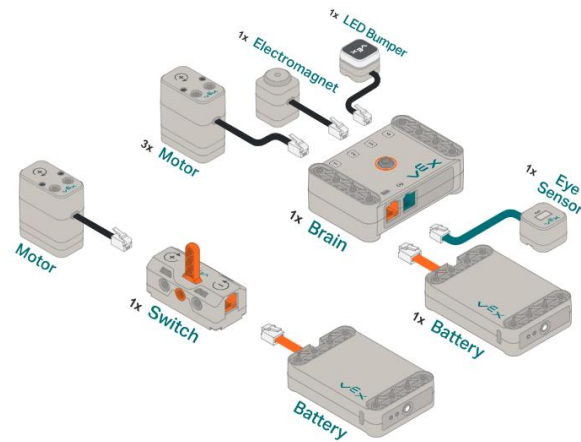


Nota. Partes mecánicas con las que cuenta el kit básico de robótica VEX IQ (Tomado de <https://content.vexrobotics.com/vex-pgh-landing-pages/vex-go/organization-poster.png>, 2022).

En cuanto a los aspectos electrónicos, dispone con un microprocesador central o cerebro, que tiene entradas de sensores, actuadores (motores o cilindros), así como conexiones a internet y *Bluetooth*. Junto a estas, vienen incluidas entradas y salidas de motores, interruptores eléctricos y pulsadores. Cuenta, además, con sensores electromagnéticos, ópticos y mecánicos para hacer los robots mucho más robustos (VEX Robotics, 2022).

Figura 38.

Electrónica y sensores de kit básico VEX GO



Nota. Componentes del cerebro y de entrada y salida del kit básico de robótica VEX IQ (Tomado de <https://content.vexrobotics.com/vex-pgh-landing-pages/vex-go/organization-poster.png>, 2022).

Cuenta con una propuesta educativa basada en el STEM, en la que se presentan cuatro etapas o pasos del modelo, que se describen a continuación: 1) las Ciencias, en las que destaca el método científico; 2) las Tecnologías, vistas a través de la construcción de artefactos tecnológicos; 3) las Ingenierías, a través del diseño de los robots; 4) las Matemáticas, visualiza los diversos modelos plasmados en un artefacto móvil (VEX ROBOTICS, 2022).

5.1.3. MAKEBLOCK

Es una empresa asiática, creada en el 2013, que tiene un fuerte desarrollo de partes para kits de robótica en metal, como lo propone la compañía Makeblock (2022), lo que le ha permitido tener estructuras de trabajo robustas, que ha ido articulando con

tarjetas de desarrollo, como Arduino (2022), en lo electrónico, y con el software *Scratch*, para la programación de los prototipos, con el fin de brindar soluciones educativas en los diversos niveles de la educación básica, media y universitaria (SCRATCH, 2022).

En su idea inicial de crear partes ensamblables de artefactos automatizados y robóticos, es importante mencionar que dispone de diversos elementos laminares con pequeños orificios, que permiten ajustar, de forma dinámica, partes con diferentes medidas y lugares en un robot, que incluye regletas con diversos tamaños, empalmes para las partes mecánicas, tornillos, tuercas y actuadores (motores), como se muestra en la imagen.

Figura 39.

Partes estructurales del kit básico MAKERBLOCK



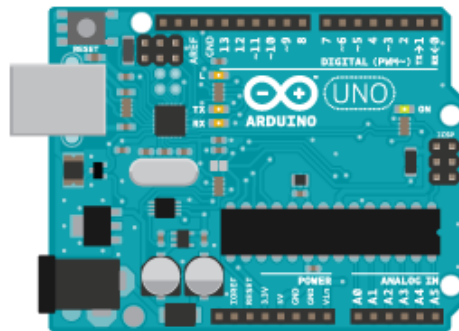
Nota. Componentes mecánicos de un kit básico MAKERBLOCK (Tomado de https://tienda.tdrobotica.co/4637-large_default/thread-drive-pack-v20-blue.jpg, 2022).

En lo electrónico y como se dijo en párrafos anteriores, es multiplataforma; esto quiere decir que funciona sobre diversos tipos de tarjetas electrónicas. Es compatible

con tecnologías Arduino (2022) y Microbit (2022), de gran impacto a nivel mundial. Este tipo de tarjetas de control inteligente, permiten la conexión de dispositivos de entrada y salida (*on - off*), con señales eléctricas digitales y analógicas que permiten que el robot interactúe con el entorno a través de los sensores. Aquí, se muestra una tarjeta básica de ARDUINO (2022) y una básica de MICROBIT, de MICROSOFT (2022), respectivamente, que pueden ajustarse fácilmente con este material.

Figura 40.

Placa electrónica ARDUINO UNO

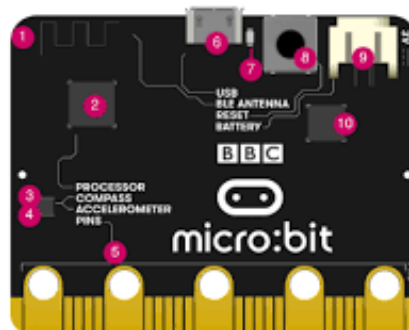


Nota. Este es el cerebro de una tarjeta de desarrollo ARDUINO UNO, que puede ser usado como sistema de control del kit de MAKERBLOCK (Tomado de <https://cdn.arduino.cc/homepage/static/media/arduino-UNO.bcc69bde.png>, 2022).

Asimismo, se muestra una placa de Microbit.

Figura 41.

Placa electrónica de MICROBIT



Nota. Placa de control de una tarjeta MICROBIT, que puede ser usado como sistema de control del kit de MAKERBLOCK (Tomado de <https://ro-botica.com/tienda/micro-bit?filtro-orden=ASCEDAD>, 2022).

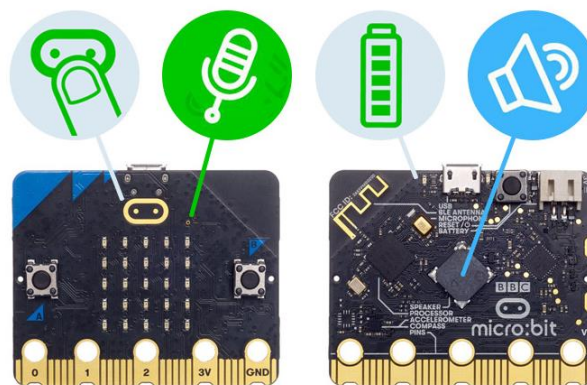
En lo educativo, el modelo se enfoca en el STEAM, y “los estudiantes pudieron entenderlas rápidamente y estimularon la creatividad de manera mensurable” (MICROSOFT, 2022, pág. 1). Se reconoce que a través de estos productos de robótica se incrementa la creatividad de los estudiantes y el docente puede aprovechar esta condición para potenciar los objetivos educativos que él considere.

5.1.4. MICROBIT

Es una plataforma tecnológica que es desarrollada por el gigante del software Microsoft (2022), y que tiene como fin abarcar el mercado de la programación, la robótica, la inteligencia artificial y las redes neuronales a nivel orbital. Para este caso, se concentra en la tarjeta de desarrollo y programación Microbit (RO-BOTICA, 2022). Esta se describe a continuación.

Figura 42.

Placa Microbit V2

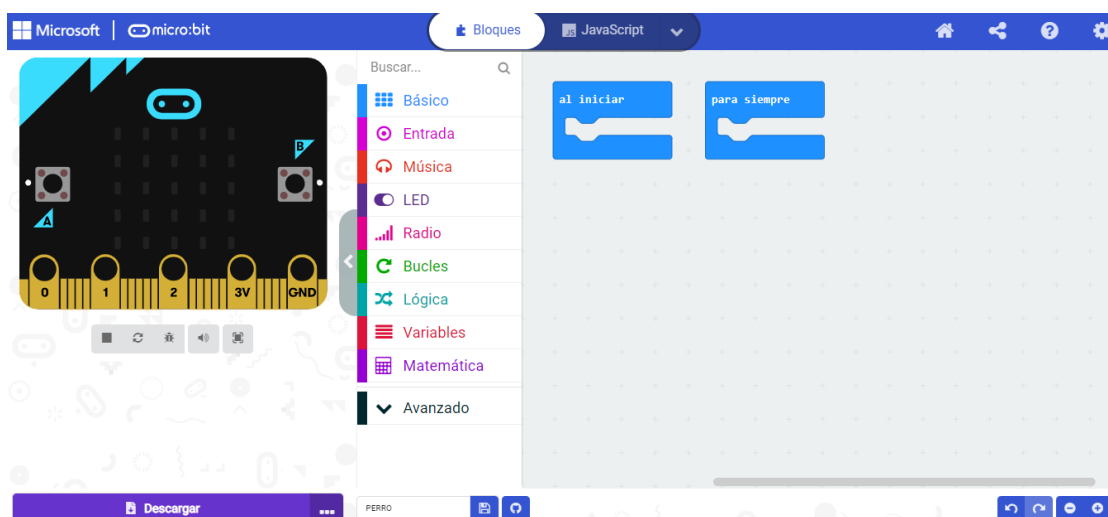


Nota. Este es la tarjeta de desarrollo MICROBIT V2(Tomado de <http://microes.org/caracteristicas.php>, 2022).

La tarjeta tiene entradas que le permiten la interacción con el entorno físico. Para esta plataforma de material didáctico, se han integrado varias decenas de posibles

Figura 44.

Software MakeCode inicial



Nota. Software de programación de Microbit, que se usa para la placa de control (Tomado de <https://makecode.microbit.org/#editor>, 2022).

Los aspectos pedagógicos inmersos en este material educativo, están basados en el enfoque STEM, buscando un modelo holístico (Botero, 2018). Una particularidad, es que dispone de material educativo para los docentes que incluye y relaciona las Ciencias, las Matemáticas y las Tecnologías, permitiendo el trabajo desde la transversalidad del conocimiento, potenciando las habilidades del siglo XXI, en las que se destacan el pensamiento computacional aplicado a las problemáticas de la vida cotidiana (ISTE, 2011).

Como se ha dicho en los párrafos anteriores, se describieron las empresas más grandes a nivel mundial en robots educativos. En el siguiente espacio se mostrará al detalle y a través del proceso de esta investigación, cuáles son los materiales didácticos en robótica más usados por los docentes de los colegios públicos de la

ciudad de Bogotá, así como la incidencia de estos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de educación básica y media.

5.2. Materiales didácticos con robots usados en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá (Colombia)

Desde hace algunos años, la robótica ha incursionado en los procesos educativos de las instituciones en los niveles de básica y media. Por lo tanto, desde administraciones, como la de Gustavo Petro, se han implementado algunas políticas que han incluido acciones novedosas; solo por mencionar una de ellas, es la del Récord Guinness en Robótica Educativa, de la *Guinness World Records* (2015), en la que participaron más de 880 estudiantes y docentes de los colegios públicos y privados de Bogotá. Fue entonces cuando la Dirección de Medio Educativos de la Secretaría de Educación Distrital (2022), impulsó para que este tipo de tecnologías, se incluyeran en las prácticas docentes del área de tecnología e informática de la ciudad, con el deseo de dejar cimientos que permitieran procesos en tecnologías exponenciales aplicadas a la educación hacia el futuro.

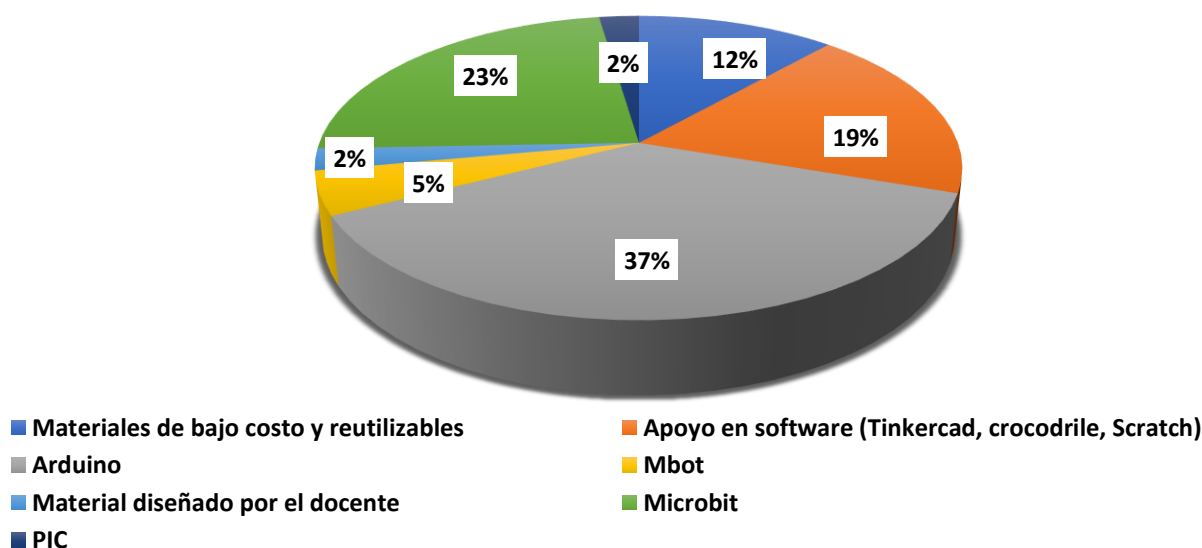
Desde ese momento y hasta la actualidad, se ha introducido una serie de materiales didácticos que involucran robots en los colegios públicos. De este manera, esta investigación determinó que los elementos didácticos en robótica con más presencia en la ciudad de Bogotá, son la tecnología Arduino, con un 37%; el material Microbit, con un 23%; *Tinkercad* y/o *Yenka* y/o *Scratch* con un 19%, y finalmente, los materiales de bajo costo y reutilizables, con una participación del 12%.

Asimismo, se halló la existencia de otros elementos didácticos en esta línea que son trabajados en un porcentaje inferior, como Mbot con un 5%; materiales diseñados por el docente (2%) y la tecnología PIC, que traduce Circuitos Integrados Programables, con una participación del 2%.

A continuación, se muestra una gráfica que se obtuvo a través de la consulta hecha en la investigación enfocada a los docentes del distrito que trabajan con robots, en la que se evidencian las siguientes respuestas.

Figura 45.

Materiales de robótica usados en la educación media en colegios públicos



Nota. Materiales didácticos usados en la educación media con robots en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá

El gráfico anterior evidencia cómo en las instituciones públicas, acceder a tecnologías de un alto valor como LEGO (2022), o Fischertechnik (2022), es poco probable, debido al alto costo económico en el mercado. Esto lleva a una tendencia por parte de los docentes, al uso de tecnologías GNU, o plataformas de libre uso. como el Arduino (2022), y el uso de materiales de fácil consecución y reutilizables, que los

estudiantes pueden adquirir a bajo costo en las tiendas de la comunidad, o a través de la gestión administrativa del colegio.

5.2.1. Características y particularidades de los robots más usados en la educación media

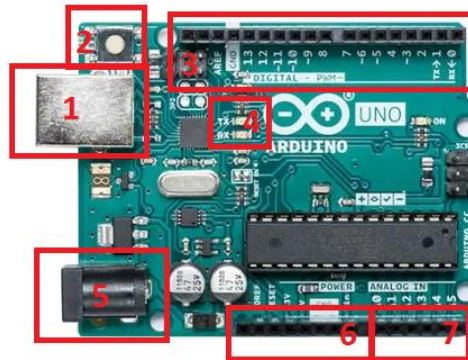
En este segmento se podrán observar los elementos más importantes relacionados con las tecnologías que trabajan robótica en la educación básica y media, así como las implicaciones didácticas de cada una de estas tecnologías, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. A continuación, se mostrarán los materiales didácticos más utilizados en la educación media, en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.

5.2.1.1. Arduino

Esta es una tecnología que se caracteriza por ser muy práctica y sencilla de usar por los estudiantes, permite elaborar prototipos didácticos a través de la vinculación de sensores con la programación de rutinas en robots y máquinas automáticas. A continuación, se muestra una descripción de las partes más importantes para el trabajo que tiene una placa de Arduino del modelo UNO (ARDUINO, 2022).

Figura 46.

Placa de Arduino UNO junto con sus partes



Nota. Placa de ARDUINO UNO (Tomado de <https://arduino.cl/wp-content/uploads/2019/01/Arduino-UNO-2.png>, 2022).

La imagen muestra la placa de Arduino UNO y las partes más destacadas:

1. Puerto USB: permite la conexión de la tarjeta, al computador para realizar procesos de programación o para brindarle un voltaje de funcionamiento al circuito electrónico.
2. Botón de reset: permite reiniciar la configuración de la placa. Se usa normalmente a la hora de ajustar el circuito o corregir errores en la ubicación de sensores o motores.
3. Entradas y salidas de sensores o actuadores digitales: son los sentidos que tiene el robot y permiten que interactúe con el mundo. Los que son de tipo digital, tienen una configuración binaria. Asimismo, los motores digitales permiten el desplazamiento del robot, y pueden ser controlados a través de pulsos eléctricos.
4. LED'S de transmisión y recepción de datos: son pequeños bombillos que tiene el circuito electrónico que muestran la transmisión y recepción de

información entre el computador y la placa. Hay que observar, de manera detallada estos, porque encienden y apagan de forma muy rápida.

5. Jack de poder. Esta es una entrada adicional de corriente que puede brindar una mayor potencia a los motores de un posible robot. Entre más corriente tenga de soporte el circuito de potencia, tendrá más velocidad y fuerza de mover los mismos (ARDUINO, 2022).
6. Entradas y salidas de poder: a la hora de realizar conexiones en los robots, en ocasiones es necesario tener diversos voltajes para poder configurar los sensores y motores que tiene el prototipo. Esta sección permite obtener diferentes voltajes de estos pines de conexión.
7. Entradas o salidas de sensores o actuadores análogos: existen algunos sensores que funcionan bajo características análogas como lo son las fotorresistencias (sensores de energía lumínica), de ultrasonido, infrarrojo, de nivel de agua, etc. (MAKERS, 2022).

La siguiente imagen, muestra los diferentes sensores que ya tiene diseñados la tecnología ARDUINO, para ubicar sobre cada uno de los robots.

Figura 47.

Sensores de ARDUINO más usados



Nota. Sensores más usados para la placa ARDUINO (Tomado de https://cdn.shopify.com/s/files/1/0020/8027/6524/products/kit_de_16_sensores_para_arduino_y_raspberry_mexico_jalisco_guadalajara_669x669.png?v=1593814929, 2022).

Las anteriores características en el *hardware* de esta tecnología, permite al estudiante tener una gran diversidad de alternativas a la hora de proponer soluciones a las situaciones o problemas planteados en el aula de clase, usando robots.

Seguidamente se mostrará el entorno de programación, que se basa en un lenguaje de código muy sencillo; en la imagen se evidencia el entorno de trabajo.

Figura 48.

Entorno de trabajo del software de programación de ARDUINO.

```

sketch_may20a Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sketch_may20a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

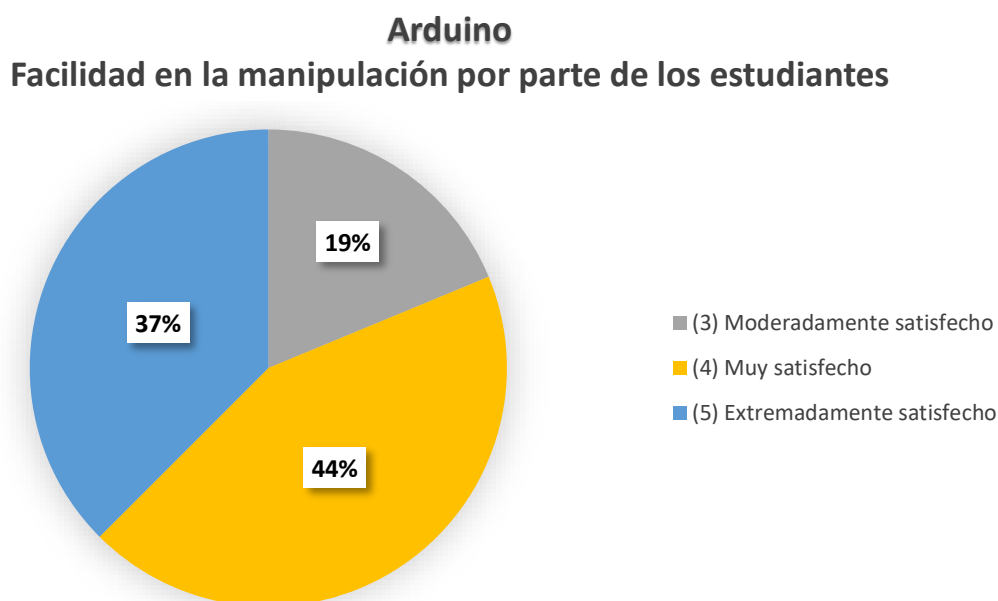
```

Nota. Entorno de software que permite generar programación en la placa electrónica (Tomado de software ARDUINO, 2022).

Bajo esta plataforma, es posible realizar programas que permitirán dar movimiento al robot, a través de la interacción con los sensores, los motores y su estructura mecánica. Los maestros consideran que esta placa potencia el trabajo con robots en la educación media, porque permite manipular, de forma adecuada, los prototipos tecnológicos. Lo anterior, se ve reflejado en las percepciones de los docentes frente a la facilidad en el uso de este material por parte de los estudiantes, como se evidencia en la imagen que es derivada del proceso de investigación con los docentes de los colegios públicos.

Figura 49.

Facilidad en el uso de los estudiantes de la tecnología ARDUINO



Nota. Percepción de docentes de todas las localidades de la ciudad de Bogotá con respecto al uso de ARDUINO

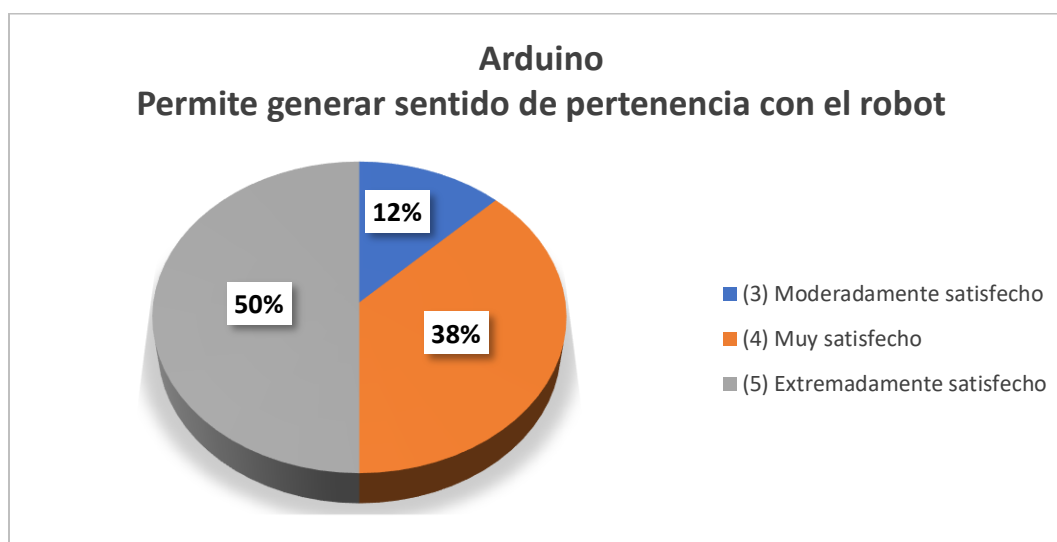
Asimismo, este material didáctico permite que los estudiantes sientan una gran empatía hacia los prototipos de la robótica, gracias a la gran adaptabilidad que tiene la tecnología Arduino con los materiales con los que se trabaja en los colegios públicos de

la ciudad de Bogotá. Se aclara que las instituciones educativas estatales, no pueden solicitar ningún material educativo a los estudiantes, según lo que plantea el Decreto 4807 del Ministerio de Educación Nacional (2011), lo que genera que el maestro deba trabajar con materiales de fácil consecución y residuos electrónicos para elaborar cada uno de los prototipos robóticos en el aula de clase.

De la misma manera, esta tecnología, genera un gran sentido de pertenecía en los estudiantes que, a su vez, el maestro puede aprovechar para potenciar el trabajo interdisciplinar e integral, según Maingain (2002), en la construcción de conocimientos (Castro, 2022). Así lo perciben los maestros, quienes dan una gran importancia a este ítem, que se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 50.

Sentido de pertenencia que puede generar al construir robots con la tecnología el ARDUINO



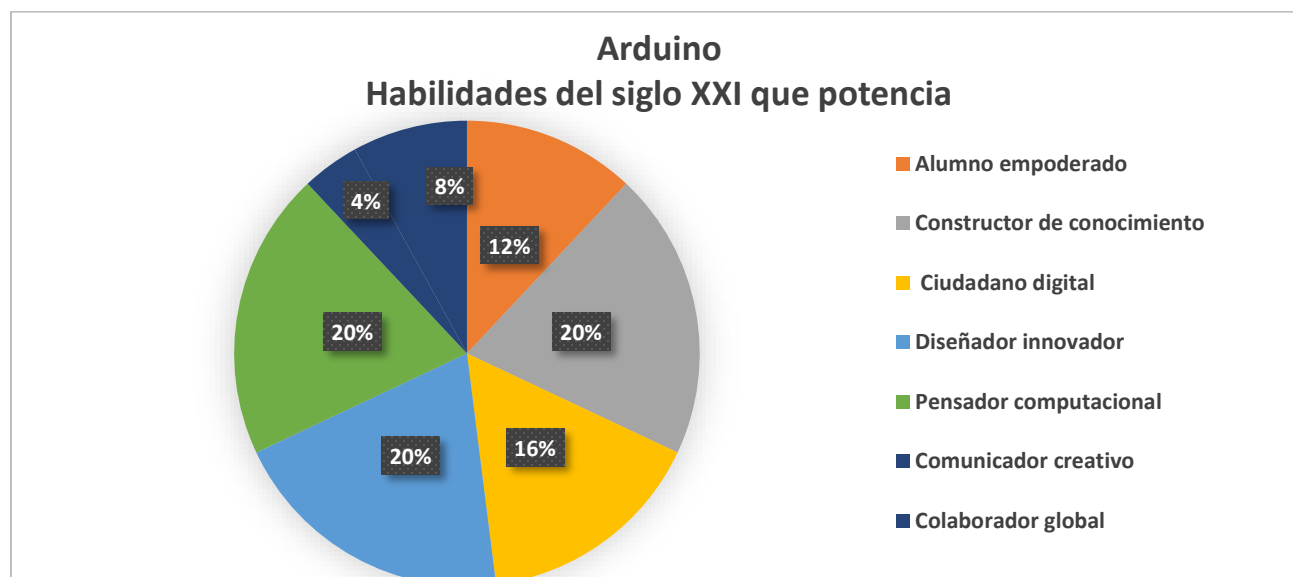
Nota. Sentido de pertenencia construyendo robots con ARDUINO.

Entre las características más importantes que se encontraron en las respuestas de los docentes que trabajan robótica en la educación media, está la fortaleza que tiene el trabajo con Arduino, para potenciar las habilidades del siglo XXI, a partir de las

propuestas por la ISTE (2011), y entre las más destacadas están: el pensamiento computacional, el estudiante constructor de conocimiento, diseñador innovador y de un amplio pensamiento computacional con (20%). En la siguiente imagen se muestran estos resultados.

Figura 51.

Habilidades del Siglo XXI, que potencia el ARDUINO.

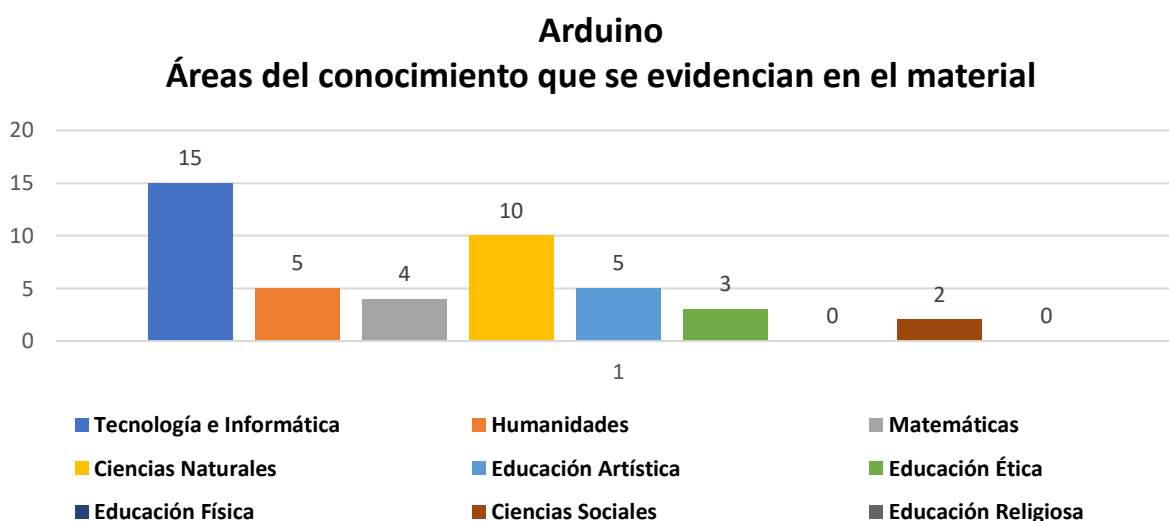


Nota. Las habilidades del siglo XXI que potencia el ARDUINO en la educación media. Tomado de la ISTE (2011)

De entre las características del Arduino, se destaca que es el material más usado por los docentes que trabajan robots, como elementos diferenciadores en el aula de clase. Probablemente esta tecnología permitiría integrar diversas áreas del conocimiento que, según el Ministerio de Educación Nacional (1994), son nueve, y la más destacada es el área de Tecnología e Informática, por la cercanía con estos procesos de innovación. Lo anterior, y desde la percepción de los maestros, se evidencia en la siguiente gráfica.

Figura 52.

Interdisciplinariedad que puede lograrse a través de ARDUINO



Nota. Estas son las áreas que más se integran al material ARDUINO en la educación media.

Como comentario final, de esta tecnología, permite que el docente y los estudiantes elaboren diversos tipos de robots, para la creación de diversos prototipos que intentan dar solución a los problemas de la comunidad, en la educación media. Adicionalmente, el costo del Arduino es bajo frente a otras tecnologías y permite que las instituciones educativas adquieran este material, con los recursos que son asignados por el Gobierno nacional y los faltantes, los pueden aportar las familias de los estudiantes de forma voluntaria.

5.2.1.2. Tinkercad

Es una plataforma digital que tiene diversas funcionalidades; “es una aplicación web gratuita y fácil de usar que proporciona a la nueva generación de diseñadores e ingenieros las habilidades básicas para la innovación: diseño 3D, electrónica y

codificación” (AUTODESK Tinkercad, 2022, p. 1). Este software permite el manejo de tarjetas de desarrollo como ARDUINO (2022), así como MICROBIT, de la empresa Microsoft (2022), que pueden ser usadas en robots, en la educación básica y media. Esta versatilidad permite que los estudiantes y el docente tengan una alternativa importante a la hora de desarrollar prototipos educativos, en la simulación de soluciones a los problemas del entorno. A continuación, se muestra una imagen del entorno de *Tinkercad*, de la empresa Autodesk (2022).

Figura 53.

Plataforma Tinkercad.



Nota. Plataforma de simulación Tinkercad (Tomado de: <https://www.tinkercad.com/>, 2022).

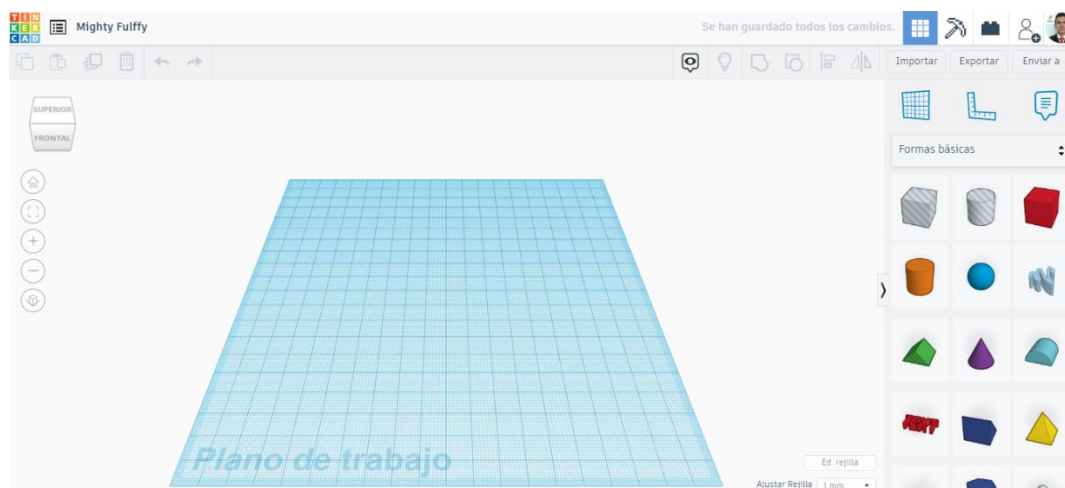
Entre las funcionalidades de esta plataforma se encuentran; 1) crear diseños 3D; 2) elaboración de circuitos; 3) programación de bloques de código; 4) lecciones; 5) tus clases; 6) crear colección. Las anteriores funciones se describirán a continuación.

La sección crear diseños es una herramienta CAD (Diseño asistido por computador), permite al usuario crear objetos en dos y tres dimensiones, con el fin de proyectar objetos, artefactos, robots u otros elementos en un entorno virtual, que

posteriormente, puede replicar a través de planos y materializar estos diseños (AUTODESK Tinkercad, 2022). Se muestra, una imagen de esta sección de la tecnología a continuación.

Figura 54.

Sección Diseños 3D en Tinkercad



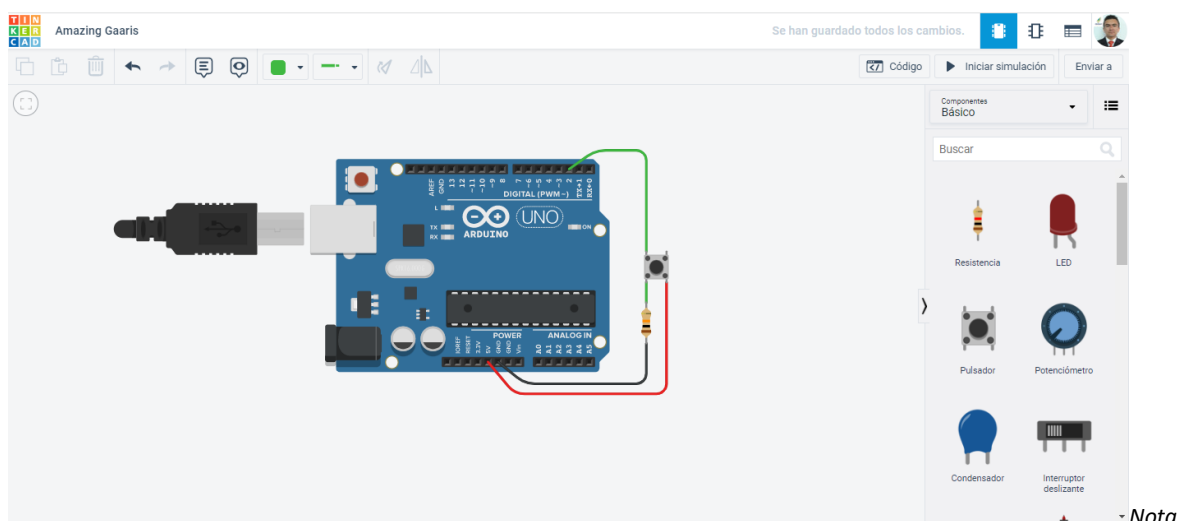
Nota. Sección crear diseño 3D en Tinkercad (Tomado de: <https://www.tinkercad.com/>, 2022).

Como se observa en la imagen, se tienen excelentes posibilidades de figuras geométricas, construcciones volumétricas, isométricos y simulaciones de cada uno de los diseños propuestos por los estudiantes y el docente. La plataforma cuenta con plantillas de criaturas, vehículos, máquinas, estructuras, escenarios, mecanismos, electrónica, juegos y de objetos del común (AUTODESK Tinkercad, 2022),.

Por otro lado, en la sección circuitos, se pueden elaborar diversos diseños electrónicos que podrán darle funcionalidades eléctricas a los diseños hechos en el 3D, por medio de componentes digitales o analógicos, con los que cuenta la plataforma (AUTODESK Tinkercad, 2022). A continuación, se muestran algunas imágenes con el entorno.

Figura 55.

Sección Circuitos en Tinkercad



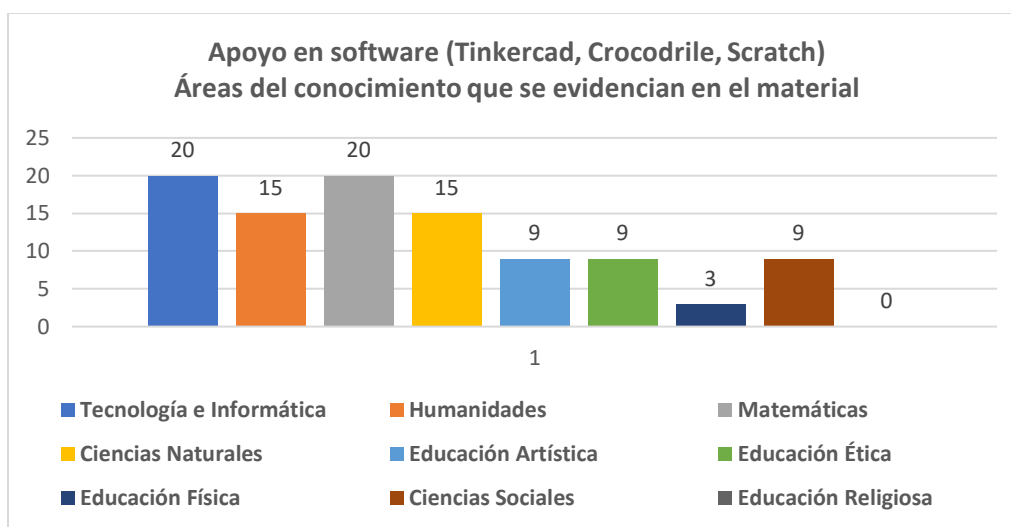
Sección crear circuitos en Tinkercad (Tomado de: <https://www.tinkercad.com/>, 2022).

En este segmento se destacan: 1) componentes básicos, que incluyen el uso de pulsadores, interruptores, indicadores visuales (LEDs), motores y condensadores; 2) Arduino (2022), que contiene diversas simulaciones ya elaboradas, que permiten al usuario realizar una percepción digital de cómo podría quedar el circuito en la realidad; 3) Microbit, de la empresa Microsoft (2022), que cuenta con diversos montajes pre-ensamblados, que incluyen ayudas de *protoboard* (tableta donde se realizan circuitos de prueba), así como simulaciones con motores; 4) ensamblajes de circuitos, es una sección que permite elaborar simulaciones sencillas con baterías, sin contar con elementos como una plantilla de pruebas o una placa de Arduino o Microbit; básicamente es una fuente de poder que dará alimentación de corriente eléctrica simulada al circuito que se está trabajando. Como se observa, todo el entorno *Tinkercad* es un soporte muy interesante para los procesos educativos en la educación media que involucran robots.

En esta investigación, se destaca la gran versatilidad de la plataforma; así se evidencia en la fuerte posibilidad de que, a través de esta, se pueda lograr una interdisciplinariedad (Maingain, 2002). Las áreas que según los docentes entrevistados más aportan en la iniciativa, son, en primer lugar, las de Tecnología e Informática y Matemáticas con un 20%, y en segundo lugar, Ciencias naturales y las Humanidades. Asimismo, con un 9%, se ubican las Ciencias sociales, la Educación Ética y Educación artística y cultural. En particular, el área de Educación física solo cuenta con un 3%, lo que se puede interpretar como una baja participación o poca evidencia de estos procesos psicomotores en el desarrollo de los estudiantes; sin embargo, esta investigación considera que tiene una gran importancia en el desarrollo de habilidades motoras de los estudiantes. Otra área con una nula participación es la de Educación religiosa 0%, lo que lleva a pensar en las formas de cómo hacer evidente y si es el caso o no, de que esta sea necesaria en los procesos interdisciplinarios en las áreas obligatorias de la Ley 115 de 1994. A continuación, se muestra una gráfica con las respuestas de la muestra seleccionada de maestros.

Figura 56.

Áreas del conocimiento que pueden ser interdisciplinarias usando Tinkercad



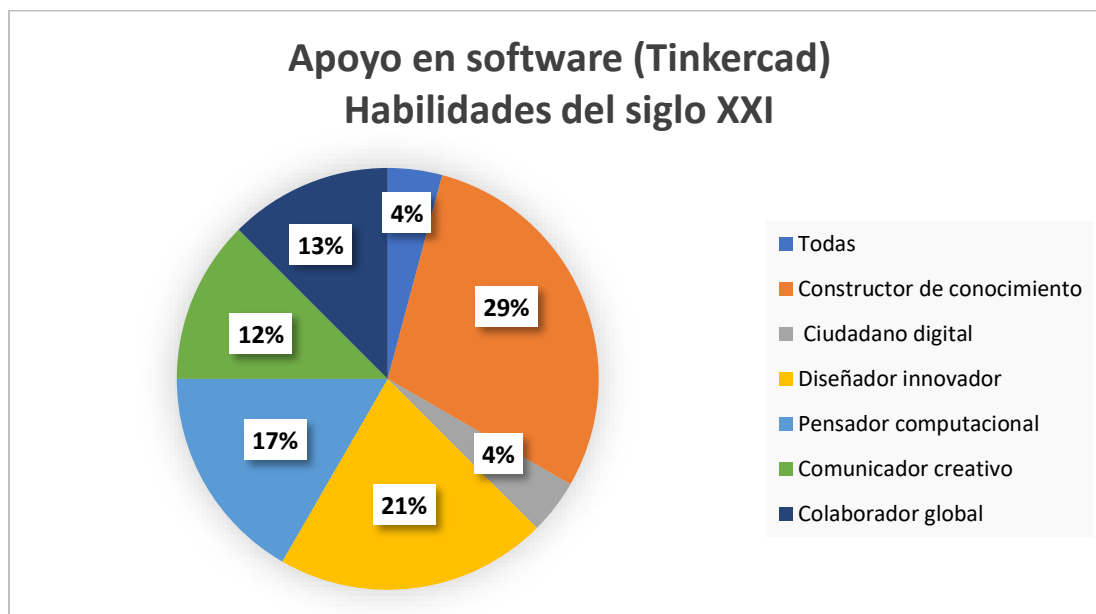
Nota. Áreas del conocimiento que logran un trabajo interdisciplinar a través de la plataforma Tinkercad.

Junto al trabajo interdisciplinar, existe otra potencialidad de la plataforma y es el trabajo que se realiza frente a las habilidades del siglo XXI, esto se debe a la interacción permanente que tiene el usuario con esta (International Society for Technology in Education, 2011). Entre las destrezas más destacadas por los docentes encuestados, se encuentra el estudiante constructor de conocimiento con un 29%, seguido del diseñador innovador con un 21%; más abajo, el pensador computacional (17%) y como el colaborador global con un 13%. En un porcentaje de 12%, el comunicador creativo y finalmente, un estudiante colaborador global con un 4%. De los anteriores datos, se puede interpretar que el impacto de esta tecnología en las habilidades de los estudiantes es amplio. De la misma forma, es curioso que el pensamiento computacional no tenga el primer lugar en los porcentajes, ya que siendo esta una plataforma que permite hacer código y generar estructuras algorítmicas de

programación, no sea visto así por los docentes, como se evidencia en la siguiente gráfica.

Figura 57.

Habilidades del siglo XXI a través de Tinkercad



Nota. Son las habilidades del siglo XXI que potencia la plataforma Tinkercad.

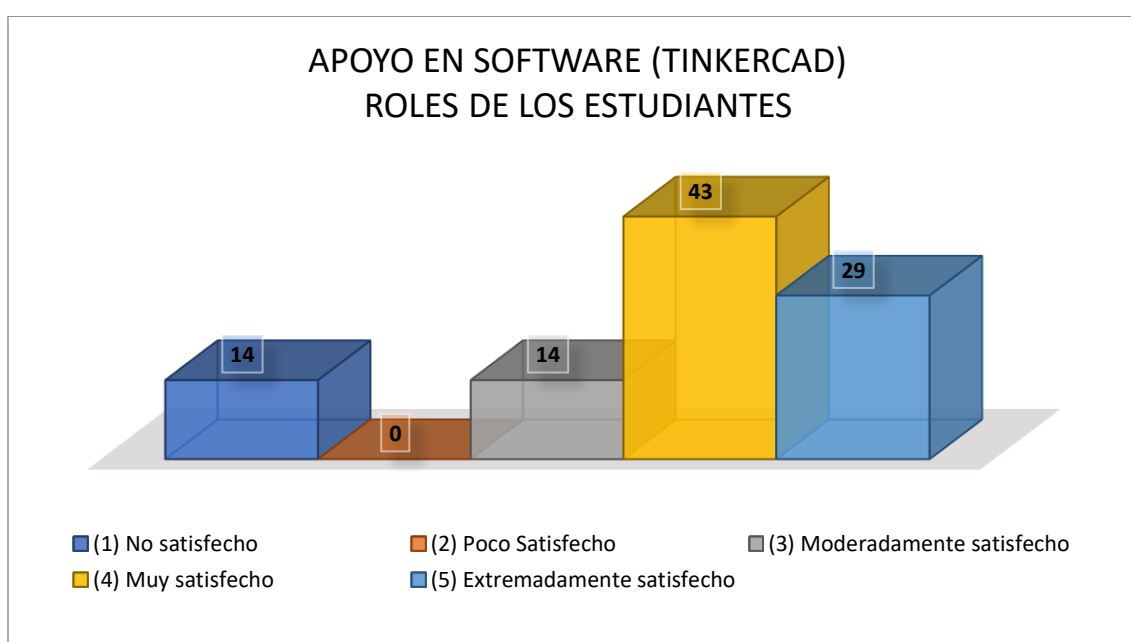
Otra característica importante de la empresa AUTODESK (2022), es la versatilidad para generar diversos roles en el trabajo de los estudiantes (Santana Garriga, 2019). Según las respuestas de los docentes, la tendencia más importante fue la de “muy satisfecho”, que contó con un 43%, seguido de “extremadamente satisfecho”, con un 29%. Esto se puede interpretar en el sentido de que la plataforma aporta en la generación de posibles funciones de los estudiantes, en el proceso educativo.

En estos papeles que desempeñan los partícipes del proceso educativo, podrían estar: 1) ensamblador; 2) programador; 3) diagramador y; 4) coordinador. Sin embargo,

existen algunos docentes que no están tan de acuerdo con que este tipo de plataformas genere roles de trabajo y muestra que en un 14%, “no satisfecho”, se hace evidente que es posible que la plataforma, al ser trabajada de forma individual en los dispositivos de cómputo, podría restringir este tipo de funcionalidades en el aula de clase.

Figura 58.

Potencial de roles de los estudiantes usando Tinkercad



Nota. Desde lo cuantitativo se muestran los roles que se pueden potenciar a través de Tinkercad.

Como reflexión final, para *Tinkercad*, se demuestra que es una herramienta de software muy interesante para los estudiantes y docentes que trabajan con robots en la educación básica y media, que podría desarrollar nuevas propuestas de enseñanza de forma interdisciplinar (Maingain, 2002). Se reconoce que es muy diversa para el diseño y simulación de prototipos robóticos en el metaverso, como lo propone Mujica (2022); sin embargo, se genera el interrogante relacionado con ¿cómo es el paso de la

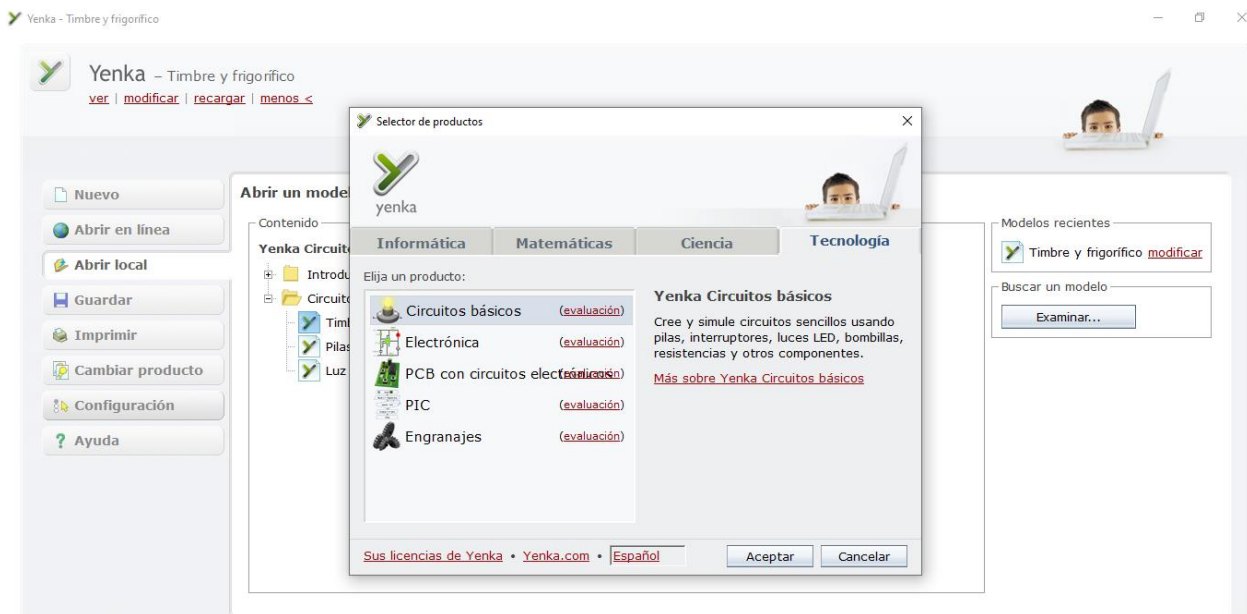
simulación a la realidad?, refiriéndose específicamente a la etapa de prototipado, desde las posturas de Brown (2009), ya que en los espacios de software o virtuales, se facilita la elaboración de este tipo de artefactos tecnológicos; sin embargo, la construcción y puesta a punto de estos modelos de robots, requieren habilidades motrices importantes, que no son tenidas en cuenta en la simulación.

5.2.1.3. Yenka Tecnología

Es un software de los laboratorios YENKA; “permite diseñar circuitos a partir de una amplia selección de componentes electrónicos digitales y analógicos, y convertirlos en PCB para su construcción” (YENKA, 2022, pág. 1). Esta herramienta es muy práctica para realizar montajes eléctricos y electrónicos de forma sencilla; es muy divertido para los estudiantes, por que cuenta con explosiones simuladas cuando queda mal montado, sonidos de fallos, entre otros aspectos llamativos para los jóvenes. A continuación, se muestra una imagen del entorno inicial.

Figura 59.

Entorno Yenka



Nota. Entorno de trabajo de la interfaz Yenka Crocodile Tecnología. (Tomado de: <https://www.yenka.com/es/Downloads/>, 2022).

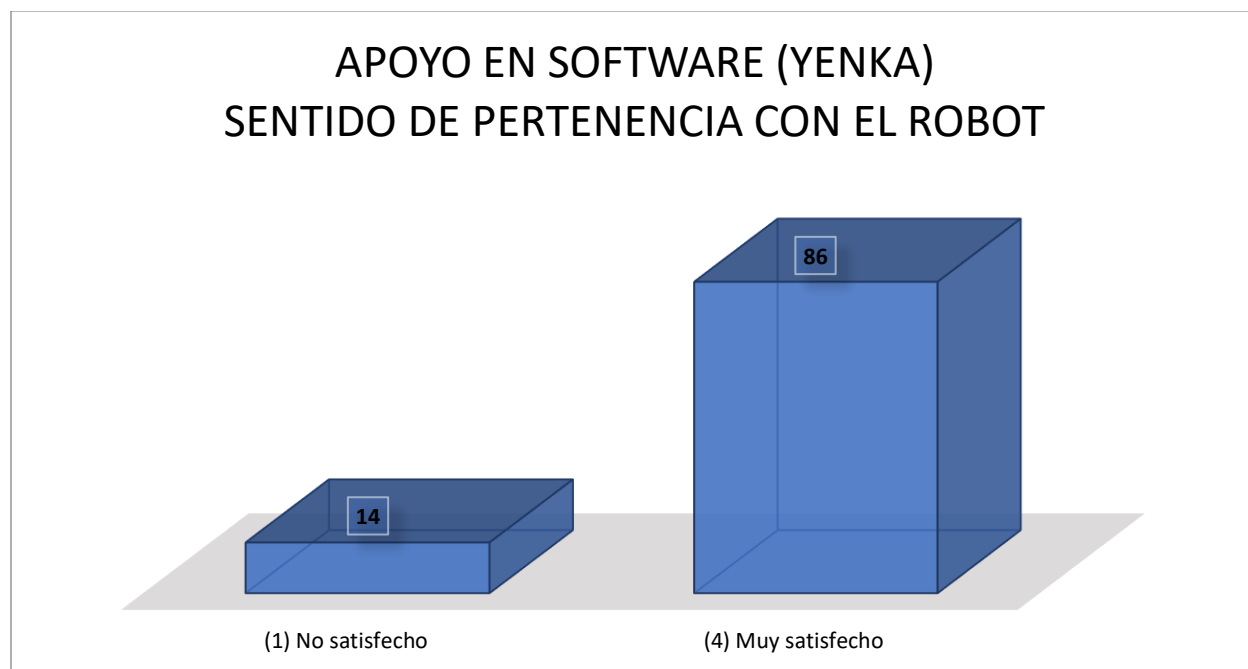
El software dispone de cuatro secciones: 1) circuitos básicos, en los que el usuario puede usar componentes electrónicos digitales y de esta forma, realizar simulaciones divertidas; 2) electrónica, en este segmento se pueden hacer simulaciones, de forma eficiente, con diseños esquemáticos de planos digitales o analógicos; 3) PCB con circuitos electrónicos. Son las tarjetas principales, sobre las cuales están los circuitos; permite visualizarlos de forma tridimensional, generando una sensación muy aproximada a la realidad; 4) PIC (circuitos integrados programables). Son los chips que se hicieron famosos desde los años 80y que permiten hacer inteligente un dispositivo que cuente con electricidad; la ventaja es que, a través de bloques que representan líneas de código complejas, se puede dar funcionalidades diversas al robot; 5) engranajes. En este segmento se cuenta con una serie de

elementos mecánicos que permiten ser controlados con los componentes electrónicos que trae la misma aplicación en la simulación (YENKA, 2022).

Entre las fortalezas de las que dispone el software, se destaca lo divertido que puede ser para los participantes, haciendo que el estudiante sienta una fuerte relación emocional con el prototipo robótico que está diseñando y que ve en cada momento dentro de la plataforma tecnológica (YENKA, 2022). Teniendo en cuenta el instrumento utilizado en la investigación con los maestros de las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá, ellos coincidieron en la pregunta: ¿el material *Crocodrile* permite la apropiación en la elaboración del robot por parte del estudiante (compromiso, responsabilidad, dedicación, etc.)? Cabe destacar que en ese momento se consultó acerca del software *Crocodrile*, a la Consejería de Educación y Cultura de Extremadura (2022), ya que los maestros tienen en su percepción que este es el nombre actual de esta aplicación (*Crocodrile*); sin embargo, desde hace un tiempo, tiene como nombre Yenka (2022). A continuación, se muestra una gráfica que da indicios de la potencialidad de este software, frente a un posible sentido de pertenencia del estudiante y su robot.

Figura 60.

Percepción de los docentes frente al sentido de pertenencia que genera diseñar un robot con Yenka



Nota. Desde lo cuantitativo se muestran el compromiso, sentido de responsabilidad y la dedicación de los estudiantes usando Yenka en el diseño de su robot.

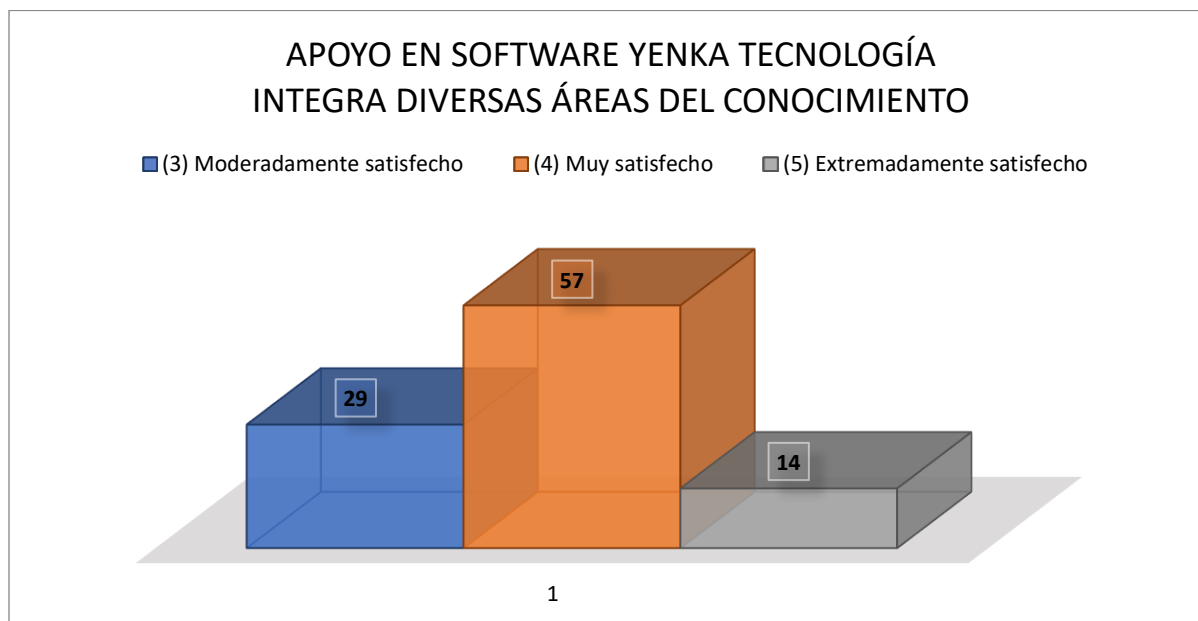
Un posible análisis que se puede hacer de la anterior gráfica, muestra que el 86% de las personas consultadas están muy satisfechas con el sentido de pertenencia que puede generar este software; sin embargo, el 14% considera que no está satisfecho con esta apreciación. Se puede concluir, que la gran mayoría de los encuestados se sienten identificados con la postura, generando lazos emocionales en el trabajo con robots, para que el proceso de aprendizaje sea significativo (Niño Rodríguez, 2008).

Asimismo, estos encuestados muestran que esta plataforma permite la integración de diversas áreas del conocimiento, según Maingain (2002), cuya

percepción del 57% es de estar muy satisfechos, el 29%, moderadamente satisfecho y el 14% extremadamente insatisfecho, como se evidencia en la gráfica.

Figura 61.

Integración de las áreas del conocimiento a través de Yenka



Nota. Estas son las percepciones de los maestros ante la posibilidad de hacer interdisciplinariedad desde Yenka.

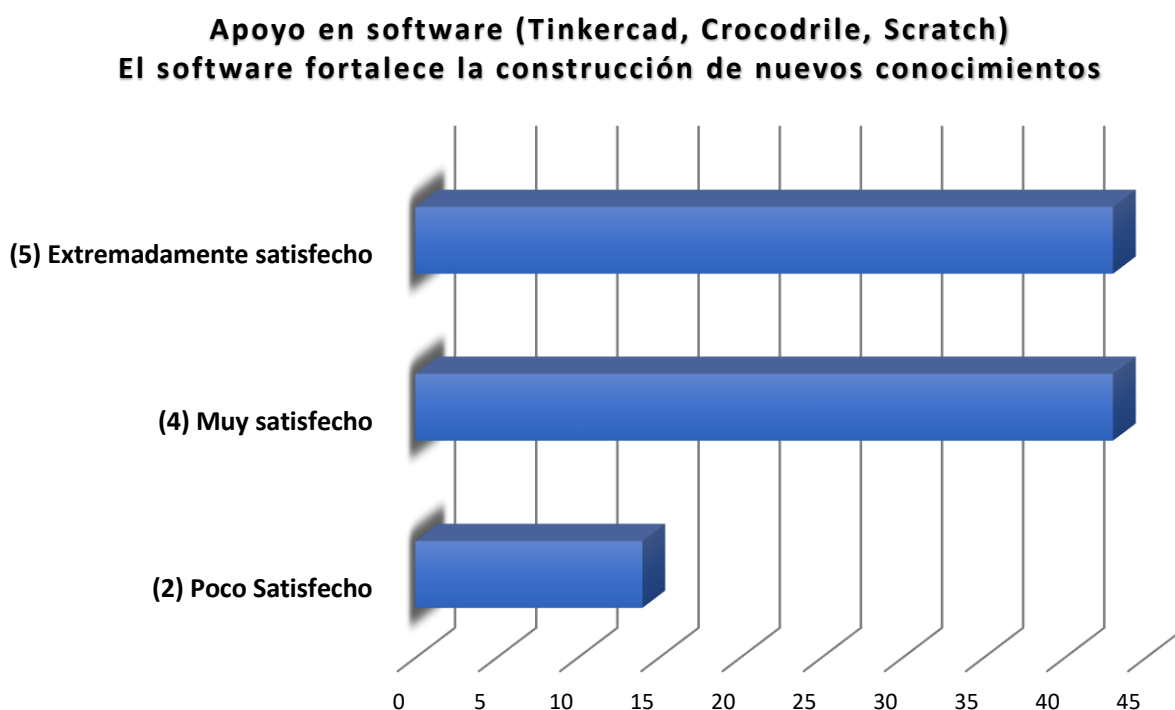
Se puede inferir que al ser una plataforma digital que cuenta con múltiples aplicaciones, es posible integrar, de forma amplia, diversas áreas de conocimiento, buscando dar forma a los prototipos robóticos de simulación, que se proyectan como posibles soluciones a problemas del entorno.

Finalmente, es este el potencial más importante de esta plataforma, desde el punto de vista de los maestros, porque corresponde con el fortalecimiento de nuevos conocimientos para los estudiantes y porque se apropian con facilidad del pensamiento computacional, así como de la capacidad de ser un comunicador innovador desde las posturas de la ISTE (2011), al desarrollar habilidades motrices finas, entre otras. Los

encuestados lo reafirman con el 86%, quienes se sienten muy satisfechos y extremadamente satisfechos con la posibilidad que da este software de construir nuevos conocimientos, como se observa en la siguiente imagen.

Figura 62.

Yenka posibilita la construcción de nuevos conocimientos



Nota. Muestra como Yenka, facilita la construcción de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes.

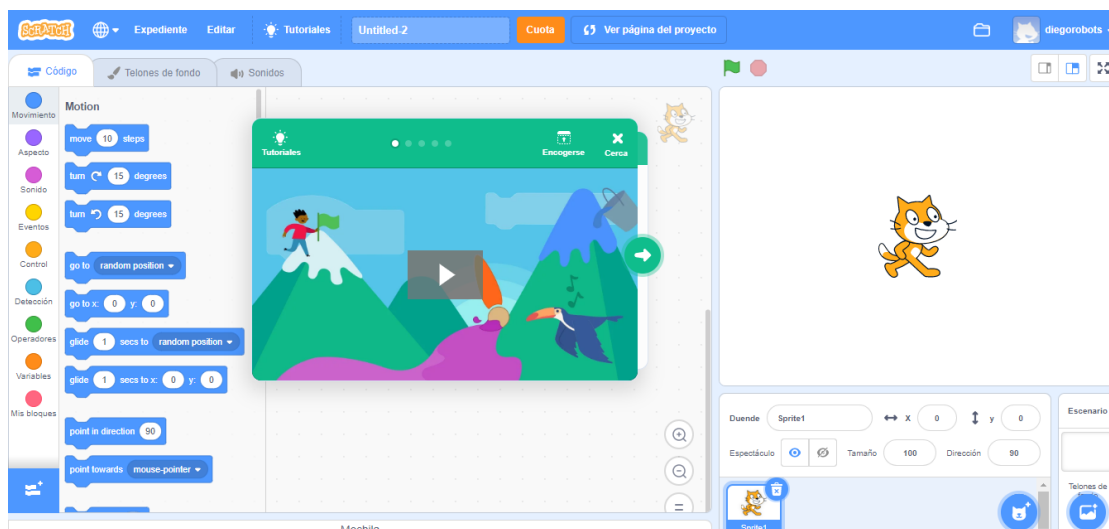
Esta plataforma digital, no solo aporta a los temas de la robótica y a la construcción de circuitos electrónicos, programación y simulación digital; adicionalmente, aporta en aspectos como el pensamiento crítico, pensamiento computacional y en la habilidad de manejar, de forma apropiada, los equipos de cómputo.

5.2.1.4. Scratch

Una de las interfaces de programación más conocidas a nivel mundial es Scratch, que se determina como “la comunidad de programación para niños más grande del mundo, y un lenguaje de programación con una interfaz sencilla que permite a los jóvenes crear historias digitales, juegos y animaciones” (Massachusetts institute of technology, 2022, pág. 1), A continuación, se muestra la interfaz de inicio.

Figura 63.

Entorno base de la plataforma Scratch



Nota. Entorno de trabajo de la interfaz Scratch (Tomado de: <https://scratch.mit.edu/>, 2022).

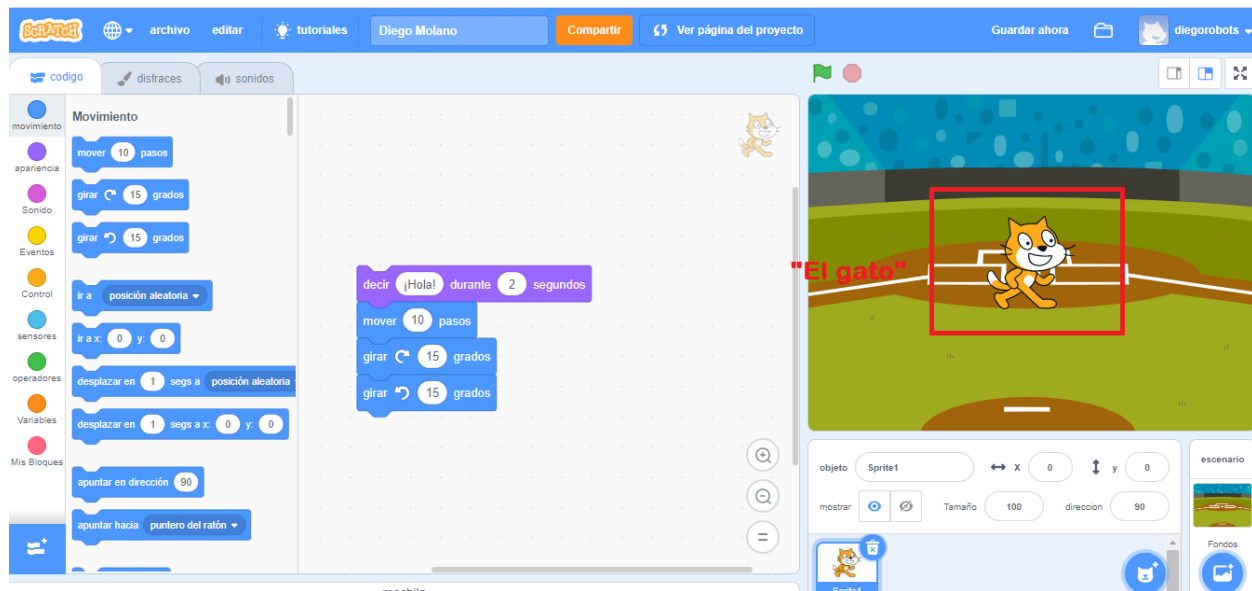
Fue diseñada con el fin de mejorar el pensamiento computacional, en niños y jóvenes de 8 a 16 años, según lo manifestado por el MIT (2022), buscando desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje creativos, generar trabajo colaborativo en los estudiantes y buscando la inclusión de la humanidad en la educación,

La interfaz consta de varios segmentos: 1) barras de menús y herramientas. Sobre este espacio se pueden acceder a los proyectos desarrollados por los

estudiantes, ajustar el idioma de trabajo y guardar y compartir el proyecto con la comunidad Scratch; 2) familias de bloques. Esta es una de las secciones más importantes, porque es en la que se encuentran las fichas en forma de bloques que permiten dar movimiento al gato (animal que es quien se mueve en la simulación), como el protagonista del software. Cuenta con ocho tipos diferentes de fichas de movimiento: apariencia, sonido, lápiz, control, sensores, operadores y variables lógicas; 3) edición de programas, disfraces y sonidos del objeto activo. Sobre esta sección se pueden ajustar los programas, generar disfraces para el “gato” protagonista, así como los sonidos que este emite en los diversos momentos de la simulación; 4) escenario y visualización del programa, en donde se ejecuta el programa y el protagonista de la simulación realiza las acciones elaboradas por los estudiantes; 5) lista de escenario y objetos incluidos en un programa, en donde el gato puede tener diversos espacios decorados según la necesidad de trabajo de los estudiantes (Massachusetts institute of technology, 2022). A continuación, se muestran las partes sobre un proyecto de trabajo muy sencillo, elaborado sobre el software.

Figura 64.

Proyecto de Scratch

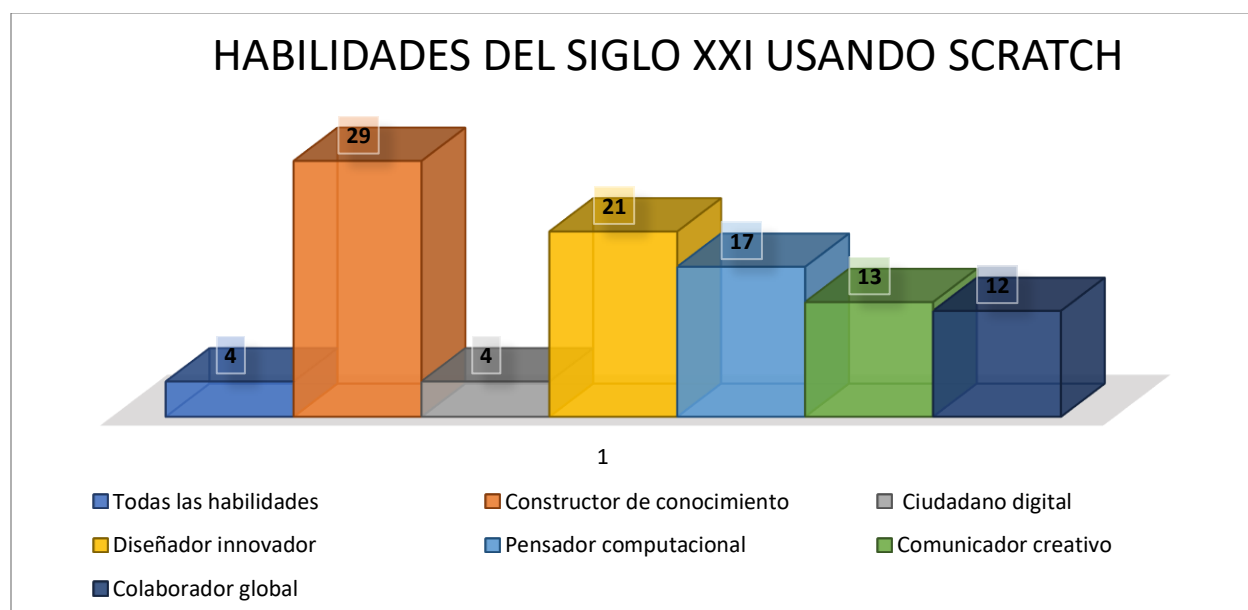


Nota. Proyecto en construcción sobre la interfaz Scratch (Tomado de: <https://scratch.mit.edu/>, 2022).

Entre las potencialidades que tiene este software y teniendo en cuenta las opiniones de los docentes participantes en la investigación, las habilidades del siglo XXI, propuestos por la ISTE (2011), se potencian a través de su uso, especialmente en los niños de la básica primaria. Desde este punto de vista, la característica más destacada fue la de constructor de conocimientos con un 29%, seguida de diseñador innovador con un 21%. En un tercer lugar está el pensamiento computacional con un 17%, casi al mismo nivel comunicador creativo (13%) y comunicador digital (12%). Asimismo, algunos de los docentes en un bajo porcentaje, opinaron que potencia cada una de las siete habilidades plateadas por la ISTE, como se puede observar en el siguiente gráfico.

Figura 65.

Habilidades del siglo XXI que pueden potenciarse a través de la plataforma Scratch



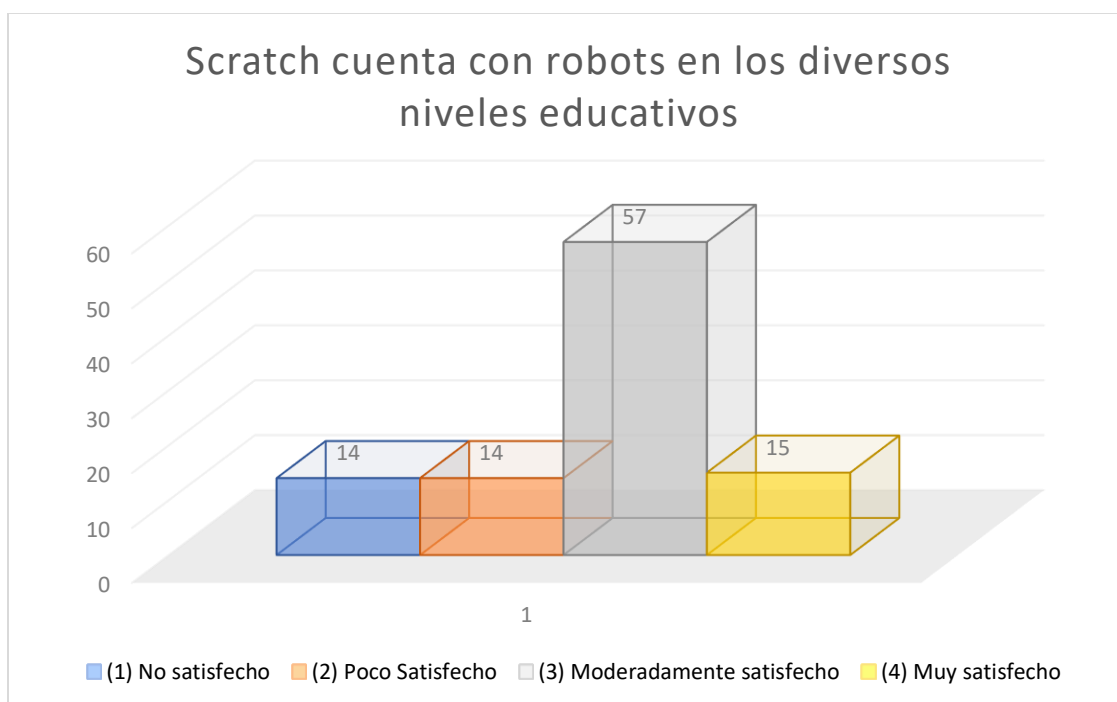
Nota. Son las habilidades del siglo XXI (2011), que pueden potenciarse a través del uso de Scratch.

Estas percepciones muestran que, sin duda, es posible trabajar en el aula de clase cada una de estas habilidades y que por la gran cantidad de opciones y herramientas que tiene *Scratch*, los estudiantes se sienten a gusto con ella (Massachusetts institute of technology, 2022).

Asimismo, se observa que *Scratch*, cuenta con pocos robots por nivel educativo y que existen diversas simulaciones, pero ninguna de ellas enfocada a los diversos niveles de la educación básica y media. Existe una tendencia hacia el centro, porque el 57% manifiestan que están moderadamente satisfechos con el software, mientras el 28% afirman estar poco satisfechos o no satisfechos. Se puede deducir que no están completamente satisfechos con este ítem, como se observa en la siguiente gráfica.

Figura 66.

Robots educativos por nivel educativo en la plataforma Scratch



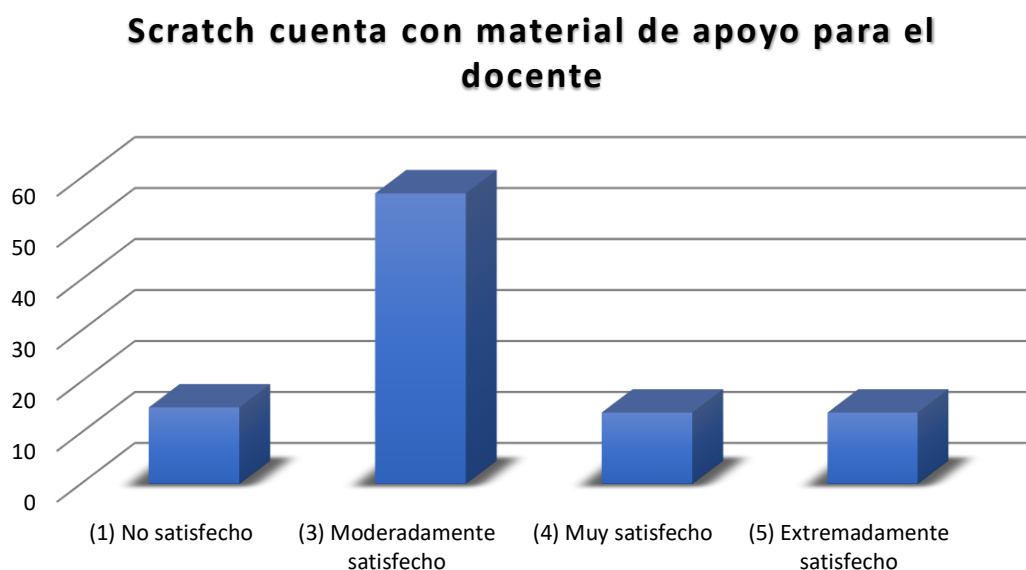
Nota. Nota. Es la muestra de los robots por nivel educativo que tiene Scratch.

Es claro que los docentes perciben que la plataforma debe contar con diversos niveles, no solo de las simulaciones, sino de los grados escolares. Lo anterior podría facilitarles el trabajo día a día, para el caso colombiano que cuentan con diversos grados de escolaridad, desde el grado cero, hasta el grado undécimo, en la educación básica y media.

Otro aspecto por destacar, es el apoyo curricular, didáctico o pedagógico que se tiene en la plataforma para los docentes. Estos, manifiestan que es muy justo y así se evidencia en el instrumento cuya tendencia es de 3, moderadamente satisfecho, inclusive con el ítem de 1, no satisfecho. En la misma línea, las calificaciones de 4, muy satisfecho y 5, extremadamente satisfecho son muy bajas.

Figura 67.

Material de apoyo educacional que tiene Scratch para el maestro



Nota. Material curricular, pedagógico o didáctico como apoyo para el docente en Scratch.

También se observan varios ejemplos, que permiten que los estudiantes realicen pasos instruccionales, los que, ellos pueden replicar en el software, pero en cada uno de estos programas no se encuentran posibles intencionalidades para el campo educativo. Se puede interpretar que no existe un material fuerte en estos aspectos de las ciencias de la educación para los participantes.

Como aspecto final, cabe destacar que al igual que el *Tinkercad*, de la empresa Autodesk (2022) y el Yenka (2022), los docentes lo perciben como una plataforma de robótica; sin embargo, desde la definición de un robot, hecha por José Ramón López Portillo (2018), lo presenta como un artefacto que cuenta con elementos electrónicos, mecánicos y de sistemas de información, pero no cumpliría con este requisito. Probablemente cumpla con las expectativas de la construcción simulada, perdiéndose

la experiencia de tenerlo de forma tangible, siendo una debilidad de estas plataformas según se puede analizar.

5.1.2.5. Materiales de bajo costo y reutilizables

Para la investigación, este tipo de recurso tiene una importancia relevante, debido a que en las instituciones públicas de educación básica y media de la ciudad de Bogotá y en Colombia, no es posible solicitar materiales a los estudiantes, así aparece en forma literal en el Decreto 4807 de diciembre del 2019 (Ministerio de Educación Nacional, 2011), en el artículo 1, parágrafo 2:

Los estudiantes atendidos mediante la contratación de la prestación del servicio educativo, en cualquiera de sus modalidades contractuales, no se encuentran incluidos en la asignación de recursos de gratuidad de que trata el presente decreto, pues dichos recursos se incluyen en el valor pagado al prestador del servicio por la atención educativa de estos estudiantes. En consecuencia, el prestador del servicio educativo contratado no podrá realizar cobros a la población atendida por conceptos de derechos académicos, servicios complementarios, o por alguno de los componentes de la canasta educativa ofrecida o cualquier otro concepto. (Art. 1)

Esta restricción lleva a los docentes de las instituciones públicas de educación básica y media a quedar restringidos para la solicitud de materiales a los estudiantes. Estos elementos los debe proveer el Gobierno nacional a través de los presupuestos que le asigna a cada institución educativa. El rubro de gastos de funcionamiento está

relacionado con los procesos que impiden que el colegio se deteriore, incluyendo el mantenimiento de la plata física, servicios públicos, insumos y suministros, entre otros. Asimismo, los gastos de inversión se relacionan con los materiales para cada uno de los proyectos. Para el Ministerio de Educación Nacional (2011), este aspecto es clave, porque el trabajo con la tecnología robótica puede convertirse en un proceso excluyente, debido a que impide que por los altos costos de los kits comerciales, los estudiantes no puedan acceder a esta herramienta poderosa, capaz de generar procesos interdisciplinarios en la educación (Maingain, 2002). Esta es la razón por la cual los materiales de bajo costo y reutilizables, se vuelven una herramienta importante para el segmento poblacional de la educación pública, como un elemento diferenciador en el aula de clase. Así se evidencia en la iniciativa *Computadores para educar*, impulsado por el Gobierno de Colombia (2022):

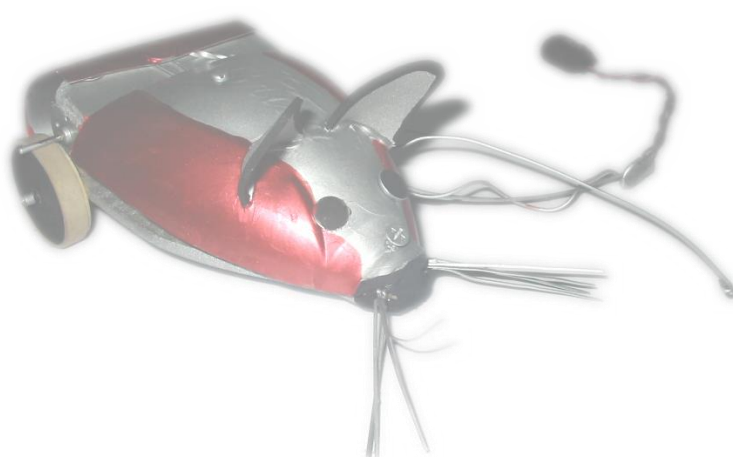
La innovación educativa, mediante el acceso, uso y apropiación de la tecnología en las sedes educativas del país. Asimismo, a través del componente de sostenibilidad ambiental gestionamos los residuos electrónicos y los reutilizamos en proyectos de robótica educativa. Nuestro Consejo Directivo está integrado por los Ministerios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Educación Nacional y el SENA. (p.1)

Como parte de esta filosofía, esta investigación propone usar materiales de fácil consecución como cartón, trozos de madera, materiales de caucho no utilizados, entre otros, para la construcción de la estructura mecánica de un prototipo robot. Asimismo, los residuos electrónicos, como motores, sensores y componentes básicos eléctricos

de artefactos que ya no funcionan en los entornos de los estudiantes, para construir los componentes electrónicos del prototipo. Finalmente, para la programación de estos dispositivos, es posible usar los equipos de cómputo con los que cuentan las instituciones educativas, ya sean computadores de escritorio, *laptops* o tabletas. En caso de que los colegios no cuenten con estos dispositivos, es posible usar *smartphone* de cada uno de los estudiantes. A continuación, se muestra un gráfico de un prototipo de robot móvil hecho con materiales de fácil consecución de su estructura mecánica.

Figura 68.

Estructura de prototipo robótico hecho con materiales de fácil consecución y reutilizables



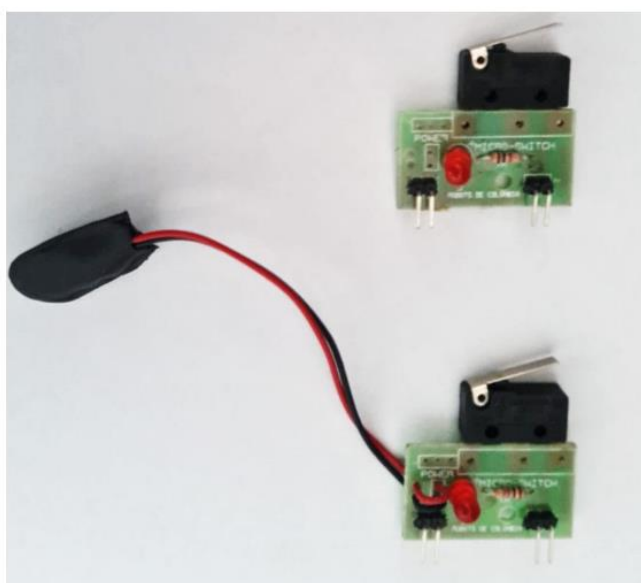
Nota. Proyecto piloto de la propuesta didáctica en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.

En este prototipo hecho con materiales sencillos, se usó electrónica básica que incluye resistores eléctricos, un sensor mecánico (microswitch), un indicador de voltaje o bombillo (diodo LED), dos motores eléctricos, un broche pila y unos conectores (cables), así como una tarjeta de control. A continuación, se muestran los elementos de un valor económico bajo y que se obtuvieron de artefactos averiados que los

estudiantes tenían en su casa y de la dotación que brinda el Gobierno nacional a las instituciones educativas públicas.

Figura 69.

Circuito elaborado para prototipo robot de apoyo



Nota. Circuito electrónico diseñado para implementar esta propuesta didáctica en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá.

De la misma manera, el uso de diversas plataformas de programación que son de libre uso en los procesos educativos, permiten programar las estructuras elaboradas con materiales de fácil consecución y/o reciclados, como Arduino (2022), *Yenka* (2022), Microbit, de la empresa Microsoft (2022), *Scratch*, del MIT (2022), o *Tinkercad*, de la compañía Autodesk (2022). En ocasiones es importante no solo programar las rutinas de robot, sino potenciar el pensamiento computacional de los estudiantes a través de este ejercicio de construcción de conocimiento (ISTE, 2011).

Para finalizar esta sección, se quiere destacar la valentía y dedicación que tienen los docentes que trabajan con robots elaborados con materiales de fácil

consecución, porque en las instituciones educativas, la gran cantidad de estudiantes que se manejan por aula de clase es de 40, aproximadamente, y esto complica el trabajo con este tipo de herramientas, ya que la diversidad de elementos que traen los niños y niñas es generoso y, generalmente, hay que adecuar cada uno de estos materiales, por estudiantes o por pequeños grupos en el salón. Lo anterior, hace que el docente tenga un trabajo y una presión adicional, para tratar de elaborar el dispositivo propuesto y así impulsar a los estudiantes en la clase e intentar lograr que todos estén motivados, permitiendo que todos los prototipos funcionen.

Para la investigación, este capítulo aportó elementos claves de los elementos fundamentales que debe tener la propuesta didáctica; asimismo, las posibilidades de generar interdisciplinariedad con el uso de los robots en el aula de clase y el gran potencial de generar trabajo cooperativo en los estudiantes con el uso de unos roles para ellos. Incluido a lo anterior, se detectaron y estudiaron las tendencias de enseñanza de las empresas, junto con sus respectivos referentes epistemológicos.

En el siguiente capítulo se abordarán los aspectos integrales que puede tener un trabajo con robots en las escuelas públicas, en los procesos de enseñanza y los diversos puntos de vista de expertos, docentes, estudiantes y empresarios, frente al tema de la didáctica en el uso de tecnologías 4.0.

VI. LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y SUS IMPLICACIONES EN LA ENSEÑANZA

Como se ha venido desarrollando durante esta investigación, se ha ido desglosando la problemática enfocada a la educación con robots en la básica y la media en Colombia; posteriormente, se determinaron las teorías epistemológicas que están inmersas en este camino; asimismo, se está diseñando una propuesta didáctica que permita aportar a los procesos de enseñanza, que se espera se vea reflejada en el aprendizaje de los estudiantes de la escuela pública nacional.

Este segmento se ha enfocado en analizar los aportes didácticos de la robótica educativa, vista como interdisciplina para la educación media, como parte de los objetivos de esta investigación y que se describe de forma detallada en el capítulo número tres, correspondiente al marco metodológico. Se realizó un trabajo con la muestra seleccionada, que incluye noventa y cinco maestros de educación básica y media de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá, que han trabajado por más de dos años con robots en sus áreas de desempeño; diez investigadores destacados en los temas de Robótica en educación, Currículo, Pedagogía y Didáctica, nacionales e internacionales en diversos niveles educativos; 260 estudiantes destacados en los procesos de robótica en las instituciones públicas de la ciudad de Bogotá y finalmente, tres empresarios que se dedican al diseño, producción y distribución de material didáctico en robótica, que son proveedores de los colegios públicos de la capital colombiana.

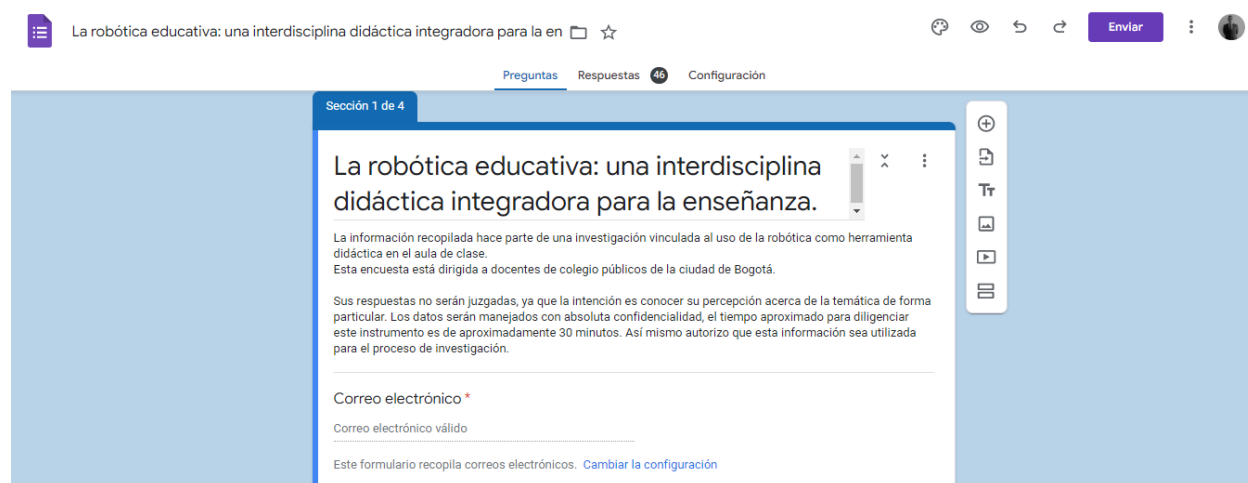
Para cada uno de estos cuatro actores de esta investigación. se diseñaron instrumentos que permitieron recopilar información relevante, que brindó aportes clave

a la hora del diseño de la propuesta didáctica que se presentará en el capítulo siete. Asimismo, se diseñaron dos tipos de instrumentos para recopilar la información. El primero de ellos una encuesta, que se realizó de forma remota, a través de la plataforma *Google* formularios. A continuación, se muestra el enlace y una imagen que permite evidenciar el instrumento diseñado para los docentes y su posibilidad de llenado.

Enlace a encuesta para maestros

Figura 70.

Encuesta para los docentes de colegios públicos



La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza.

La información recopilada hace parte de una investigación vinculada al uso de la robótica como herramienta didáctica en el aula de clase. Esta encuesta está dirigida a docentes de colegio públicos de la ciudad de Bogotá.

Sus respuestas no serán juzgadas, ya que la intención es conocer su percepción acerca de la temática de forma particular. Los datos serán manejados con absoluta confidencialidad, el tiempo aproximado para diligenciar este instrumento es de aproximadamente 30 minutos. Así mismo autorizo que esta información sea utilizada para el proceso de investigación.

Correo electrónico *

Correo electrónico válido

Este formulario recopila correos electrónicos. [Cambiar la configuración](#)

Nota. Información de los docentes de escuelas públicas que trabajan con robots en el aula de clase.

El segundo de estos instrumentos es una entrevista semiestructurada que permitió. a través de la plataforma *Microsoft Teams*, tener un contacto cercano con cada uno de los participantes, especialmente con los diez expertos seleccionados para este proceso. En la siguiente imagen, se muestra la entrevista con la directora del Departamento de Formación de la Pontificia Universidad Javeriana (2022), Mónica Ilanda Brijaldo.

Figura 71.

Entrevista Mónica Brijaldo. Investigadora experta en procesos de Educación con Tecnologías emergentes



Nota. Entrevista a la Directora del Departamento de Formación de la Pontificia Universidad Javeriana.

Los dos instrumentos, se enfocaron en obtener información relevante acerca de cuatro temáticas. La primera de ellas, enfocada a los aspectos generales demográficos de los entrevistados; la segunda, relacionada con las percepciones y prácticas de la robótica en el aula. La tercera, vinculada con la robótica y sus implicaciones interdisciplinarias y, finalmente, los aspectos didácticos de la robótica. A continuación, se hará una descripción detallada de los hallazgos en cada una de estas cuatro secciones.

6.1. Aspectos generales demográficos

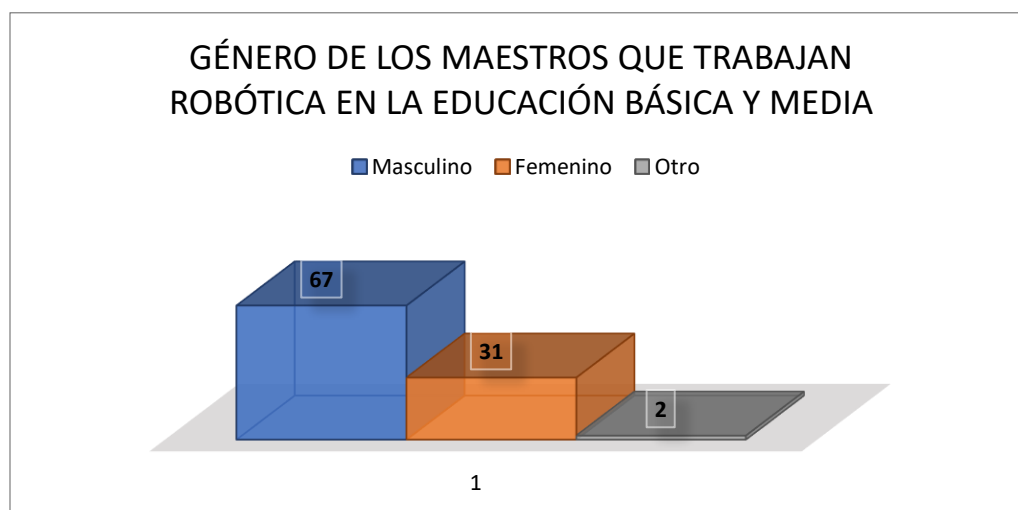
En esta sección se identifican aspectos generales demográficos de los participantes; uno de ellos, relacionado con el género, formación académica, tiempo de

trabajo relacionado con robots en la educación, así como el tiempo de trabajo con esta tecnología en los ciclos educativos de básica y media.

En el caso de los docentes, permite identificar el género de estos, así como el tiempo que ha estado desarrollando estrategias con robots en el aula de clase. Con respecto al primer ítem, se destaca que los hombres con un 67%, mostrando una tendencia diferencial importante, con respecto a las mujeres, con 31% y el género otro (2%). Así se evidencia, en la siguiente gráfica.

Figura 72.

Genero de los profesionales que trabajan robótica en la educación básica y media



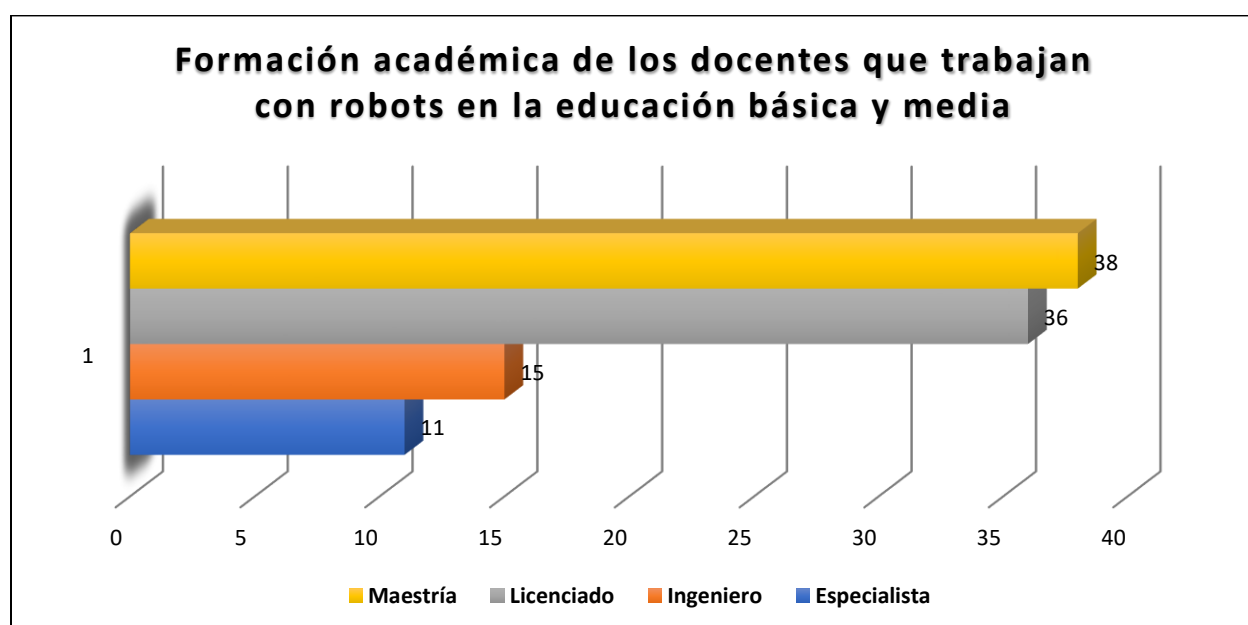
Nota. Genero de los profesores que usan los robots en los procesos de enseñanza en los colegios públicos.

Esta información permite hacer análisis emergentes acerca de la importancia de difundir y formar maestros, sin importar el género, en el uso de estas tecnologías exponenciales en los procesos de enseñanza de los niños y jóvenes colombianos. En esta misma línea, el poder fortalecer e incentivar a las mujeres a formarse como maestras en temas relacionados con la robótica en la educación básica y media estatal.

Otro aspecto que es medido a través de estos instrumentos, es la formación académica de los profesionales que ejercen en los colegios públicos y que usan los robots como parte de sus materiales didácticos. La información analizada muestra un panorama muy positivo, porque en un alto porcentaje, cuentan con estudios de maestría (38%), otros con pregrado de Licenciado (36%), con carreras profesionales de ingeniería (15%), y algunos especialistas (11%). Como se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 73.

Niveles de formación de los docentes que usan robots en la educación básica y media



Nota. Niveles académicos de los docentes que usan robots en los colegios públicos.

En la anterior gráfica se evidencia el nivel de formación de los docentes en la educación básica y media, que se ve reflejada en la calidad de los procesos educativos que se llevan a cabo en la ciudad. En los últimos años, el Ministerio de Educación Nacional y especialmente la Secretaría de Educación de Bogotá, han empezado a invertir recursos económicos y humanos para mejorar los niveles investigativos de

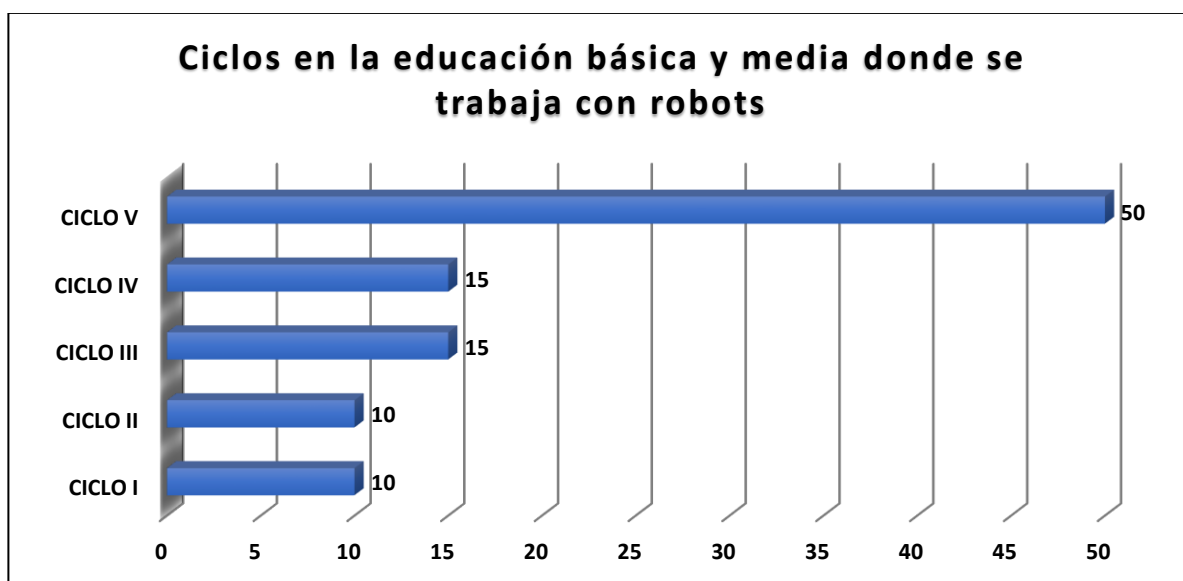
estos profesionales (Secretaría de Educación de Bogotá, 2022). Por mencionar un caso particular, esta tesis tiene el respaldo económico de la S.E.D., a través del programa Fondo de formación avanzada para docentes.

Otro aspecto relevante refleja, por un lado, que los docentes que participaron de la muestra, han trabajado con robots en la escuela por más de dos años (98%), encontrando maestros con una amplia experiencia de hasta 18 años en el uso de la tecnología, lo que determina que dentro del mismo cuerpo docente, se cuenta con expertos en el tema. Lo anterior, demuestra que en los espacios públicos de la ciudad, existen micro - investigaciones que, de ser posible, deben salir a la comunidad académica, con el fin de evidenciar el trabajo maravilloso de cada uno de ellos, que han dedicado su vida a formar las nuevas generaciones con este tipo de tecnología tan innovadora.

Otro elemento que aportó el instrumento, está vinculado con los ciclos de educación básica y media en los que se trabaja con robots. Se evidencia que donde más profundización existe es en el ciclo cinco (50%), seguido de los ciclos cuatro y tres (15%), y en porcentaje inferior (10%), en los ciclos uno y dos. En la siguiente ilustración, se muestra que casi supera por un amplio margen, los trabajos en décimo y undécimo, a los demás cursos de la educación básica y media.

Figura 74.

Ciclos de la educación colombiana donde se trabajan robots en el aula de clase



Nota. Ciclos de la educación colombiana donde se implementan robots

Estos resultados muestran que el trabajo con robots en los cursos superiores del colegio es mucho más amplio, que con los niños de las primeras edades. Asimismo, permiten evidenciar que es necesario desarrollar diversas propuestas curriculares en los ciclos, por medio de apoyos pedagógicos y didácticos que fortalezcan este trabajo en los ciclos inferiores (I, II, III y IV), porque se nota el trabajo reducido, por las razones que correspondan, frente a los estudiantes más grandes de la educación media.

Para finalizar este segmento, es importante mostrar que estos aspectos demográficos, permiten identificar elementos emergentes, que pueden brindar algunas miradas para el estudio y que pueden servir como referentes para investigaciones posteriores que se enfoquen en el trabajo que se hace en las instituciones públicas de la ciudad, usando robots y sus fortalezas didácticas para la construcción de conocimientos de los estudiantes de las escuelas públicas de la ciudad.

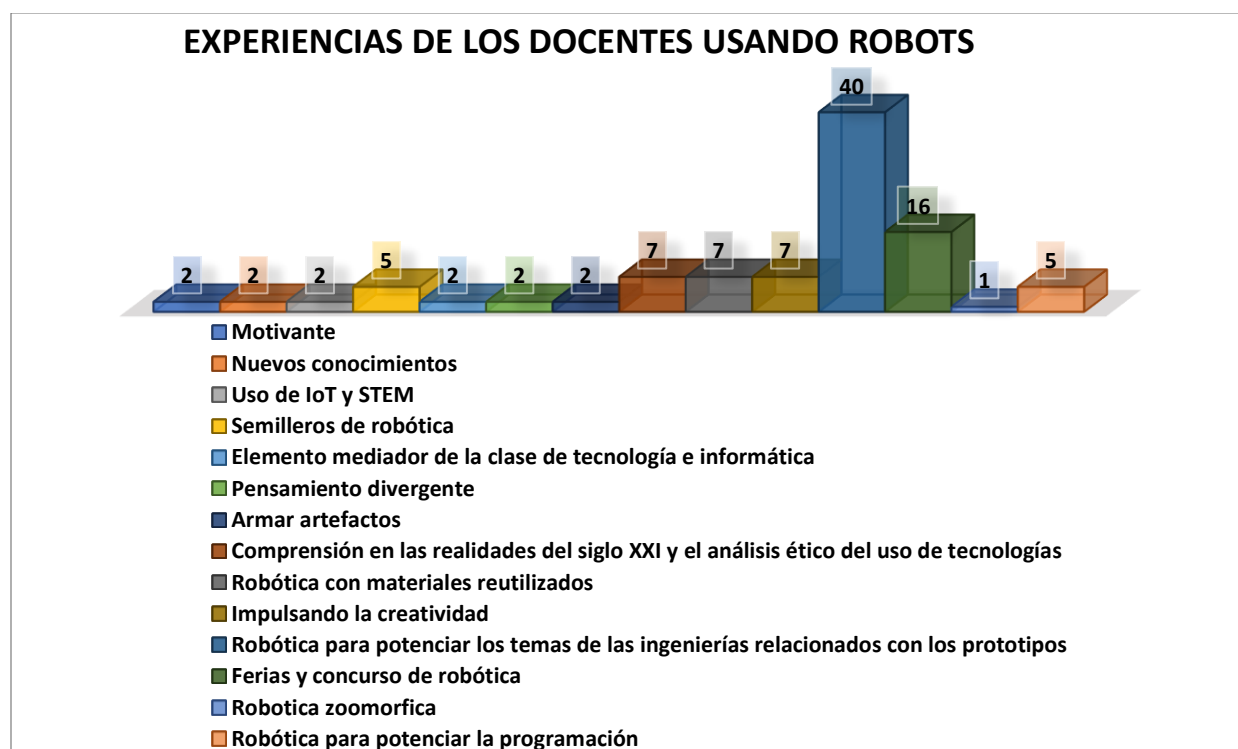
6.2. Percepciones y prácticas relacionadas con la robótica en el aula

En esta sección, se pondrán a consideración los aspectos relacionados con el contexto del trabajo que se realiza con los robots en el aula de clase. Aquí, las experiencias de los maestros, expertos, empresarios y estudiantes son muy valiosas en la construcción posterior de la propuesta didáctica, eje central de esta investigación. Asimismo, se recogen las intencionalidades del uso de esta tecnología en el aula de clase, y las transformaciones que ha tenido con el uso de esta tecnología, visto desde las ópticas de los partícipes de la muestra.

Iniciando el recorrido de estos escenarios, se revisan las experiencias de los docentes que han usado robots en sus prácticas en el aula de clase en los colegios de la ciudad de Bogotá; se destaca que participaron 80 Instituciones Educativas Distritales, donde en cada una de ellas, se cuenta con diversos enfoques en los Proyectos Educativos Institucionales. A continuación, se muestra una imagen, que marca las principales tendencias de los maestros en esta línea.

Figura 75.

Experiencias de los docentes con robots en el aula



Nota. Usos que se le da a la robótica por los maestros de las escuelas públicas de la ciudad.

Desde estas respuestas, la robótica ha sido usada por los docentes en un alto porcentaje (40%), para potenciar el aprendizaje de los temas vinculados con las Ingenierías, que están inmersas en los prototipos. Esta tendencia puede mostrar que los maestros que usan esta tecnología, se han centrado más en aprovechar el robot para mejorar la construcción de los conocimientos de los estudiantes en los temas de tecnología, en sí misma, aprovechar la robótica como disciplina ingenieril, como lo manifiesta Fourez (2015), y no como una interdisciplina que puede acercar a diversas áreas institucionales a trabajar, de manera conjunta, posiblemente desperdiciando esta bondad que tiene la robótica (Maingain, 2002).

Otro aspecto importante, que se obtuvo de este análisis, está relacionado con los concursos de robótica (16%), en los que se identifica que los robots, en algunas instituciones educativas, se han convertido en la posibilidad de mostrar al interior y exterior del colegio, las actividades que se realizan y que permite a los estudiantes ampliar sus conocimientos y en general, a tener contacto con otras personas fuera del entorno educativo, lo que en realidad es pertinente para la formación integral. Por otro lado, puede convertirse en una forma de solo comercializar o promocionar empresas de material didáctico, entidades gubernamentales y/o privadas, que brindan dotaciones de material de robótica. Según lo conversado con algunos de los docentes, en algunos casos, ya se trabaja más en el aula con estos fines comerciales, que permiten visibilizar su propio trabajo en este tipo de eventos, que en el aprovechar los robots para la motivación necesaria con el fin de potenciar la construcción de nuevos conocimientos en los jóvenes.

En el siguiente escalón, con un 7%, se encuentran, por un lado, el uso, diseño y construcción de la robótica con materiales reutilizados, que es una alternativa muy vigente en los colegios de la ciudad, teniendo en cuenta los aspectos de la gratuidad educativa, que impide a los funcionarios estatales solicitar materiales a los estudiantes. Por otro lado, se busca impulsar la creatividad de los participantes, a través de la robótica, como una de las habilidades más importantes de la actualidad, según la ISTE (2011).

Asimismo, la comprensión de las realidades del siglo XXI, por parte de los jóvenes, vinculado a un análisis ético del uso de tecnologías, descubre un aspecto

emergente para esta investigación, que puede aportar en la comprensión de estos de la ética de la robótica o *roboética*, como lo manifiesta Lin (2012):

En la actualidad, el término roboética posee 3 significados. Por un lado, sirve para hacer referencia a la ética profesional de los robóticos; por otro, para referirse al código moral que puede ser introducido en el robot y por último, al código moral creado por el propio robot. (p.36)

Este concepto de roboética es muy interesante, porque no solo es ver las potencialidades tecnológicas, curriculares, pedagógica y didácticas de esta tecnología, sino que, además, es el poder vincular en la formación del estudiante, estos aspectos éticos y morales. Los sujetos actuales, sin duda, deben tener esta capacidad de interpretar las condiciones de la tecnología, así como las relaciones con la sociedad, el medio ambiente, la educación y la economía.

En un escalón inferior y que corresponde al 5% de las respuestas, se encuentra el trabajo que realizan los docentes en su propia jornada o en la contraria, con semilleros de robótica en sus instituciones educativas. Así también, permite potenciar la programación en los participantes de estos procesos educativos, como una de las habilidades más destacadas que han de tener las personas en el siglo XXI (International Society for Technology in Education, 2011). En este camino, los semilleros de investigación son de gran importancia porque fortalecen las dinámicas educativas en de la institución, permitiendo sistematizar estas experiencias, dar visibilidad a los estudiantes frente a sus familias, la comunidad y frente a las diversas

instituciones gubernamentales, como el Ministerio de Educación Nacional y la Secretaría de Educación de Bogotá. En el aspecto vinculado al fortalecimiento del pensamiento computacional de los estudiantes, la robótica fortalece funciones importantes a la hora de elaborar software para comprender la sintaxis, el comportamiento del programa y desarrollar pensamiento algorítmico, clave en la integralidad tecnológica de los participantes.

Desde otro punto de vista, las respuestas obtuvieron un porcentaje muy bajo (2%), sobre aspectos que tiene la robótica. Por un lado, la creación de nuevos conocimientos, a través de las diversas áreas del conocimiento que están inmersas en la Ingeniería y en la Educación. Por otro lado, permitir que se trabaje con otras tecnologías como el *IoT*, o Internet de las Cosas, genera una gran expectativa a la hora de hacer proyectos mucho más amplios con la robótica y que requieren de otros campos de conocimiento para ser implementados (Lopez, 2018). Asimismo, el potencial que se tiene con la tecnología en la construcción de pensamiento divergente, que ayuda a los estudiantes a tener un panorama general y contextualizado de posibles soluciones con la tecnología y recursos que tiene a la mano (Harumi Pinillos Benites, 2021).

Otro elemento clave que se obtiene de la entrevista, es la posibilidad que brinda la robótica para ser un mediador entre el docente y el estudiante en las clases de tecnología e informática. Junto a lo anterior, se demuestra que, por medio de estos artefactos, se puede armar otros artefactos que hacen que el aprendizaje sea constructorista, como lo plantea Ruiz (2012). Otro aspecto relevante, es que estos prototipos pueden ser muy motivantes para los estudiantes, porque son

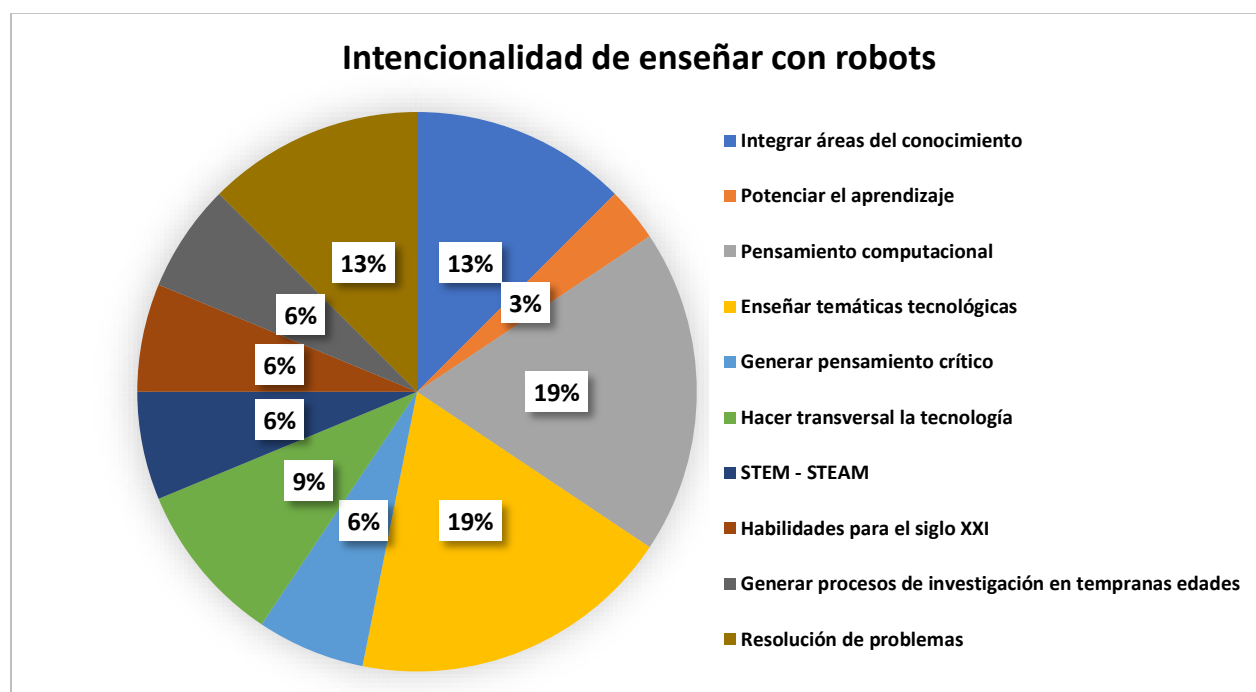
personalizables, generando un alto sentido de pertenencia y haciendo que estos aprendizajes sean muy importantes para ellos.

Para finalizar este segmento, en las experiencias del uso de robots en la educación básica y media, los docentes en los colegios públicos de la ciudad, usan los robots en el aula de clase. Todo este potencial y trabajo relacionado con el tema de la robótica, es necesario que sea más divulgado; se pensaría en la posibilidad de agrupar todas estas experiencias para construir diversos documentos con una fuerte visibilidad para la comunidad colombiana.

Pasando a otro asunto relevante, vinculado con la intencionalidad que se tiene de usar diversas estrategias de enseñanza con robots en el aula de clase, los expertos manifestaron que se enfoca, especialmente, en los aspectos, que se muestran en la siguiente gráfica.

Figura 76.

Intencionalidades de usar robots como estrategia de enseñanza



Nota. Perspectiva de los expertos en la intencionalidad de usar robots en el aula de clase.

Para estas personas, con una amplia experiencia en la educación en tecnología, enfocada a la robótica y las tecnologías emergentes, se determinaron nueve tendencias importantes, en la forma como se describen a continuación: 1) integra diversas áreas del conocimiento al trabajo didáctico de los robots; 2) permite potenciar el aprendizaje de los estudiantes en la educación básica y media; 3) logra generar pensamiento computacional en los estudiantes según la ISTE (2011), y fomenta el trabajo de temáticas relacionadas con las ingenierías en la tecnología; 4) construye pensamiento crítico en los participantes; 5) logra transversalidad en los procesos educativos; 6) aporta a la construcción de ambientes STEM, de acuerdo con las posturas de Botero (2018) y STEAM, bajo los lineamientos de Ortiz (2019); 7) incentiva

en los participantes las habilidades del siglo XXI; 8) activa los procesos investigativos de la institución educativa y, 9) permite la resolución de problemas del entorno a través de prototipos robóticos educativos. Seguidamente, se presentará un esbozo de cada una de estas potencialidades.

En la primera de ellas, y que está relacionada con el sentido integral que debe tener el conocimiento en los estudiantes, según Gómez (2016), se tiene que es un aspecto que debe ser prioridad en el aula de clase. El proceso educativo debe estar enfocado a la comunidad, específicamente, centrado en las personas que hacen parte del entorno educativo, en el que los estudiantes, las familias, los directivos docentes y los maestros, ayudan y permiten construir espacios de trabajo mancomunados en los que el joven que está en el aula comprenda que todas sus acciones repercuten en este ambiente social y debe ser responsable de él.

La segunda de las intencionalidades, evidentes en las respuestas de los expertos, tiene que ver con las formas de llegar al estudiante, enfocado al aprendizaje. En este aspecto, una tecnología como la robótica, permite ser ese elemento diferenciador, que le puede llegar a lo emocional del estudiante, lo compromete con el prototipo que está elaborando y lo lleva a sentir un fuerte vínculo sentimental con el artefacto. Si lo anterior se logra, el joven estará dispuesto a realizar las tareas que el maestro le oriente; de esta manera, investigará de forma adicional y extra-clase, si llega a ser necesario. En este caso, el docente debe tener muy claro el objetivo de realizar ciertas actividades con el robot; lo anterior, se refiere a buscar esas metas de aprendizaje con las que se aproveche esta coyuntura y con el fin de fortalecer los aspectos que considere en cada sujeto o en los grupos. Mientras que para el

estudiante, se convierte en un juego, con el que aprende de forma divertida deseando así, replicar su experiencia con sus pares, familias y la sociedad. Según lo dialogado con cada uno de estos diez expertos, todo esto genera comunidad de trabajo en torno a la robótica.

Al tener en cuenta las habilidades del siglo XXI, una de las más importantes, es la capacidad que tienen los robots para potenciar el pensamiento computacional en los estudiantes (ISTE, 2011). Aspectos como el manejo de la sintaxis del software, les permite organizar el código, de tal manera que tenga un orden específico. Asimismo, genera una gran capacidad de razonamiento para comprender las diferentes alternativas que puede tener un robot en un escenario artificial, y las posibles decisiones que tome, le permitirán lograr el objetivo planteado. Cuando se está programando, no existe una sola solución; la diversidad de alternativas, llevan al estudiante a buscar sus propios caminos, para dar respuesta a la problemática sugerida por el docente o por el grupo educativo.

Uno de los aspectos que más llama la atención de las personas de esta muestra, es el cómo la robótica puede fomentar el trabajo de temáticas relacionadas con las Ingenierías. Desde este punto de vista, los jóvenes, al sentirse entusiasmados por este tipo de artefactos, empiezan a indagar acerca de los conceptos relacionados con el comportamiento del robot. En este caso, la programación, su estructura mecánica y los componentes electrónicos, se vuelven un reto para el estudiante, porque para él, es un tema complejo que debe entenderse en la educación básica y media desde los aspectos generales de cada una de estas ramas de las Ingenierías.

Sin duda, es necesario acercar a los estudiantes a comprender el concepto global de cada una de las partes del robot. Esta es una forma de incentivarlos a estudiar carreras relacionadas con la cuarta revolución industrial; y por la importancia que tiene en la actualidad y para el futuro del país, podrá permitir que se avance en una alfabetización digital que requiere la nación, la región y gran parte del orbe (Juarez, 2022).

La tercera intencionalidad con el uso de los robots en la educación básica y media, es la de construir el pensamiento crítico, que para los participantes consiste en la capacidad de recibir la información dentro del acto educativo, interpretarla, analizarla y así interiorizarla (Belmonte, 2018). Todo lo cual, les permite tener un criterio propio acerca de la situación presentada en el aula de clase y usar el prototipo robot de acuerdo con sus propios criterios. Este artefacto tecnológico, al ser complejo por la diversidad de tecnologías que ofrece (electrónica, mecánica y computación), permite fortalecer este tipo de pensamiento, porque se deben tomar decisiones teniendo en la cuenta el escenario de trabajo, el entorno y las personas a las cuales va a impactar.

La robótica logra cierta transversalidad, en los procesos, si la institución educativa y sus actores (docentes, estudiantes y directivos docentes), tienen la intencionalidad de generarla (Sánchez Vera, 2021), como un proceso complejo, porque requiere que la tecnología se posicione como eje articulador del acto educativo; quiere decir que debe estar presente en cada una de las áreas del conocimiento que se trabajan en las instituciones públicas. Lo anterior requiere un decidido compromiso y nobleza por parte de los docentes de cada una de las asignaturas, ya que requiere identificar, de forma organizada, las temáticas y así coordinar las formas de cómo

aporta, cada una de esas temáticas, en la posible solución de la situación planteada como problemática en el aula.

La cuarta intencionalidad al trabajar con robótica en la educación básica y media, es que permite la construcción de ambientes STEM y STEAM. Estos enfoques facilitan al estudiante y al docente, tener una interacción permanente con el problema o situación planteada inicialmente, ya que los prototipos robóticos pueden tener una incidencia importante en sus soluciones. Se considera que, a través de esta tecnología, se potencia de forma efectiva, una forma de implementación de las pedagogías activas, según los planteamientos de Sánchez (2019), porque “permite realizar una educación efectiva y completa, en la cual los alumnos estén más motivados y aprendan de manera más eficaz con unos resultados óptimos que los obtenidos con las metodologías tradicionales” (p. 12).

Los robots en el aula de clase incentivan en los participantes las habilidades del siglo XXI. Los elementos electrónicos, mecánicos y de sistemas de información. permiten que un artefacto como este, sea un elemento diferenciador, que atrae a los estudiantes para potencien las destrezas del “alumno empoderado, ciudadano digital, constructor de conocimiento, diseñador innovador, pensador computacional, comunicador creativo y colaborador global” (ISTE, 2011, pág. 1). Si un sujeto que está en la educación básica y media logra estas habilidades, tendrá grandes posibilidades de crecer en los entornos laborales y sociales actuales y venideros.

Según la precepción de los entrevistados, se considera que, a través de la robótica en el aula, es posible activar procesos investigativos en la institución

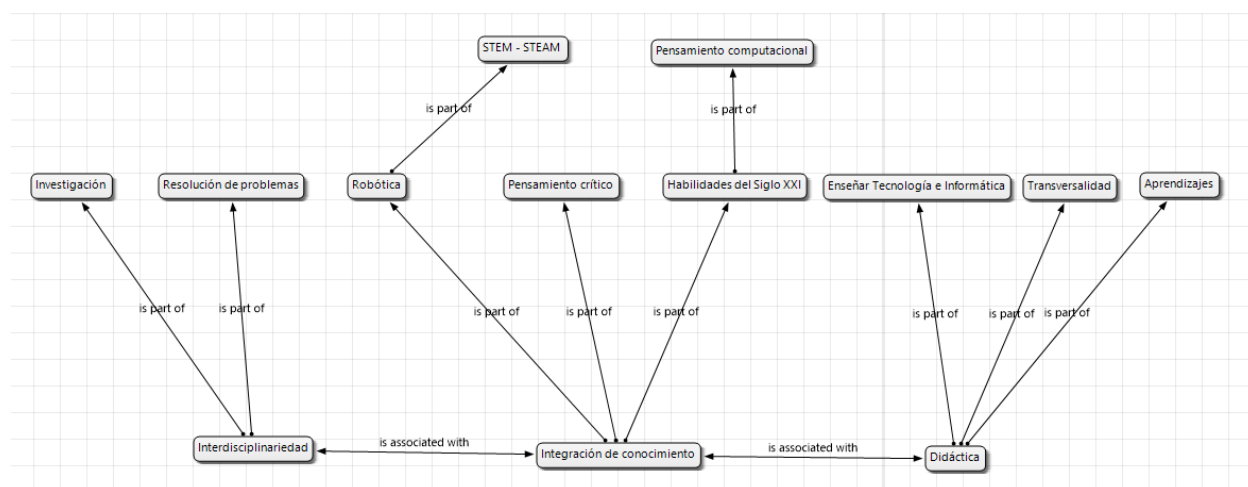
educativa, porque permite recopilar información organizada y estructurada de forma cualitativa y cuantitativa (Creswell, 2013). En el primer caso, se obtienen las percepciones subjetivas de los involucrados en el trabajo, con los prototipos. En el segundo caso, se toman elementos concretos, tanto de los sujetos como del robot, aspectos de las tecnologías inmersas en este artefacto, que incluyen la tarjeta de control, sistemas de comunicación, lenguajes de programación y estructuras mecánicas.

Para finalizar con la descripción de estas intencionalidades, se ha determinado que los prototipos robóticos permiten la resolución de problemas del entorno educativo, por medio del uso de la tecnología. Esto logra impulsar en los estudiantes el desarrollo de competencias para esta área y asimismo. Proporcionar herramientas a la comunidad para dar soluciones a las dificultades.

Las descripciones de cada una estas intencionalidades manifestadas por los expertos, llevaron a diseñar una perspectiva relacional del análisis cualitativo, a través del software *Atlas Ti*, que permitió hacer visible aspectos importantes y las posibles jerarquías entre las categorías de la investigación (Scientific Software Development, 2022). Se observan en la imagen siguiente:

Figura 77.

Jerarquización de las intencionalidades del uso de la robótica en la educación básica y media



Nota. Relaciones entre las intencionalidades que se buscan al usar robots en el aula de clase.

En esta jerarquización, se destacaron tres categorías principales: por un lado, la didáctica; y por el otro, la integración y la interdisciplinariedad de conocimientos. Desde esta perspectiva, esta investigación ratifica lo dicho en el estado del arte y que muestra una coherencia con el trabajo realizado hasta el momento. A continuación, se describirán cada una de estas categorías, por las ramificaciones derivadas.

Para el caso de la rama de la interdisciplinariedad, se relaciona con las categorías de investigación y resolución de problemas. Lo anterior, muestra un claro vínculo entre las situaciones que tiene la comunidad y el poder evidenciar, desde la perspectiva del estudiante, alternativas para el entorno (Maingain, 2002). El uso de la tecnología para estas problemáticas, potencia el trabajo interdisciplinar que se debe tener en los procesos educativos y las relaciones entre las diversas áreas del conocimiento. Para lograr un trabajo interdisciplinar, es clave contar con estructuras curriculares, pedagógicas y didácticas en el aula de clase, que permitan a cada grupo

de docentes, intervenir de forma asertiva, con estas construcciones colectivas de propuestas que integren las diversas áreas del conocimiento.

Revisando el segmento de la integración del conocimiento, se tienen en cuenta la posibilidad de la robótica, como lo plantea Bravo (2012), es decir, de potenciar las habilidades del siglo XXI; de esta forma, el estudiante tiene la posibilidad de fortalecer su pensamiento crítico, que para Tamayo (2015), es la capacidad de tener una percepción de las diferentes realidades, debido a la gran diversidad de campos de conocimiento que están alrededor de esta tecnología. Para esta investigación, la integralidad se logra a través de tres elementos importantes que son: por un lado la comunidad, enfocada a las personas que se encuentran en permanente relación en el proceso educativo; por otro lado, el contexto vinculado directamente al entorno, que tiene que ver con las relaciones entre los actores de los procesos educativos de los estudiantes y la economía, relacionado con la incidencia de las dos anteriores y cómo los actos educativos, así como los procesos de convivencia, inciden en las dinámicas laborales y monetarias,

La categoría didáctica, que muestra la figura anterior del *Atlas Ti*, se ve claramente la fuerte relación con el código *enseñanza del área de tecnología e informática*, con la posibilidad de mejorar, a través de una tecnología como la robótica, los aprendizajes de los estudiantes. Asimismo, se destaca la oportunidad de hacer transversal el trabajo que se realiza con los robots. De acuerdo con los expertos, es un poco difícil lograr esta sinergia, debido a los egos de cada una de las personas que integran las diversas áreas obligatorias que se trabajan en la educación básica y media. Para llegar a un acuerdo, la robótica tendría que convertirse en el eje articulador

de conocimiento dentro de la malla curricular. De la misma forma, debería verse reflejado en la formación de los maestros que no son expertos en la tecnología, lo que puede generar otro obstáculo en este proceso de la transversalidad.

Las anteriores intencionalidades de usar robótica en la educación básica y media, muestran las posibilidades amplias que tiene esta tecnología para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de tecnología e informática, así como la intencionalidad de vincular a otras áreas del conocimiento, ya sea a través de trabajos interdisciplinarios o transdisciplinarios.

6.3. La robótica y sus implicaciones interdisciplinarias

Desde esta perspectiva, en la que se intentan mostrar las posibilidades didácticas de la interdisciplinariedad, como lo manifiesta Maingain (2002), que tiene el uso de robots en la educación básica y media en las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá, se identificaron diversas opciones de trabajo que se desglosarán a continuación.

La primera de ellas, tiene que ver con las condiciones a las que se enfrenta el maestro de una escuela pública colombiana, con sus nueve áreas del conocimiento obligatorias que para el MEN (1994), son:

Tecnología e Informática. Humanidades, Lengua Castellana e Idiomas Extranjeros. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Ciencias Sociales, Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia. Educación Artística y

Cultural. Educación Ética y en Valores Humanos. Educación Religiosa.

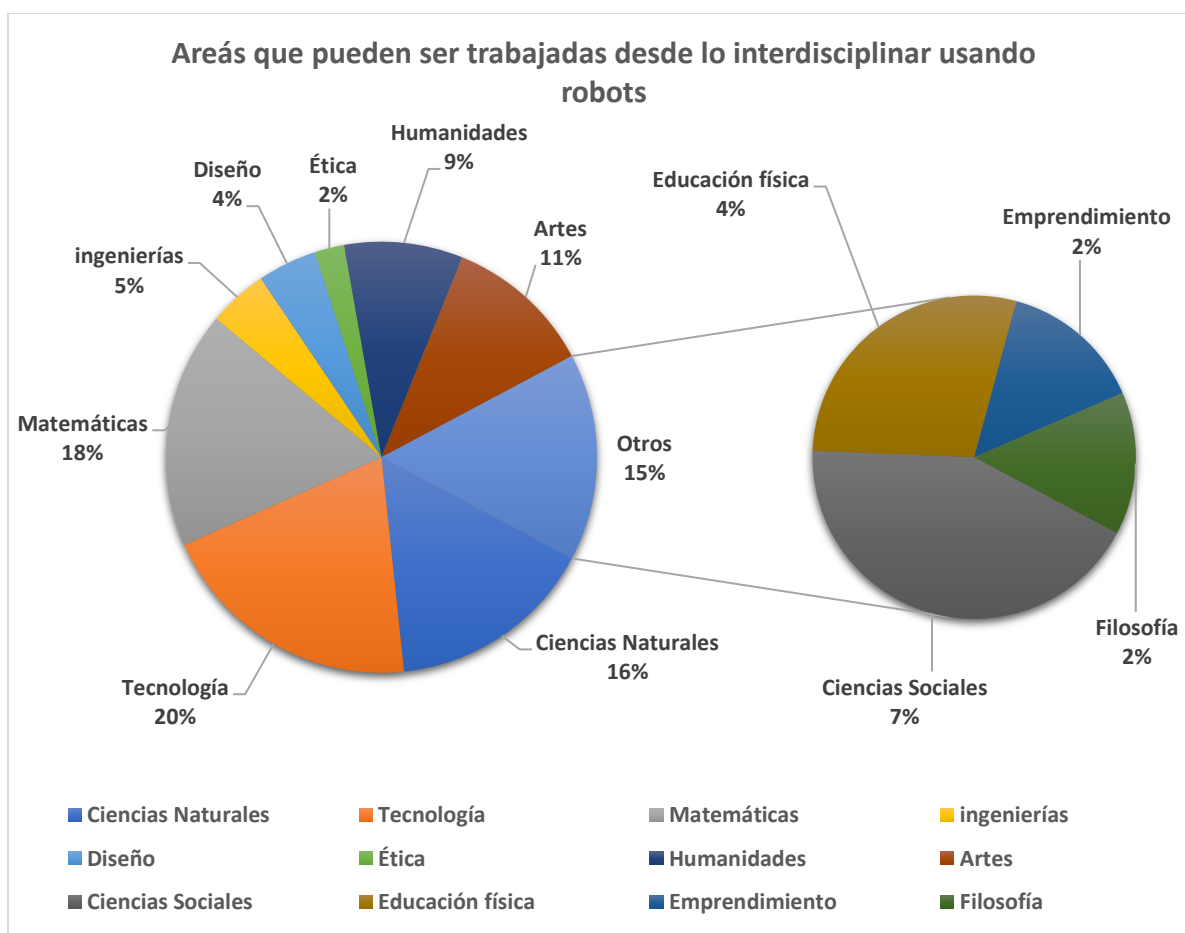
Matemáticas. Educación Física, Recreación y Deportes. (p. 2)

Desde este punto de vista, realizar un trabajo interdisciplinar conlleva a realizar acuerdos en el colegio que deben verse reflejados en el P.E.I., de conformidad con la Ley General del Educación, promulgada por el Congreso de Republica en 1994, y los contenidos curriculares organizados de tal forma que, de ser posible, todas las áreas del conocimiento aporten, en su esencia, al trabajo que se realice por medio de una tecnología, como la robótica.

También, se les consulta acerca de las posibilidades que se tienen en el aula de realizar procesos interdisciplinarios con la robótica y la respuesta fue unánime, de lo que se concluye que, por la misma naturaleza de la tecnología, es posible organizar trabajos didácticos, pensando en esa posibilidad. Así se refleja en la siguiente gráfica, en la que no solo aparecen estas nueve áreas del conocimiento, sino que adicionalmente, se incluyen otras, debido a las dinámicas particulares de cada uno de los proyectos educativos institucionales de los consultados.

Figura 78.

Áreas que pueden ser implementadas en un trabajo interdisciplinar usando robots



Nota. Áreas del conocimiento trabajadas de forma interdisciplinar en lo público a través del uso de robots.

Teniendo en cuenta la gráfica anterior, se destaca el papel protagónico que juegan las áreas de Tecnología e Informática, con un 20%, demostrando ser el pilar que tienen en el trabajo con los robots. Asimismo, el área de Matemáticas (18%), mostrando, por un lado, una fuerte relación con los procesos de pensamiento algorítmico, racionalidad, relaciones espaciales y geométricas. Por otro lado, en las ciencias naturales (16%), se evidencian los vínculos con las dinámicas de la física aplicada, así como la relación con el entorno natural y el cuidado del medio ambiente.

De la misma forma, la intervención de las artes (11%), brindando la posibilidad a los estudiantes de mostrar sus aptitudes en las formas de visualización del prototipo robot frente a sus semejantes y con la comunidad educativa. En las humanidades, con un 9%, se destaca la comprensión de lectura, la capacidad de escribir de forma cohesiva y coherente y el manejo que se le puede dar a un segundo o tercer idioma. De la misma forma, las ciencias sociales aportan con un porcentaje del 7%, en las que los procesos históricos, económicos y políticos pueden ser tratados en un proceso interdisciplinar usando robots.

En unos porcentajes menores, se muestra que el trabajo vinculado con las ingenierías (5%), lo electrónico, mecánico y en los sistemas de información, están relacionados con el robot. En la práctica de diseño (4%), se desarrolla el pensamiento sistémico y estrategias que están vinculadas a este campo del conocimiento con el uso de la robótica. De la misma forma, se encontraron algunas relaciones con la educación física, recreación y deportes (4%). Aquí, los aspectos de la condición física del sujeto, así como sus posturas morfológicas dentro de la institución educativa y las relaciones con los movimientos del robot, son claves para el desarrollo integral del estudiante. Se relacionan en un lugar inferior la filosofía y los temas éticos (2%); por lo tanto, se considera importante potenciar estas áreas del conocimiento, porque pueden aportar al trabajo integral de los estudiantes, como generar la capacidad de conversar y analizar las consecuencias éticas de una tecnología como la robótica.

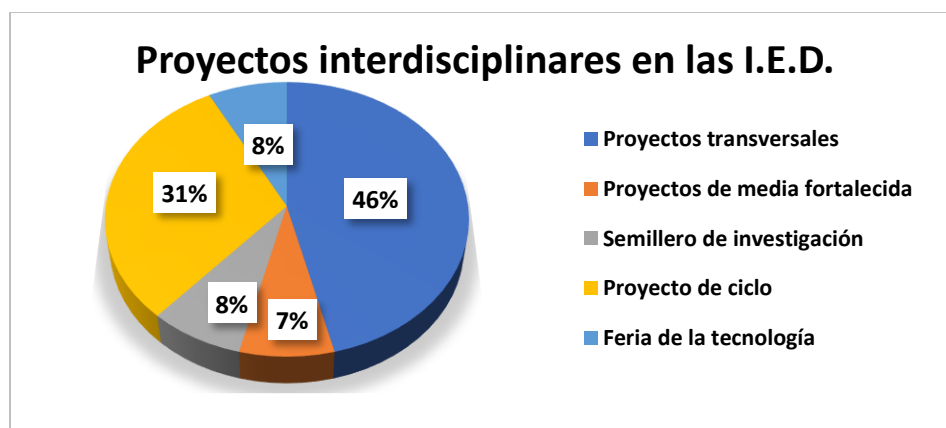
Desde otra área, es clara la nula participación de la educación religiosa (0%) que, desde el punto de vista de los entrevistados, no es importante vincularla a los procesos con los robots; sin embargo, se considerará para esta investigación, que la

robótica permite escenarios en los que se hacen evidentes estos contenidos del área, de una forma más animada, inclusive relacionándolos con eventos históricos, en los que existan máquinas. Es un tema por tratar y en la propuesta didáctica que se diseñará, se mostrará una posibilidad de cómo hacerlo.

En la perspectiva interdisciplinar, es importante ver cómo se ha desarrollado este tipo de iniciativas en las instituciones públicas de la ciudad de Bogotá, porque un tema son los planteamientos teóricos y otro, es la aplicabilidad real de esta integración. En el caso de los 90 maestros, ellos manifiestan las formas como han realizado estas dinámicas y que se describen en la siguiente figura.

Figura 79.

Iniciativas interdisciplinarias usando robots en la escuelas públicas de Bogotá



Nota. Son las formas en cómo se ha implementado la robótica de forma interdisciplinar.

Teniendo en cuenta la información analizada y que se visualiza en esta imagen, los proyectos transversales con un 46%, han sido la forma más generosa de incluir la robótica en la escuelas públicas de la ciudad. Las dinámicas de negociación con los docentes, hacen que en ocasiones sea difícil este trabajo; sin embargo, existe en la mayoría la mejor disposición de realizar estas dinámicas de forma conjunta, porque

permite ver, a través del prototipo robot, la aplicación tangible de los conocimientos trabajados en cada una de las diversas áreas del conocimiento.

Igualmente, los proyectos que promueve la Secretaría de Educación de Bogotá, enfocados a la educación en contra jornada (7%), tiene una incidencia importante en estos temas interdisciplinarios. Este es el caso del proyecto de *Educación para las Competencias del siglo XXI*, que nace en el año 2011 con la Resolución 2953, en la que los estudiantes amplían el trabajo que se realiza en la jornada escolar normal y dependiendo de cada institución educativa, se enfocan en diversos campos de conocimiento relacionados con los procesos de innovación pedagógica que busca el Gobierno actual de la ciudad.

La intencionalidad de esta educación complementaria es la de vincular a los estudiantes de educación media de las escuelas públicas de la ciudad, con las instituciones de educación superior colombianas y el SENA. Este proceso potencia la articulación de la malla curricular de los colegios, con la propuesta que se implementa en esta jornada extracurricular. De esta forma, las áreas obligatorias deben organizarse de tal manera, que permitan una interdisciplinariedad en la formación de los estudiantes de la educación básica para llevarlos a los conocimientos mínimos que cada uno de ellos debe tener. Para el caso específico de la robótica, ha sido complejo, porque las experiencias con esta tecnología no han sido vinculadas, de forma fuerte, con estas mallas de trabajo. Este es un aspecto que puede ser desarrollado en los colegios, pero también, puede ser hecho por la institución de educación superior. Se destaca que es difícil lograr estos acuerdos entre maestros e instituciones diferentes, cada uno de ellos tiene intereses particulares.

Por otro lado, otra forma de hacer visible el trabajo interdisciplinar de la robótica, es por medio de semilleros de investigación (8%), en este escenario, es posible motivar a los estudiantes y docentes con el trabajo de la tecnología. Estos semilleros, en la mayoría de los casos, hacen parte de iniciativas individuales de maestros, que buscan espacios de innovación para sus estudiantes, con la intencionalidad de acercarlos a procesos básicos de indagación, que los motive con estas propuestas de trabajo diferentes. De la misma forma, el docente puede verse beneficiado, porque es posible que este espacio sea un generador de experiencias validables y verificables para elaborar documentos en esta línea y ser presentados a congresos, simposios o eventos educativos en las líneas de la educación o la misma tecnología robótica. Lo anterior, puede generar una motivación adicional que tendrá el maestro para realizar este tipo de actividades en el aula de clase.

Las dinámicas que se realizan en los colegios enfocadas a los proyectos de ciclo (31%), es una de las formas más importantes con las que los estudiantes pueden ver la interdisciplinariedad. Esto sucede, porque en este caso, las diversas áreas del conocimiento obligatorias en la educación colombiana, deben aportar a la solución de un problema educativo. Lo eficaz de esto, es que está inmerso en el tiempo normal de las clases; esto quiere decir que cada una de las asignaturas, aporta a la construcción de proyectos colectivos que permiten una construcción unificada de objetivos de aprendizaje. Otro aspecto que ayuda en este trabajo de todas las áreas del conocimiento, es el tiempo de ejecución, ya que por la distribución hecha por el ente distrital, cada uno de estos procesos tiene una duración de dos años (Ministerio de Educación Nacional, 2003). De igual forma, este proceso tiene una continuidad, ya que

hay secuencialidad en los objetivos y competencias que se buscan desarrollar en los sujetos, lo que permite, a su vez, el desarrollo de actividades enfocadas a estos procesos. En el caso del uso de los robots, es importante hacer segmentaciones de los contenidos por cada uno de estos ciclos, edades de los estudiantes y los respectivos contextos de cada institución educativa.

La otra posibilidad interdisciplinar de la robótica, se ve reflejada en las ferias de la tecnología en las instituciones educativas; en este caso, mediante el trabajo de los estudiantes durante el año, es posible desarrollar de manera conjunta, estos procesos entre diversas áreas del conocimiento. Lo anterior, permite que los docentes construyan prototipos con el propósito de ver reflejados los conocimientos de sus asignaturas en proyectos tangibles. En algunas instituciones se hacen estas exposiciones durante las llamadas semanas institucionales, día de la familia, día de la ciencia y la tecnología entre otros.

De acuerdo con las posibilidades interdisciplinarias que tiene la robótica como un elemento diferenciador en la educación básica y media, los maestros no pueden llevarla a la práctica; sin embargo, no se encuentran en sus respuestas, evidencias de este proceso. En el análisis cualitativo hecho a cada uno de estos discursos y a las encuestas realizadas, el trabajo interdisciplinar se hace más por la buena voluntad que tienen los maestros, pero no se cuenta con seguimientos organizados, ni estrategias de enseñanza y aprendizaje apropiadas. Estas dinámicas se convierten en solo un formalismo que busca justificar este tipo de iniciativas. En algunos casos, se realiza por que la institución educativa ya viene desarrollando estos procesos de ciclo, en años anteriores y se impone por las directivas que, si no están socializados con los

docentes, se convierten en un trabajo que el docente no tolera y en esta misma medida, no lo implementa de forma coherente dentro de su área de conocimiento.

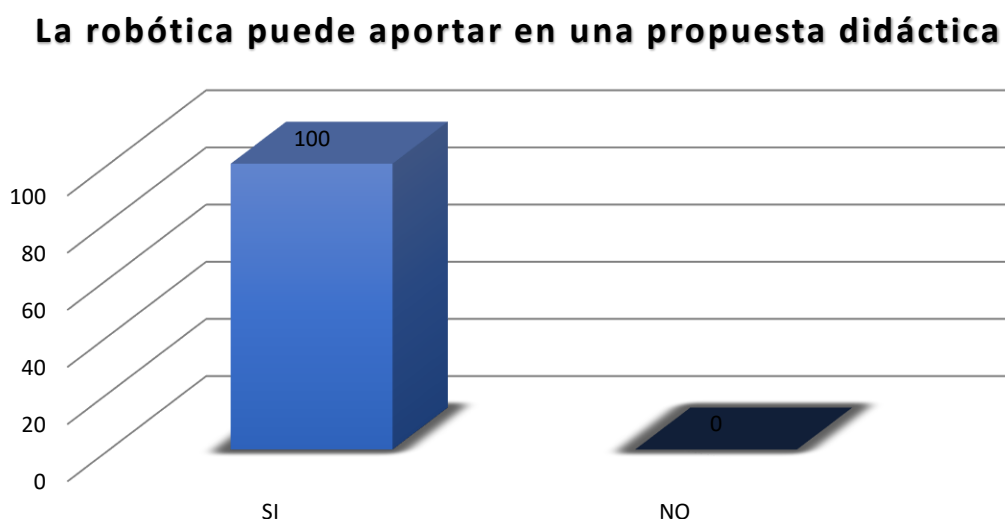
6.4. Aspectos didácticos de la robótica

Para esta investigación se han tomado los postulados hechos por Santibáñez (2017), que busca la construcción de una propuesta didáctica especial generalizada, enfocada a un trabajo interdisciplinar en el que los actores del proceso de aprendizaje puedan dar respuesta a las problemáticas de sus entornos, a través de la robótica. Esta tecnología cuenta, en su misma esencia tecnológica, con diversos componentes de las ingenierías y dependiendo como lo diseñe y ejecute el maestro en el aula de clase, puede aportar diversos elementos curriculares, pedagógicos y didácticos, que permiten un trabajo de integración de conocimiento, beneficiando a que los estudiantes vean una aplicación de la teoría.

En esta línea y teniendo en cuenta el trabajo realizado de entrevistas semiestructuradas a la población seleccionada de esta tesis, y después de analizarlas, se llega a aproximaciones importantes. Se destaca, por ejemplo, que todos los docentes ven el potencial de la tecnología robótica, para aportar como estrategia didáctica (100%); así se evidencia en la siguiente gráfica.

Figura 80.

La posibilidad de que la robótica sea parte de una estrategia didáctica en el aula

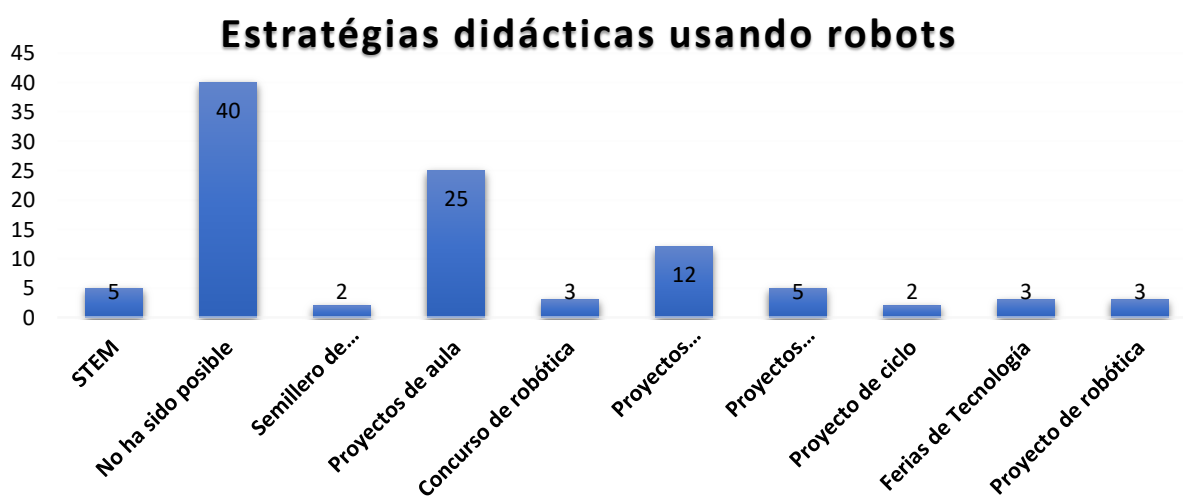


Nota. Los encuestados identifican el potencial de la tecnología robótica como parte de una estrategia didáctica.

Sin embargo, a la hora de preguntarles ¿cómo la han implementado en el aula?, las respuestas muestran que no ha sido posible hacerlo (40%), como se evidencia en la siguiente ilustración.

Figura 81.

Estrategias didácticas usando robots



Nota. Las formas involucran los maestros la robótica en estrategias didácticas.

De la gráfica anterior, se pueden realizar cinco inferencias importantes, entre las que se destacan: el poco tiempo oficial que se tiene para el trabajo en el área de tecnología e informática. Asimismo, muestran la falta de recursos enfocados directamente a las dotaciones institucionales para la compra de robots o material relacionado. Por otro lado, resaltan la no inclusión real de la tecnología en el currículo. También, se incluye la poca formación que el docente tiene acerca de temas de tecnologías 4.0 y finalmente, el poco interés en profundizar en el tema pedagógico y didáctico en la tecnología.

En la gráfica anterior, se muestra un porcentaje del 25%, que manifiesta que, a través de proyectos de aula independientes al área, ha sido posible integrar estrategias didácticas con la tecnología, mostrando un avance importante, debido a dos razones, la primera de ellas, se enfoca en poder tener un grupo reducido de estudiantes, lo que se logra en la jornada contraria; aquí es donde los proyectos de aula, usando robótica, inician de la mejor manera, porque los participantes están en disposición de construir conocimientos alrededor de la tecnología, lo hacen por gusto y por esto participan en estos grupos. La segunda, se enfoca en la limitación de dotaciones en los colegios públicos de la ciudad, porque normalmente cuentan con 40 estudiantes por aula de clase, lo que impide en un salón normal, poder realizar trabajos con robots para esta cantidad de personas. Al logra tener un grupo menor, el material didáctico se aprovecha de mejor manera y en esa misma línea, las explicaciones y la atención de los jóvenes puede ser mucho más personalizada.

Por otro lado, se identifica que los maestros intentan usar los robots para realizar procesos interdisciplinarios (12%), buscando potenciar las áreas del conocimiento

relacionadas con los robots. Desde esta perspectiva, se aprovechan las potencialidades de la robótica para construir conocimientos en los estudiantes a través de la diversidad de temáticas que pueden ser incluidas con la robótica.

Otro aspecto por destacar es el enfoque STEM y su implementación a través de proyectos transversales, con una participación del 5%. En los aspectos del STEM, es clave mostrar la versatilidad que tiene para poder articular las asignaturas relacionadas con las Ciencias, las Tecnologías, las Ingeniería y los procesos matemáticos (Botero, 2018). Por otro lado, los procesos de transversalidad que se usan con la tecnología robótica permiten que diversas áreas del conocimiento realicen proyectos institucionales en los que el eje problematizador esté muy relacionado con esta tecnología. Los dos aspectos mencionados en este párrafo hacen parte del trabajo integrado que debería poderse realizar en las instituciones educativas de la ciudad, aprovechando un elemento diferenciador como la robótica; sin embargo, como se evidencia en este estudio, cuenta con un bajo porcentaje de implementación en las realidades de las escuelas públicas.

Desde las posibilidades didáctica y en un porcentaje menor (3%), están las ferias de tecnología, así como los proyectos de robótica y los concursos. Se demuestra que estas tres posibilidades de integrar una estrategia didáctica a través de los robots, permite que el estudiante pueda construir conocimientos alrededor del material didáctico. En las ferias de tecnología y en los concursos, el estudiante puede tener un reconocimiento frente a la comunidad educativa acerca del trabajo que se realiza en el área; asimismo, genera empatía de los participantes por querer profundizar mucho más acerca de los prototipos (Ministerio de Educación Nacional, 2022). Para los proyectos

de robótica extracurriculares, generalmente, se desarrollan en jornada contraria, con un grupo reducido de estudiantes que, permite la profundización y personalización educativa en las diversas estrategias didácticas, en las que el estudiante tiene la posibilidad de hacer un trabajo profundo, teniendo el material educativo a disposición.

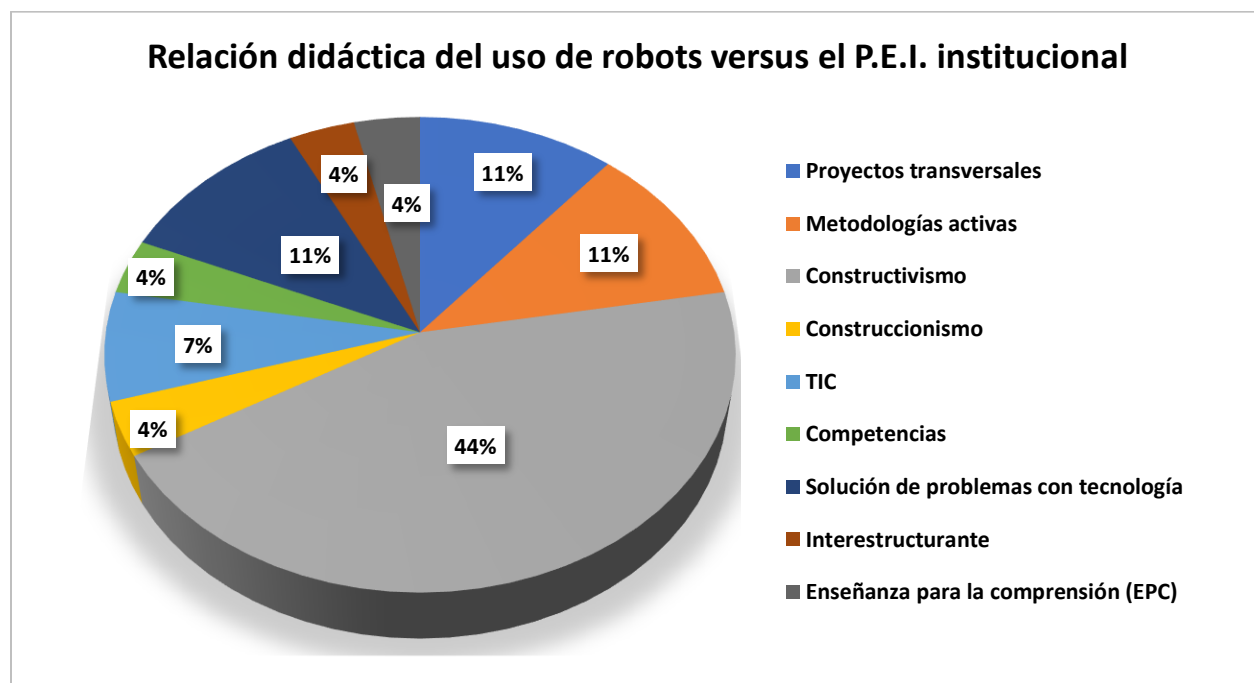
Con sorpresa se observa que con un 2%, están los proyectos de ciclo y los semilleros de investigación. Desde esta perspectiva, existen dos posibilidades de trabajo en el aula con robots tan poderosas que no se implementan en la realidad de las escuelas públicas. Por un lado, el trabajo por ciclos, permite la proyección de un trabajo articulado entre las diversas áreas del conocimiento, aspectos que facilitarían la construcción de un conocimiento integral por parte de los estudiantes (Ministerio de Educación Nacional, 2003). Por el otro lado, la intencionalidad del trabajo de los semilleros, permite que el estudiante vea el conocimiento de forma organizada, cohesiva y coherente, a través de una serie de pasos de investigación, que les brindará al final, la posibilidad a otros grupos de continuar con este trabajo y en caso de ser necesario, potenciarlo o crear nuevas líneas en torno a este.

Las anteriores descripciones acerca de las didácticas alrededor de los robots, muestran dos aspectos importantes: por un lado, todos los participantes de la muestra reconocen el potencial que tiene la robótica como posibilidad de un trabajo integral en los procesos didácticos. Sin embargo, a la hora de ver la implementación de estas estrategias en el aula de clase, se ve que no ha sido posible ejecutarla en un alto porcentaje. Por otro lado, este tipo de articulaciones didácticas se realizan usando robots, a través de los proyectos de aula, y el trabajo en iniciativas interdisciplinarias en un porcentaje inferior.

Pasando a otro aspecto, en el que se les consulta acerca de la relación de una posible propuesta didáctica usando robots, con los diversos proyectos educativos institucionales (Gobierno de la República de Colombia, 1994). Se identifican elementos importantes que se muestran en la siguiente gráfica.

Figura 82.

Relación del PEI institucional con las estrategias didácticas derivadas del uso de la robótica



Nota. Se muestra la relación del uso de los robots como parte de una estrategia didáctica, en relación con el P.E.I.

Desde esta perspectiva, los maestros relacionan los procesos didácticos con robots con ciertas construcciones epistemológicas, la primera de ellas, vinculada a las tendencias de la teoría constructivista (44%), según los planteamientos de Dewey, hechos por Gómez (2012), lo que evidencia la incidencia de autores como este, en la formación de los maestros del área de tecnología e informática. Seguramente se debe a la educación que se les brinda en las instituciones de educación superior, a las

personas que estudian las carreras de las licenciaturas a los maestros de tecnología en la actualidad, como es el caso del pregrado de electrónica, diseño tecnológico y tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional (2022). Asimismo, ocurre con la carrera de Licenciatura en informática de la Corporación Universitaria Minuto de Dios (2022), y la Licenciatura en tecnología e Informática de la Universidad Santo Tomás (2022). Estas instituciones de educación superior están formando a los estudiantes con las tendencias educativas de la educación en tecnología del siglo XIX y el XX, lo que en cierta medida, descontextualiza a los docentes en las propuestas didácticas modernas.

Otra de las tendencias en la relación del P.E.I., con las propuestas educativas que involucran robots, están enfocadas hacia las pedagogías activas (11%), que buscan que la construcción del ese conocimiento se realice a través de la interacción con el material didáctico, y esta relación entre lo subjetivo (persona) y objetivo (robot), logre que este aprendizaje se interiorice en el estudiante (Carbonell, 2015). En estas tendencias modernas, los participantes construyen posturas críticas, son inclusivos, permiten la cooperación, diseñan propuestas sostenibles con el medio ambiente, sistémicas, integradas y divergentes.

Desde algunos proyectos transversales (11%), se hace patente un posible rol de la robótica en funciones didácticas y con el proyecto educativo institucional. Lo anterior, se puede lograr entendiendo que una tecnología puede ser el eje problematizador dentro de la malla curricular institucional, en que las áreas del conocimiento puedan aportar, en su misma esencia, a la construcción de un saber integrado (Ministerio de Educación Nacional, 2011).

En el mismo nivel de incidencia de las pedagogías activas y en los proyectos transversales, aparece la solución de problemas con tecnología (11%), lo que refleja, en cierta medida, un proceso interdisciplinar, en el que las asignaturas construyen, alrededor de un prototipo robótico, soluciones contextualizadas a problemáticas que tiene la comunidad. Ejemplos de lo anterior, pueden verse reflejados en aplicaciones móviles para los negocios locales, artefactos automatizados para pequeñas industrias y circuitos cerrados de *IoT*, que permitan tener ambientes locales sincronizados y en la nube.

En un nivel inferior, teniendo en cuenta las respuestas de los maestros, se tiene la relación del P.E.I., con las tecnologías de la información y las telecomunicaciones T.I.C. (7%). Desde este punto de vista, la importancia de los énfasis de los colegios públicos en tecnologías, es muy importante en la postpandemia; la razón es que a las instituciones que ya venían trabajando en esta línea, les fue mucho más fácil adaptar sus procesos educativos durante esta crisis. En Bogotá, se tiene, por ejemplo, el Colegio Unión Europea I.E.D., que tiene un énfasis en tecnología, que busca la relación de cada una de las asignaturas con propuestas relacionadas con la TIC. Este colegio, cuenta con un portal web institucional <https://colegiounioneuropeaied.com/>, en donde la comunidad puede visualizar la información académica y administrativa que se requiere, así como realizar procesos de prematrícula *online*, elecciones de representantes, llenado de encuestas, visualización de notas, entre otros (Colegio Unión Europea I.E.D., 2022). Lo anterior, solo muestra un ejemplo de cómo las tecnologías web pueden lograr una inserción en los proyectos vinculados con las didácticas institucionales; en este caso, también pueden visualizarse los trabajos con la tecnología

robótica, así como los enlaces a software que permiten a los estudiantes trabajos con los prototipos de esta institución.

En el porcentaje inferior del análisis, está la teoría del construccionismo (4%), desarrollada por Papert y que menciona Ruiz (2012), con la que se elabora el conocimiento a través de la construcción de artefactos. Así también, el desarrollo de competencias (4%), alrededor de los robots que incluye las habilidades del siglo XXI, según ISTE (2011), formando sujetos para el presente y el futuro. En el mismo escalón, está la enseñanza por comprensión, que permite que el sujeto desarrolle cierta inferencia a través de la interacción con el prototipo robot (Stone, 1999). En este mismo nivel, está el aprendizaje auto estructurante (4%), mediante el cual, el estudiante va elaborando su conocimiento de tal forma que le permite conocerse a sí mismo, identificando las formas de cómo aprende a través del trabajo permanente con el robot (Ramírez Peña, 2018).

Según se ha visto en los párrafos anteriores y en la relación de la robótica con los P.E.I., es necesario generar una relación de esta tecnología con una posible estrategia didáctica que permita tener una estructura macro, con la que el docente pueda proyectar el trabajo a desarrollar en el aula de clase, así como algunas etapas o pasos, para visualizar el desarrollo cognitivo de los estudiantes. De esta forma, se podrán generar espacios para la reflexión, haciendo que el uso de robots tenga un sentido dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación media colombiana.

En el capítulo siguiente, se mostrará el diseño de la propuesta didáctica, que ha sido el resultado de esta investigación que busca, a través de la robótica, generar procesos interdisciplinarios que integren el conocimiento en la educación básica y media de los colegios públicos.

VII. PROPUESTA DIDÁCTICA INTERDISCIPLINAR INTEGRADORA DE CONOCIMIENTOS POR MEDIO DEL USO DE LA ROBÓTICA

Teniendo en cuenta este trabajo de investigación realizado durante varios años, se construye una propuesta didáctica con la tecnología robótica; considerada un elemento diferenciador, se usa con el fin integrar, de forma interdisciplinar, como lo afirma Fourez (2015), el conocimiento en los estudiantes en la educación básica y media de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá. Para este propósito, se han tomado los elementos que han emergido como hallazgos, conclusiones y aportes de los diversos análisis hechos en cada uno de los tres objetivos específicos planteados para la investigación y que se han enfocado en cada uno de los elementos de la propuesta que se describen a continuación.

Objetivo 1: *caracterizar las didácticas de la robótica educativa en proyectos interdisciplinarios en la educación media*. Para este objetivo se realizó un análisis documental enfocado a encontrar propuestas de enseñanza que son usadas con la manipulación de artefactos robóticos en la educación básica y media colombiana. Se identificaron siete tendencias importantes: 1) aprendizaje basado en proyectos; 2) modelos de enseñanza basados en STEM – STEAM; 3) aprendizaje basado en problemas; 4) *design Thinking*; 5) aprendizaje colaborativo; 6) gamificación; 7) aula Invertida.

Objetivo 2: *comparar los recursos tecnológicos que son usados como herramientas didácticas de robótica educativa, en el área de tecnología e informática en la educación media*. Para este segmento objetivo, se realizó un análisis cuantitativo correlacional, que contó con dos variables (Creswell, 2013). La independiente,

planteada como, *las diversas tecnologías de materiales didácticos con robots en la educación media*. La dependiente, relacionada con *las características de los materiales que se usan en la educación media que incluyen robots*. Este análisis buscó identificar y confrontar los diversos materiales didácticos con robots que se usan en los colegios públicos de la ciudad; de esta forma, compararlos con las tendencias internacionales, para así identificar el potencial de cada uno de estos materiales desde las intencionalidades para la enseñanza que estos tienen en lo interdisciplinar, y las posibilidades de crear iniciativas de aprendizaje integrales alrededor de ellos. De acuerdo con esta perspectiva se identificaron las siguientes tendencias didácticas, entre las que se destacan; 1) la tecnología Arduino; 2) la plataforma Microbit; 3) el apoyo en software *Tinkercad*, *Scratch* y *Yenka*; 4) uso de materiales de bajo costo y reutilizables; 5) la tecnología *Makerbot*; 6) los materiales diseñados por el docente y: 7) la tecnología PIC (Circuitos Integrados Programables).

Objetivo 3: *analizar los aportes didácticos de la robótica educativa vista como interdisciplina para la educación media*. Para el análisis de este tercer objetivo, se utilizó un enfoque cualitativo, por categorías de investigación, y usando codificación abierta, se realizó un análisis de los instrumentos diseñados, para este caso, una encuesta y una entrevista semiestructurada que se aplicó a estudiantes, docentes, expertos y empresarios relacionados con el diseño, producción y comercialización de material didáctico, vinculado con los robots, en la educación básica y media. Para el análisis de esta información, se usó el software *Atlas Ti*, de la empresa GmbH (2022), y se diseñó una matriz en la que se cruzó la información de forma vertical y horizontal. Se tuvieron en cuenta los cuatro componentes diseñados para este momentos que son;

1) aspectos generales demográficos de los entrevistados; 2) las percepciones y prácticas de la robótica en el aula; 3) la tecnología robótica y sus implicaciones interdisciplinarias y, 4) los aspectos didácticos de la robótica. De cada uno de estos componentes se obtuvieron elementos que alimentaron la propuesta didáctica de esta investigación.

Del primero de ellos, se obtuvieron elementos demográficos como el género de los participantes, la formación académica de los docentes que trabajan con robots en las escuelas públicas de la ciudad y los ciclos de la educación básica en los que más se trabaja con la tecnología. En el segundo componente, se revisaron las percepciones y prácticas de los docentes de las escuelas públicas relacionadas con los robots, con las intencionalidades de usarlos en procesos de enseñanza. Del tercer componente que está vinculado con la robótica y sus implicaciones interdisciplinarias, se determinaron las áreas del currículo obligatorio que se han trabajado en los colegios, en donde la robótica hace parte del proceso educativo y las maneras en que los proyectos de aula e institucionales aportan en la construcción integral de conocimientos. El cuarto de ellos, está relacionado con los aspectos didácticos que potencian esta tecnología educativa, destacando la posibilidad de la robótica de convertirse o aportar en la construcción de iniciativas de enseñanza y sus posibles relaciones con los diversos P.E.I.

Desde estas perspectivas generales, obtenidas en el trabajo de la información arrojada en el análisis de estos objetivos, se logró un diseño didáctico que se pone en consideración de la comunidad académica y una propuesta general especializada, según Santiváñez (2017), que permite crear un espacio interdisciplinar, en el que los

participantes de estos procesos educativos con robots, aprovechen la iniciativa de la enseñanza que integra el conocimiento, usando las diversas áreas planteadas por el Ministerio de Educación Nacional, con el fin de generar aprendizajes en los estudiantes. A continuación, se muestra que las divisiones propuestas planteadas por Santiváñez (2017), ratificando que, para esta propuesta de investigación se tomará el camino de la didáctica especial generalizada.

Figura 83.

Clasificación de las didácticas.

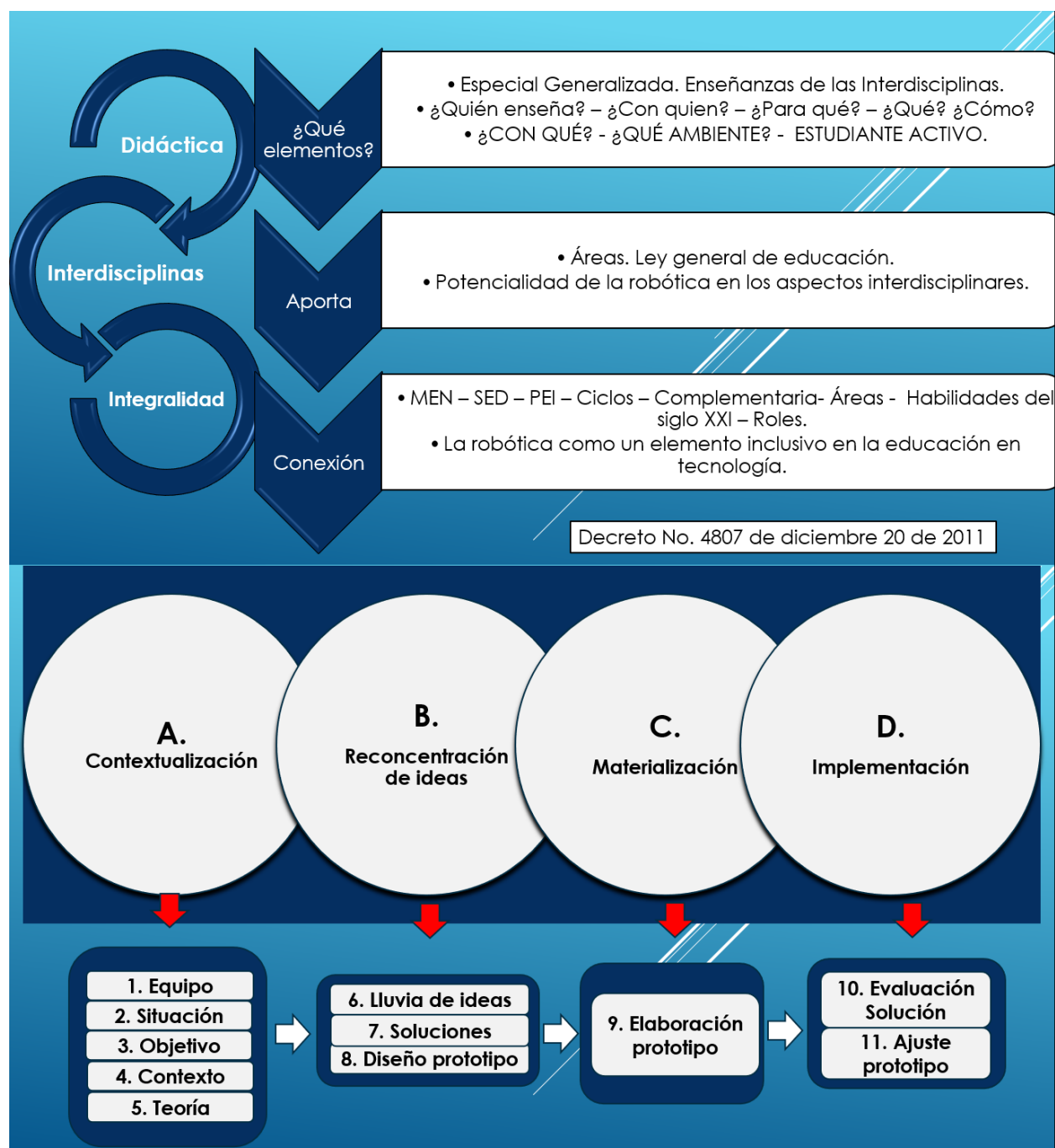


Nota. Se toma como referente una propuesta didáctica interdisciplinar. Adaptado de (Santiváñez Lima, 2017)

Teniendo en cuenta la imagen anterior y los hallazgos hechos en esta investigación, se diseña inicialmente, un boceto con la propuesta didáctica interdisciplinar, que integra el conocimiento usando un elemento diferenciador, como lo es la robótica. Cabe aclarar que este diseño se irá desglosando poco a poco durante el capítulo y se explicará cada uno de sus elementos.

Figura 84.

Propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos a través del uso de la robótica



Nota. Nota: Propuesta didáctica, antes de la validación en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá

Esta propuesta es el resultado del trabajo en esta investigación. que será validada en instituciones públicas de la ciudad, a través de una implementación con

grupos de estudiantes de la educación básica y media de las localidades de Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe y Usaquén. Asimismo y como se muestra en la imagen anterior, se obtuvieron de los análisis de cada uno de estos objetivos diversas etapas o pasos, que son necesarios para implementar, de manera coherente, esta propuesta didáctica.

Esta ilustración resume el proceso que se ha realizado, de forma organizada, estructurada y seria durante cuatro años en el Doctorado en Educación de la universidad Santo Tomás, en la línea de Investigación de Pedagogía con Énfasis en Pedagogía Dominicano Tomista y Enfoque Pedagógico Contemporáneos, para el grupo de investigación Pedagogía, Ciencias y Espiritualidad.

A continuación, se mostrará paso a paso, cómo cada uno de los objetivos de investigación ha aportado en esta construcción didáctica.

7.1. Construcción de esta propuesta didáctica

Retomando el objetivo número uno, el cual se enfocó en caracterizar las propuestas didácticas de la robótica educativa en proyectos interdisciplinarios en la educación media y en el que, para realizar estos análisis, se construyó una matriz que permitió, por un lado, identificar elementos claves de los referentes epistemológicos, las fortalezas y posibles debilidades de cada uno de estos elementos. Por otro lado, de manera especial, se determinaron las etapas, pasos o momentos trascendentales de cada una de ellas. A continuación, se muestra este instrumento en el que se organiza, de forma estructurada, los posibles elementos que se consideraron claves, y que en su

momento fueron discutidos con los expertos en el tema de la robótica, en la educación básica y media, en la que se incluyeron académicos, docentes, empresarios y profesionales administrativos.

Tabla 4.

Elementos importantes que aportaron las diversas propuestas didácticas que usan robots en la educación

#	Didácticas de la robótica educativa en la educación media	Etapas usadas para la investigación	Posible organización de las etapas
1	Aprendizaje basado en proyectos	5. Construcción de términos. 7. Formulación de posibles conclusiones.	1. Equipo (Aprendizaje colaborativo). 2. Situación (Aprendizaje basado en problemas). 3. Objetivo (Gamificación). 4. Contexto (Aprendizaje basado en problemas). 5. Teoría (Aprendizaje basado en proyectos). 6. Lluvia de ideas (Aprendizaje basado en retos). 7. Posibles soluciones (Aprendizaje basado en proyectos). 8. Diseño del prototipo (Design Thinking). 9. Evaluación prototipo (Aula invertida). 10. Evaluación del proceso (Aprendizaje basado en retos). 11. Ajuste prototipo (Design Thinking).
2	Aprendizaje basado en problemas	2. Definir problema a tratar. 4. Analizar el problema en contexto.	
3	STEM - STEAM	Es un enfoque, no una propuesta didáctica.	
4	Design Thinking	8. Diseño del prototipo. 11. Ajuste de prototipo.	
5	Aprendizaje colaborativo	1. Creación de equipo.	
6	Gamificación	3. Identificación de objetivos.	
7	Aula Invertida	10. Evaluación (de lo construido).	
8	Aprendizaje basado en retos	6. Lluvia de ideas. 9. Evaluación (del proceso).	

En la anterior tabla, se observa el aporte de cada una de estas propuestas de enseñanza que se describieron en el capítulo tres, en el que se muestra la importancia de cada una de ellas. Enseguida, se presenta un modelo gráfico que resume lo descrito en la tabla anterior, en la que se visualizan las relaciones entre las propuestas de enseñanza y los elementos que se apropiaron para esta investigación.

Figura 85.

¿Cómo se ensamblaron las etapas de implementación en el aula de esta propuesta didáctica?



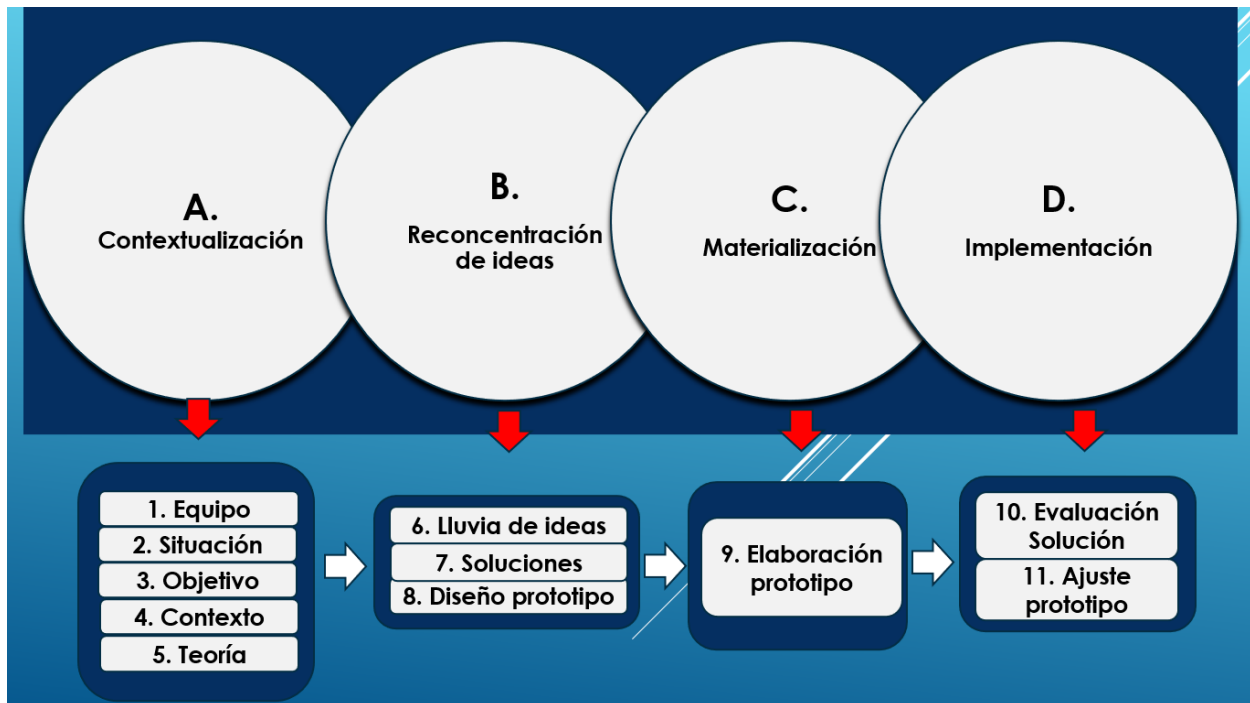
Nota. Se identifican cada una de las etapas que se usarán en la validación de esta investigación doctoral.

De la gráfica anterior, se puede determinar con claridad, los elementos que fueron seleccionados de cada una de las propuestas didácticas que usan robots en la educación básica y media.

A continuación, se muestran los elementos que se obtuvieron en el análisis del objetivo número uno y la manera de cómo se va ensamblando esta propuesta didáctica paso a paso, dejando ver la coherencia y la rigurosidad de este proceso.

Figura 86.

Aportes del análisis de la información del objetivo número 1 a la propuesta didáctica



Nota. Aportes del análisis de la información del objetivo #1, a la propuesta didáctica integradora de conocimientos

Seguidamente, se brinda una explicación general de lo que se realiza en cada uno de los cuatro momentos de la propuesta didáctica.

A. Contextualización

- Equipo.
- Situación.
- Objetivo.
- Contexto.
- Teoría.

B. Reconcentración de ideas.

- Lluvia de ideas interdisciplinar.
- Posibles soluciones.

- Diseño del prototipo.
- C. Materialización.
- Elaboración del prototipo.
- D. Implementación.
- Evaluación de la solución.
 - Ajuste del prototipo.

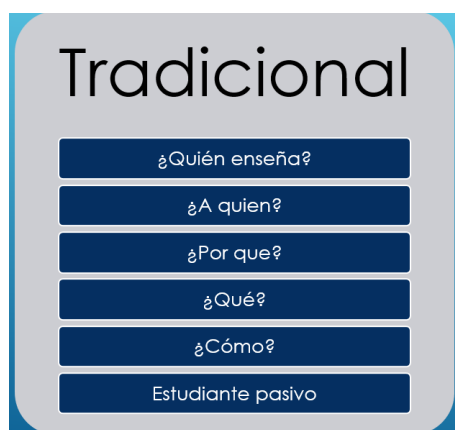
Cabe aclarar que cada uno de estos pasos se explica detalladamente en el segmento 7.2, bajo la pregunta *¿cómo se validó la propuesta de investigación?*, que se encuentra un poco más adelante en este capítulo.

Como se ve en la imagen anterior, ya se tienen los primeros hallazgos, que se hicieron del análisis documental, los cuales muestran paso a paso, cómo se va ensamblando la propuesta de esta investigación.

Desde el componente didáctico, se propone un diseño emergente, que se diferencia del clásico, según los siguientes puntos de vista. Tradicionalmente se usan seis elementos para implementar una didáctica, que son; 1) ¿quién enseña?; 2) ¿a quién enseña?; 3) ¿por qué se enseña?; 4) ¿qué se enseña?; 5) ¿cómo se enseña? Y, 6) y se promueve un estudiante pasivo (Santiváñez Lima, 2017). Así se evidencian en la siguiente imagen.

Figura 87.

Elementos tradicionales de una didáctica.



Nota. Los elementos clásicos de una didáctica. Adaptado de Santiváñez (2017)

Se incluyen aquí dos elementos adicionales: ¿con que enseña? y el relacionado con el ambiente – ecología. De esta manera, se ajustan los elementos de la teoría plateada por Santiváñez (2017), y se reorganizan de forma tal, que sean relevantes, en el orden propuesto:

1. ¿Quién enseña?
2. ¿Con quién enseña?
3. ¿Para qué enseña?
4. ¿Qué enseña?
5. ¿Cómo enseña?
6. ¿Con que enseña?
7. *Bajo qué ambiente – ecología.*
8. *Genera un estudiante curioso.*

Así, se genera una nueva construcción conceptual, en cuanto a los elementos que debe tener una didáctica, y que incluye un elemento diferenciador, como es la

robótica. Adicionalmente, se incrusta un nuevo elemento que está relacionado con la construcción de un *ambiente o ecología de aprendizaje*, que permite un escenario diseñado para el trabajo integral del estudiante (Gómez, 2020). De esta forma, los componentes de esta propuesta didáctica se evidencian en la siguiente ilustración.

Figura 88.

Elementos de esta propuesta didáctica emergente



Nota. Son los elementos usados en esta propuesta didáctica.

Los elementos descritos en la imagen anterior, serán los que se tendrán a disposición en esta propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos, que contará, por ahora, con once etapas o fases, con las que el docente y los estudiantes buscarán diseñar prototipos didácticos de robots, con la intención de dar solución a una problemática del entorno educativo.

Se quiere destacar que el objetivo número uno, en la revisión documental, aportó elementos que son muy importantes a la hora de generar un proceso en el aula que determine el posible orden de trabajo, en el que los estudiantes y el docente puedan

construir conocimientos y el robot, sea ese elemento motivador que logre generar vínculos afectivos que genere aprendizajes efectivos.

Pasando a los aportes del objetivo número dos, se destaca que permitió identificar y analizar las propuestas de enseñanza de las empresas proveedoras de material didáctico en robótica, más importantes a nivel mundial. En su gran mayoría, estas compañías no cuentan con una propuesta educativa propia; se ajustan bajo los enfoques STEM, según los planteamientos de Botero (2018), y STEAM, usando los postulados de Ortiz (2019). Desde esta perspectiva, se apropiaron elementos, entre los que se señalan los aportes de las empresas proveedoras de material didáctico a nivel internacional, como Lego (2022), Vex Robotics (2022), Makeblock (2022) y Microbit (MICROSOFT, 2022). Asimismo, de los proveedores de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá, se profundizó, se analizó y se apropiaron los diversos métodos de enseñanza de las plataformas Arduino (2022), Tinkercad, de la empresa Autodesk (2022), Yenka – Crocodile (2022), Scratch (2022), Mbot (2022), y la tecnología de circuitos integrados programables PIC, según la empresa Microchip (2022).

Finalmente, emerge una iniciativa fuerte, que tiene que ver con el uso de materiales de bajo costo y reciclables por parte de un grupo de docentes que, en algunos casos, ellos mismo diseñan. La razón de este proceso es el Decreto 4807 del 2011, emitido por el Ministerio de Educación Nacional que impide que los docentes soliciten a los estudiantes materiales, en las escuelas públicas.

Para recopilar esta información, se usó un instrumento cuantitativo, que arrojó elementos importantes de cada una de las variables que se diseñaron. Por un lado, la

variable independiente, relacionada con *las diversas tecnologías de materiales didácticos con robots en la educación media* y, por el otro, la dependiente, mostrando *las características didácticas, interdisciplinarias y de integración de conocimiento de los materiales que se usan en la educación media que incluyen robots*. En el siguiente enlace, se encuentra la encuesta mencionada Instrumento para objetivo # 2.

Revisando otro aspecto, se evidencia el formato que se implementó con las personas partícipes en la recopilación de esta información.

Figura 89.

Instrumento de recopilación de información para el objetivo número dos

VARIABLE INDEPENDIENTE		VARIABLE DEPENDIENTE		
Diversas tecnologías de materiales didácticos con robots en la educación media		Características didácticas, interdisciplinarias y de integración de conocimiento de los materiales que se usan en la educación media que incluyen robots		
ESCALA ORDINAL. 1-2-3-4-5				
5 - Extremadamente satisfecho	4 - Muy satisfecho	3 - Moderadamente satisfecho	2 - Poco Satisfecho	1 - No satisfecho
La siguiente encuesta muestra diversas tecnologías de robots que son usadas en la educación media en relación con las características de estos materiales en el aula de clase, la usabilidad que se tiene con los estudiantes y sus procesos de aprendizaje.				
La información de esta encuesta será tratada únicamente para fines investigativos y es de carácter estrictamente anónimo y confidencial.				
Se le pedirá que realice una calificación de: (1) No satisfecho, (2) Poco Satisfecho, (3) Moderadamente satisfecho, (4) Muy satisfecho, (5) Extremadamente satisfecho.				
▪ (5) Extremadamente satisfecho. Si el material didáctico de robótica usando en la educación media cumple con la característica del enunciado.				
▪ (1) No satisfecho: Significa que el material didáctico de robótica usando en la educación media NO cumple con la característica del enunciado.				
Herramientas didácticas de la robótica educativa en la educación media	PIC - Arduino - Materiales de bajo costo y reutilizables - Microbit - Esp32 - Lego mindstrom Apoyo en software (Tinkercad, crocodrile, Scratch) - Material diseñado por el docente - Mbot - robotdreamer Kit (ATA-EPE)			
Integra diversas áreas del conocimiento	1-2-3-4-5			
Propuesta didáctica o de enseñanza	1-2-3-4-5			
Articulación con el área de su desempeño	1-2-3-4-5			
Facilidad en el uso por parte de los estudiantes	1-2-3-4-5			
Incluye roles de trabajo para los estudiantes	1-2-3-4-5			
Potencia el desarrollo de habilidades motrices en los estudiantes	1-2-3-4-5			
Personalización del robot por parte del estudiante	1-2-3-4-5			
Apropiación en la elaboración del robot por parte del estudiante (compromiso, responsabilidad, dedicación, etc.)	1-2-3-4-5			
La interfaz de software fortalece la construcción de conocimientos	1-2-3-4-5			
Posibilidad de integrar otros materiales didácticos a este	1-2-3-4-5			
Guías o cartillas del docente en los procesos de enseñanza	1-2-3-4-5			
Guías o cartillas del estudiante	1-2-3-4-5			
Robots por niveles educativos	1-2-3-4-5			
Simuladores por nivel educativo	1-2-3-4-5			
Incentiva las habilidades del Siglo XXI.	1-2-3-4-5			
Cuales habilidades potencia este material - lista desplegable.	Alumno empoderado - Ciudadano digital Constructor de conocimiento - Diseñador innovador - Pensador computacional - Comunicador creativo			
Lo interdisciplinar se evidencia en la propuesta de enseñanza	1-2-3-4-5			
Qué áreas de conocimiento evidencia en el material didáctico. Seleccione de la lista	Tecnología e Informática - Humanidades, Lengua Castellana e Idiomas Extranjeros - Ciencias Naturales y Educación Ambiental - Ciencias Sociales, Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia - Educación Artística y Cultural - Educación Ética y en Valores Humanos - Educación Religiosa - Matemáticas - Educación Física, Recreación y Deportes			

Nota. A través de este instrumento se recopiló la información del objetivo número dos de orden cuantitativo

Desde esa revisión y análisis realizado para este objetivo y después de exponerlo, discutirlo, analizarlo y reflexionarlo frente a expertos en el tema, se

determinó una serie de elementos que aportarán a la construcción de esta propuesta didáctica, con los siguientes:

- Que son claves los artefactos diferenciadores didácticos, dentro de la propuesta, en este caso, son los prototipos robóticos. Estos deben incluir guías, cartillas y/o material de apoyo para los docentes, estudiantes e instituciones educativas, según el caso.
- El uso de materiales de fácil consecución y reciclados, permiten que el docente pueda pedir apoyo, de manera voluntaria, a las familias, con el fin de construir prototipos robóticos en el aula de clase. Como se describió al detalle en el capítulo cinco de este documento, donde se habla de las diversas empresas proveedoras de robots educativos a nivel mundial, nacional y distrital, lo que incluye los altos costos de estos, para una familia de la escuela pública colombiana. Lo anterior, restringe al maestro de escuela pública, que se ve cohibido de usar elementos sofisticados de estas compañías, para sus estudiantes. Asimismo, el Decreto No. 4807, propuesto por el Ministerio de Educación Nacional (2011), en el que se explica al detalle la gratuidad educativa, la cual prohíbe al docente solicitar cualquier tipo de elemento al estudiante, con el argumento de que el Estado colombiano, debe ser garante de estos materiales. Desde esta perspectiva, contar con aulas que contengan robots de empresas como Lego, Vex Robotics, Makeblock, es casi imposible.
- Se detecta la necesidad de incluir roles de trabajo para los estudiantes en el aula de clase. Para la investigación, existen cuatro fundamentales que son: el

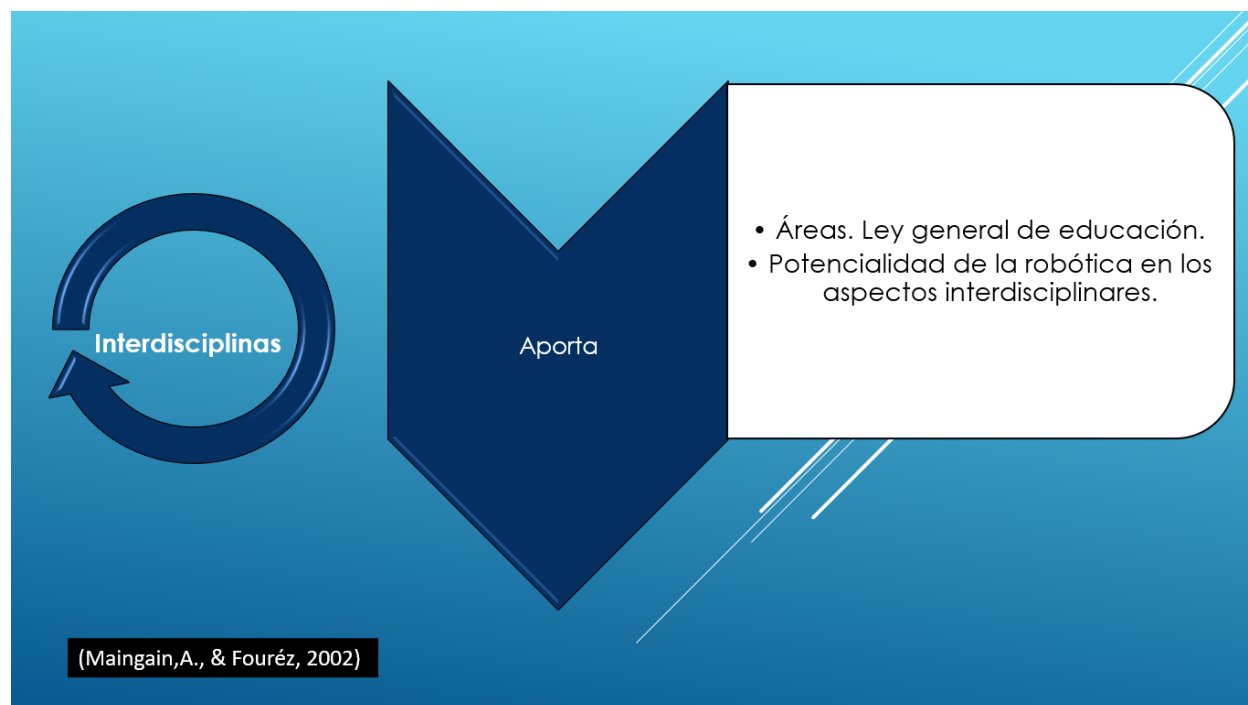
estudiante ensamblador, quien es el encargado de ordenar las piezas de los prototipos. Sujeto programador, que se encarga de desarrollar el algoritmo de programación. Función de diagramador, esta persona se encarga de elaborar las diversas presentaciones y comunicaciones que se requieran para bien del grupo de trabajo. El coordinador, que tiene la función de la organización de actividades alrededor del diseño, construcción y ajustes del prototipo robótico.

- En este análisis cuantitativo se resalta la frecuencia con la que las personas de la muestra, especialmente los docentes y expertos señalan la posibilidad de trabajar la robótica como una interdisciplina. Esta categoría principal se fortalece en esta etapa, gracias al análisis de las respuestas que se obtuvieron por parte de las personas involucradas.

En la gráfica siguiente se muestran los aportes del objetivo número dos para esta propuesta investigativa.

Figura 90.

Aportes del objetivo número dos a la propuesta de investigación doctoral



Nota. Aportes del objetivo número dos a la propuesta de tesis doctoral

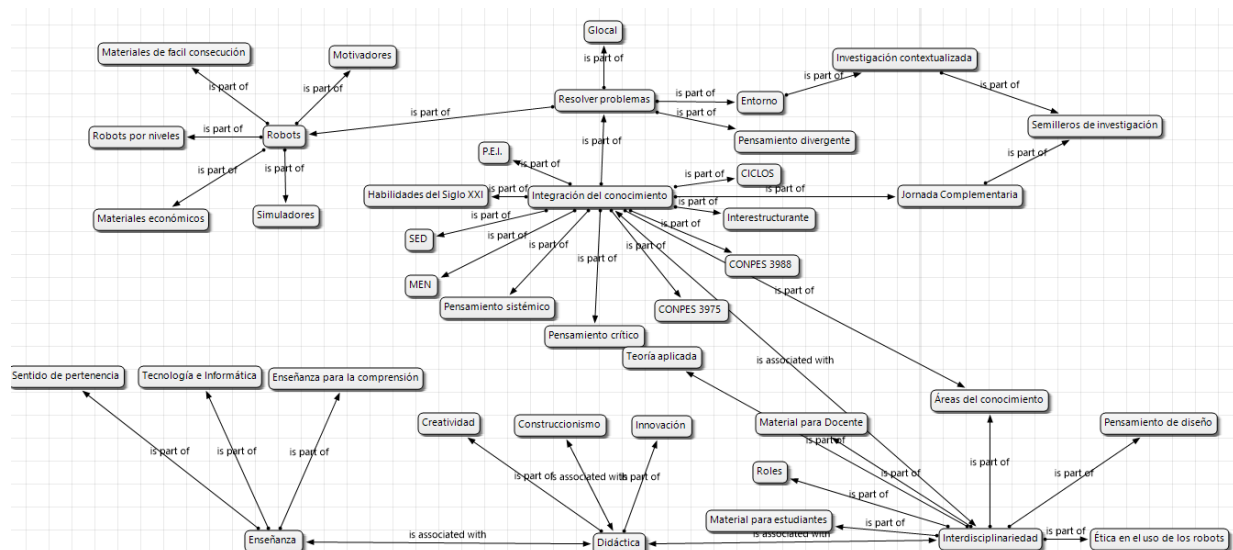
Según se observa en esta ilustración, aparecen nuevos elementos que alimentan la propuesta didáctica, los cuales se obtuvieron mediante el análisis de las variables metodológicas del objetivo número dos. Lo anterior ratifica el paso a paso de cómo se va ensamblando la propuesta, ratificando la coherencia y las seriedad del trabajo.

Pasando a los aportes del análisis de la información del objetivo número tres y que tenía como fin *analizar los aportes didácticos de la robótica educativa vista como interdisciplina para la educación media*, se obtuvieron elementos para la propuesta muy interesantes; por un lado, se ratificó lo ya construido en los objetivos uno y dos. Por el otro lado, permitió incluir nuevos elementos que se obtuvieron a través del análisis de

esta información, por medio del software *Atlas Ti*. El resultado de este proceso se muestra en la siguiente red semántica.

Figura 91.

Red semántica del primer análisis de la información del objetivo número tres

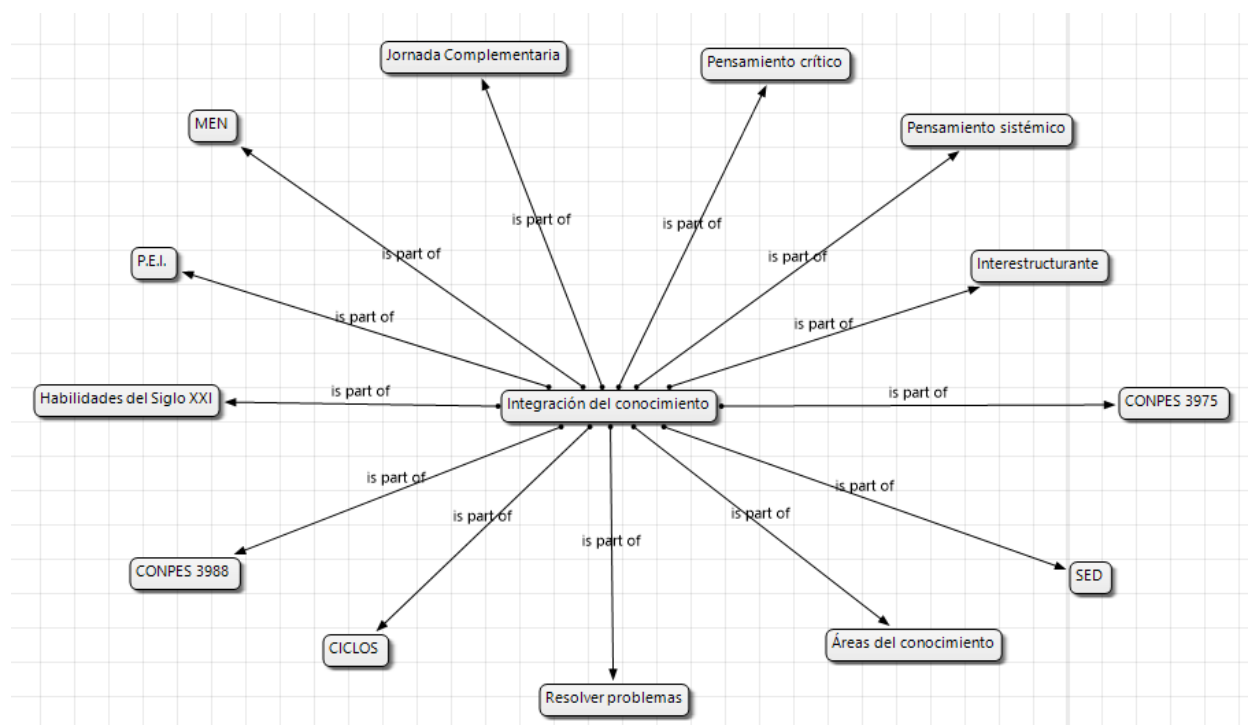


Nota. Análisis global sin expertos, acerca del objetivo número tres.

De estas categorías, que se obtuvieron a través del análisis de la información del objetivo número tres a través del software, se destacan los aspectos relacionados con la categoría integración del conocimiento.

Figura 92.

Posibles aportes a esta propuesta didáctica desde la integralidad del conocimiento.



Nota. Análisis de las posibilidades que tiene la robótica, vista desde la integralidad de conocimientos.

Teniendo en cuenta la anterior imagen, se conversó con algunos de los expertos en el tema de la robótica en procesos de educación, con los que se ha venido trabajando durante este proceso. Después de discutir y analizar con ellos, se depuraron elementos académicos que derivaron en los siguientes hallazgos y que aportaron a la propuesta didáctica:

- La importancia del MEN, en la incidencia de los procesos didácticos de los colegios de Colombia, que se ven reflejados en el documento Cartilla 30, *Orientaciones generales para el área de Tecnología e informática*, que existe en la actualidad. Sin embargo, este documento se empezó a ajustar durante el año 2022, contando con el liderazgo de la Subdirección de Referentes y

Evaluación de la Calidad Educativa, quien tuvo en cuenta las tendencias didácticas y tecnológicas actuales. Actualmente, se está construyendo otro borrador con el nombre de *Orientaciones curriculares para el área de Tecnología e Informática en los niveles de educación básica y media* (Ministerio de Educación Nacional, 2022). Cabe resaltar que el investigador de este documento fue invitado, con el fin de hacer parte de la mesa de validación, aportando los avances de esta investigación, encaminada a los aportes didácticos de la robótica como interdisciplina, integradora de conocimientos.

- Los CONPES, aprobados en los últimos años, empezando por el 3975, que tiene como título *Política nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*, que busca la modernización de la infraestructura tecnológica del país (Departamento Nacional de Planeación, 2019) y el 3988, con título *Tecnologías para aprender: Política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de tecnologías digitales*, enfocado a potenciar estrategias educativas con el fin de formar personas que estén en capacidad de dar soporte y diseñar tecnología en el marco de la revolución 4.0. (Departamento Nacional de Planeación, 2020). Por medio de estas políticas, esta propuesta didáctica hace aportes, de manera directa, a una de estas tecnologías y sus formas de enseñanza.
- La SED, como representante de la educación en la capital colombiana, que es pionera en propuestas curriculares, pedagógicas y didácticas, para el país. Esta entidad ha creado el documento *Orientaciones para la construcción de*

una política Distrital de Educación en Tecnología. Área de Tecnología e Informática en la Educación Básica (Secretaría de Educación del Distrito, 2006). Este documento tiene como fin fortalecer y tratar de brindar los lineamientos del área para que tenga los elementos básicos de aprendizaje de los estudiantes en los diversos grados académicos de la normatividad colombiana.

- Se resaltan las posibles relaciones o ausencias entre el Proyecto Educativo Institucional (P.E.I.), con la robótica. Estas personas consideran que para hacer una transformación digital importante en la educación básica y media en esta tecnología, es necesario transformar las estructuras de los colegios en lo administrativo, curricular y pedagógico, con la intención de articular las diversas áreas del conocimiento a un proceso vinculado con tecnologías exponenciales, según los planteamientos de López (2018), para que estas áreas sean, por un lado, los ejes articuladores de conocimiento y por otro, transformen las didácticas mismas de las sesiones de clase.
- Otro de estos elementos claves, se enfoca en la posibilidad de integración de diversas áreas del conocimiento por medio de la reorganización curricular por ciclos, que propone el Ministerio de Educación Nacional (2003), y que en verdad, desde la perspectiva de las personas de la muestra de investigación, permite hacer un trabajo interesante en el que la robótica, puede ser una alternativa poderosa para generar integralidad en el conocimiento de los estudiantes. Asimismo, los proyectos interdisciplinarios, permiten proyectar tiempos más amplios de trabajo escolar, ya que, si por ejemplo, se trabaja

durante los ciclos de formación, normalmente, estos cuentan con dos años de trabajo, por mencionar uno de ellos, el ciclo V, que tiene dos grados, décimo y undécimo.

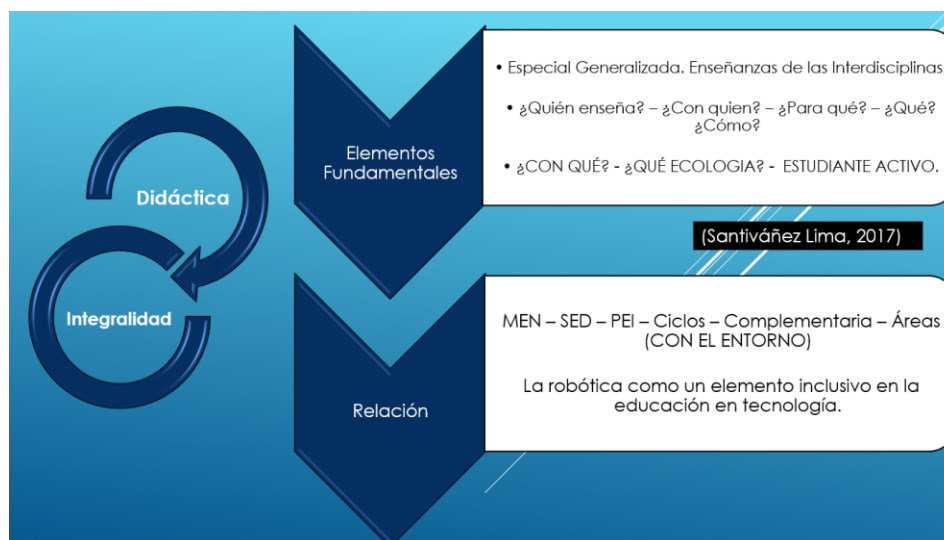
- Entre los elementos de esta propuesta, están los *Proyectos de Aula*, con los que se permite que los robots ayuden en los procesos de integración de conocimientos. Las áreas que tienen una mayor incidencia con el uso de la robótica son Tecnología e Informática, Ciencias Naturales y Matemáticas. La ventaja que tiene este tipo de proyectos es que es sencillo hacer acuerdos entre los docentes del área, porque comparten intereses similares. Asimismo, la formación académica de los integrantes se vincula directamente y motiva al trabajo con la tecnología.
- Se resalta el trabajo integral que pueden generar los robots, como elementos diferenciadores en el aula de clase y el fortalecimiento de las habilidades del siglo XXI, destacando siete de ellas; 1) alumno empoderado; 2) ciudadano digital; 3) constructor de conocimientos; diseñador innovador; 4) pensador computacional; 6) comunicador creativo y, 7) creador global. Sin duda, estas habilidades encajan, de forma apropiada y por su misma naturaleza, con el uso de esta tecnología en el aula de clase (ISTE, 2011).
- Otro de los elementos destacados, se enfoca hacia los espacios de *jornada complementaria*, en los que los estudiantes, de forma voluntaria, participan en actividades adicionales fuera de la jornada normal, en este caso particular, con el uso de los robots, porque cuando los jóvenes se acercan de forma voluntaria, a estos espacios, es porque les llama la atención y están en la

disposición de realizar trabajos adicionales, sin tener alguna queja alguna. Asimismo, generan cierta emocionalidad hacia los prototipos, en el momento de estar trabajando con ellos, generando un vínculo fuerte con la tecnología, que lo impulsa a resolver las tareas que se proponen dentro del aula de clase.

A partir de estos nueve componentes que se agregan a esta propuesta didáctica, se muestra, paso a paso y de forma detallada por qué se ha incluido cada uno de ellos. Cabe resaltar que la voz del investigador se ve reflejada en estos, en el momento de debatir con los diversos expertos, docentes, estudiantes, así como empresarios del tema de la robótica. A continuación, se muestra el resultado.

Figura 93.

Propuesta didáctica con los aportes del objetivo Número tres

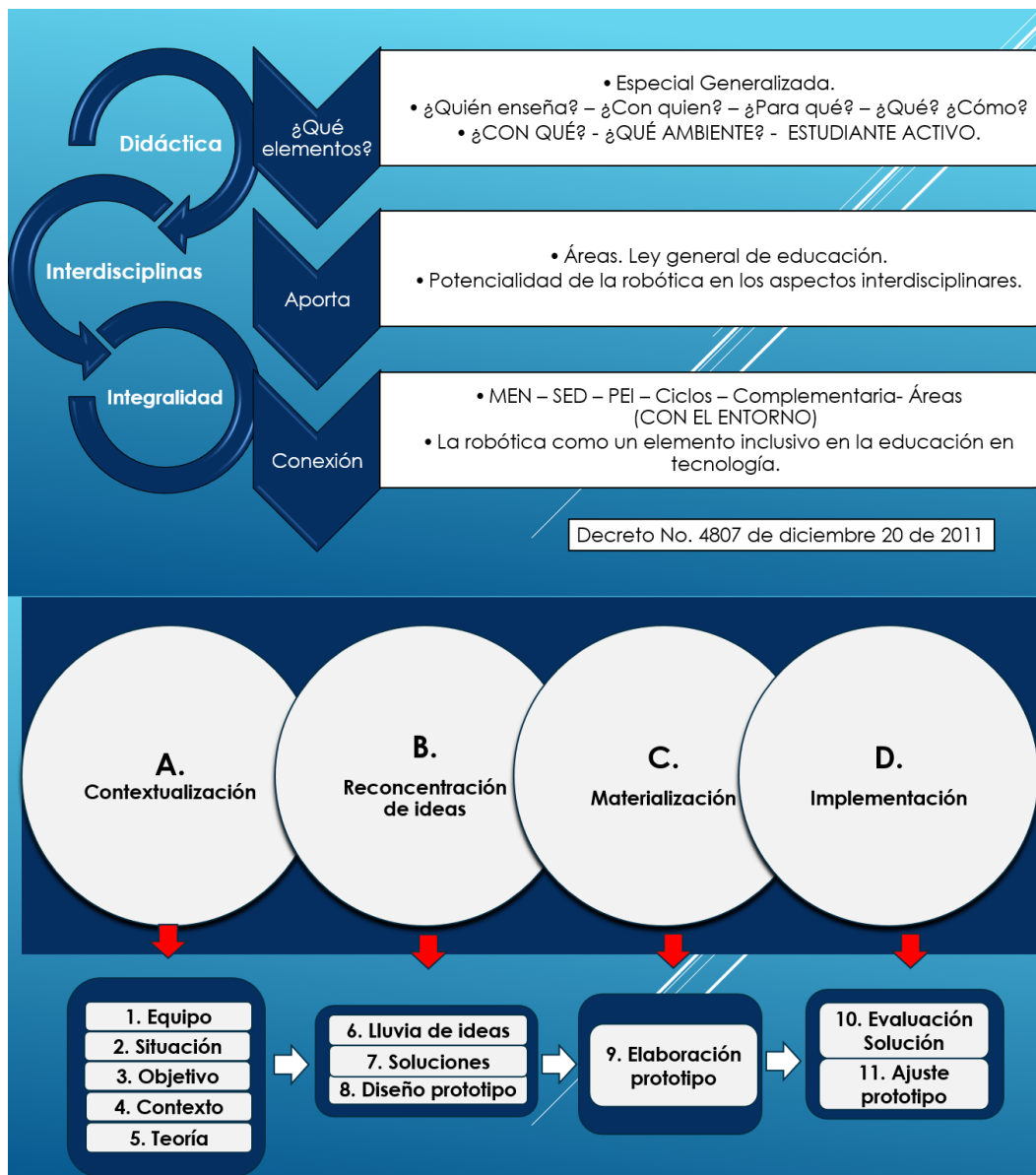


Nota. Elementos aportados por el objetivo número tres.

Finalmente, y después de recopilar todo el trabajo realizado en los objetivos uno, dos y tres se llega a la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos, antes de la validación, según se puede observar en la imagen siguiente:

Figura 94.

Propuesta didáctica resaltado del trabajo de la tesis doctoral



Nota. Propuesta didáctica antes de la validación en los colegios públicos de la ciudad.

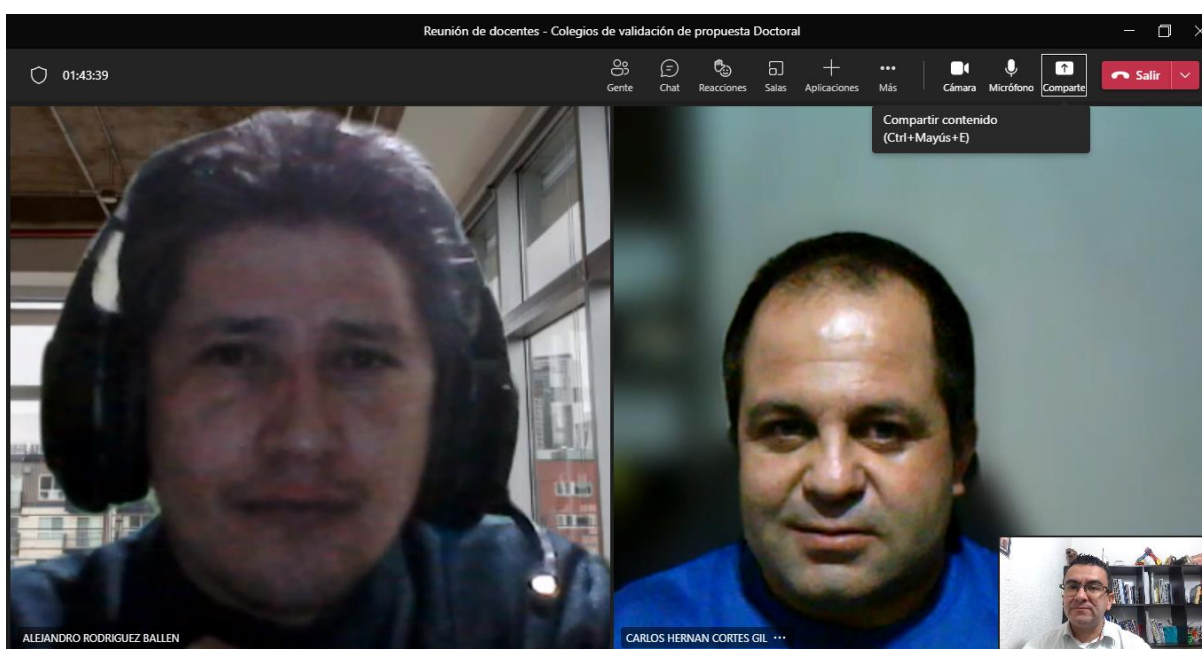
7.2. ¿Cómo se validó esta propuesta de investigación?

Teniendo en cuenta la propuesta construida alrededor del proceso de investigación que se ha venido desarrollado hasta el momento, se proyectaron los cuatro momentos de trabajo, con el slogan ***Robots para mi escuela***. La intención es poder implementar y observar cómo esta propuesta, incide en los aprendizajes de los estudiantes.

Para este proceso, las instituciones seleccionadas están ubicadas en las localidades de Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe y Usaquén. La decisión de usar estos colegios públicos radicó en que algunos de sus docentes cuentan con más de quince años de experiencia en el diseño, construcción y ajuste de robots en la educación básica y media, lo cual facilita esta investigación

Figura 95.

Profesores que apoyaron la validación de la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos



Nota. Agradecimientos a los maestros de la ciudad de Bogotá de colegios públicos

Para ellos, el trabajo con la tecnología robótica no es desconocido; de esta forma, se realizó una serie de reuniones, que permitieron comentarles de forma detallada de la propuesta didáctica interdisciplinar - integradora de conocimientos, así como los momentos, las etapas, intencionalidades y formatos que permitirían recopilar cierta información, con el fin de darle validez en la realidad proyectada.

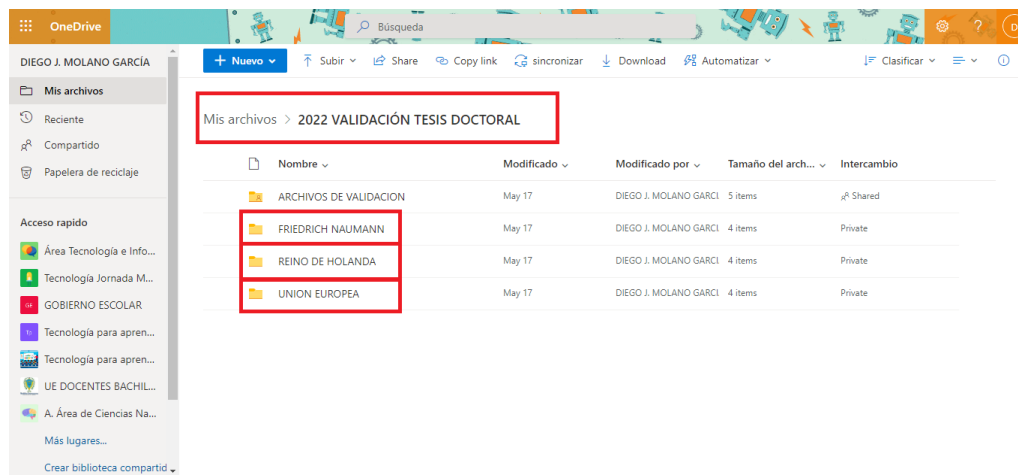
7.2.1. Mecanismo online para realizar la validación de la investigación

Es importante destacar que, desde el diseño metodológico de esta etapa y teniendo en cuenta el objetivo número cuatro de esta investigación, se enfocó en *validar los aportes didácticos de la robótica, entendida como interdisciplina, en los aprendizajes de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media*. Para este proceso se trabajó con dos grupos de estudiantes por cada institución educativa. Uno de ellos, contaba con material físico de robótica para el desarrollo de un posible prototipo. El otro, no contaba con este material. De esta forma, se propuso dimensionar el impacto en el aprendizaje en los estudiantes de cada grupo.

Se diseñó una plataforma digital para recopilar la información de forma síncrona y asíncrona y así poder realizar el análisis en el proceso de validación, a través de la creación de un espacio en la nube, por medio del servidor office 365, aportado por la Secretaría de Educación de Bogotá. De esta forma, cada colegio y cada grupo de estudiantes, tuvo la posibilidad de interactuar con la información en tiempo real, ubicando en este espacio, cada uno de los avances hechos en las sesiones de implementación de la propuesta. A continuación, se muestra parte de este diseño digital.

Figura 96.

Mecanismo diseñado para recepcionar la información de la validación en las I.E.D.

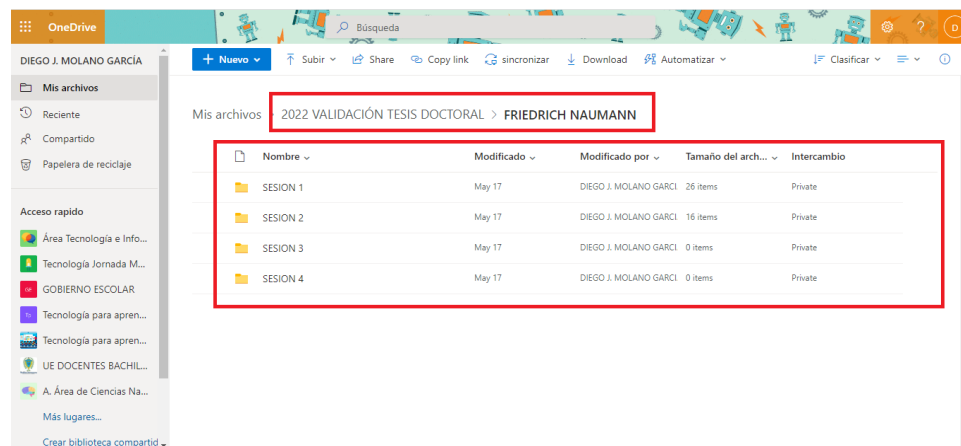


Nota. Plataforma que permite recepcionar el trabajo hecho en cada colegio en el proceso de validación

Asimismo, cada uno de estos colegios cuenta con secciones propias para subir los avances por sesiones, como se evidencia para la localidad de Usaqué.

Figura 97.

Plataforma de validación en las I.E.D.



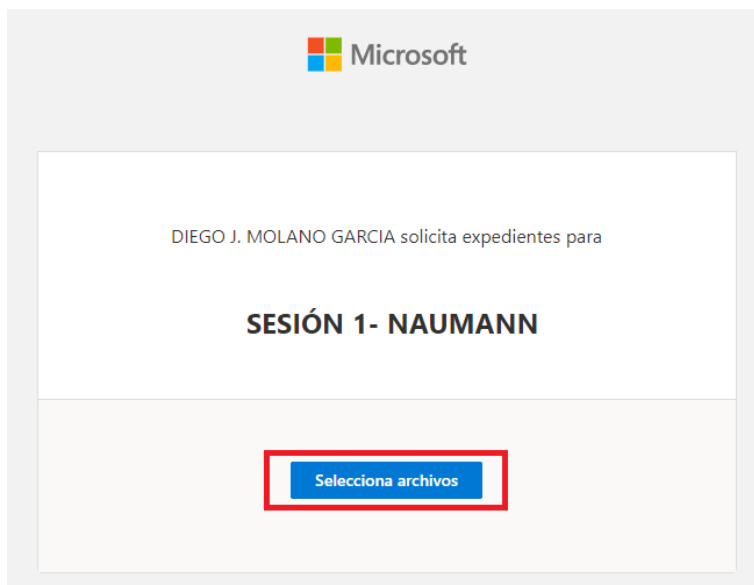
Nota. En cada una de las sesiones los estudiantes pueden subir la información según corresponda

De la misma forma, los estudiantes que participan en la validación de esta investigación subieron la información por medio de esta misma plataforma. Es

importante mencionar que el docente le entregó a cada uno los enlaces de las sesiones de clase, por ejemplo, en la sesión uno, de esta institución educativa los estudiantes subieron el trabajo propuesto, como se evidencia en la imagen.

Figura 98.

Espacio web de la sesión número uno de los estudiantes de los I.E.D.

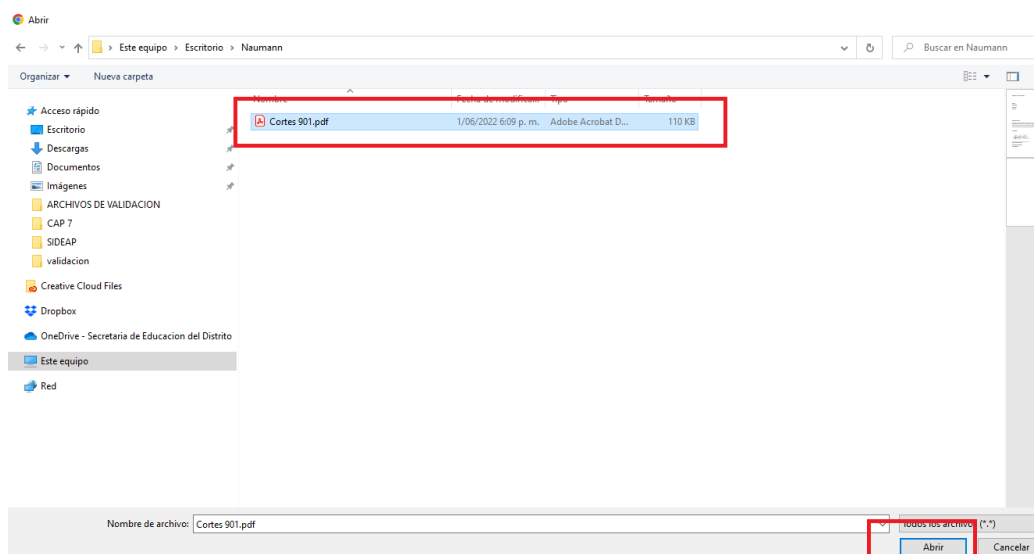


Nota. En cada una de las sesiones los estudiantes pueden subir la información según corresponda.

Posteriormente, ellos mismos buscaron el archivo en el dispositivo electrónico, lo seleccionaron, y así, esta información quedó *online* en la plataforma, como se evidencia en la siguiente ilustración.

Figura 99.

Paso 1. Subir archivos por parte de los estudiantes de los I.E.D.



Nota. Proceso inicial para subir archivos por parte de los estudiantes.

El estudiante pudo validar si esta información fue recibida en la plataforma por que le apareció en la pantalla el nombre del archivo que subió; también, le brindó la posibilidad de agregar nuevos archivos, si lo deseaba. En caso de que ya se tuvieran todas las evidencias para subir a la plataforma, se le da clic, en el botón “Subir”, como se evidenció a continuación:

Figura 100.

Paso número dos. Subir archivos a la plataforma

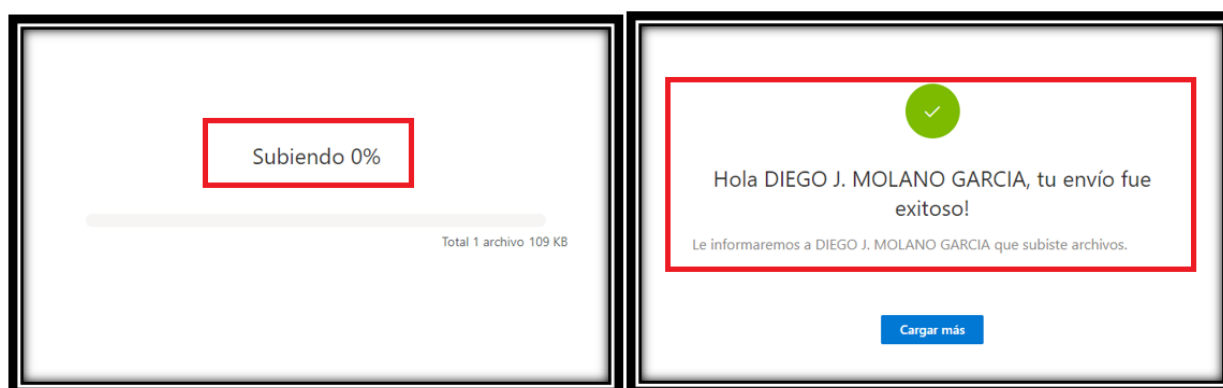


Nota. Segundo paso para subir archivos por parte de los estudiantes.

Para la etapa final de la recepción de la información a la plataforma por parte de los estudiantes, al dar “Subir”, les apareció el porcentaje de subida del archivo y cuando este ya se encontró en un 100%, en la pantalla, se visualizó el nombre del usuario y un ícono en color verde, como se muestra a continuación.

Figura 101.

Paso número tres para subir archivos a la plataforma de validación



Nota. Tercer paso para subir archivos por parte de los estudiantes.

En la forma como fue proyectada la plataforma, no solo se facilita el trabajo para el estudiante, sino también para el investigador, porque este pudo ver los trabajos de cada uno de los grupos e ir tomando anotaciones, tanto de la bitácora de observación diligenciada por el docente, como de los avances de los estudiantes. Seguidamente, se muestra cada uno de los trabajos elaborados por los participantes en el colegio ubicado en la localidad de Usaqué, de la sesión número uno.

Figura 102.

Avances en uno de los I.E.D. Sesión uno

Mis archivos > 2022 VALIDACIÓN TESIS DOCTORAL > FRIEDRICH NAUMANN > SESIÓN 1

	Nombre ▾	Modificado ▾	Modificado por ▾	Tamaño del arch... ▾	Intercambio
	701_grupo 2_Apoyo estudiante sesión I (2) ...	5 days ago	Guest Contributor	76.6 KB	Private
	701_701 grupo 4_Apoyo estudiante sesión I...	5 days ago	Guest Contributor	76.2 KB	Private
	701_701 grupo 6_proyecto de ciencias y tec...	5 days ago	Guest Contributor	106 KB	Private
	701_grupo 5_Apoyo estudiante sesión I (1)...	5 days ago	Guest Contributor	76.1 KB	Private
	701_grupo 8_Apoyo estudiante sesión I (1)...	5 days ago	Guest Contributor	76.2 KB	Private
	701_grupo 9_Apoyo estudiante sesión I 202...	5 days ago	Guest Contributor	76.2 KB	Private
	701_GRUPO3_Apoyo estudiante sesión I (1)...	5 days ago	Guest Contributor	75.5 KB	Private
	702_GRUPO 4_Apoyo estudiante sesión 2.p...	July 11	Guest Contributor	172 KB	Private
	703_equipo4_equipo 4.pptx	5 days ago	Guest Contributor	75.8 KB	Private

Nota. Trabajos de los estudiantes de uno de I.E.D. Sesión número uno.

Se observa que esta es una plataforma fácil de manejar por parte de los estudiantes, así como del docente. Esta herramienta permitió revisar, en tiempo real y en cada sesión, los avances y los desarrollos hechos por cada uno de los grupos de trabajo por institución educativa. Al subir la información, se mostró el tamaño y la fecha cuando se subió el archivo. En el siguiente segmento se explicará cómo fue el trabajo de la propuesta didáctica en cada una de las sesiones.

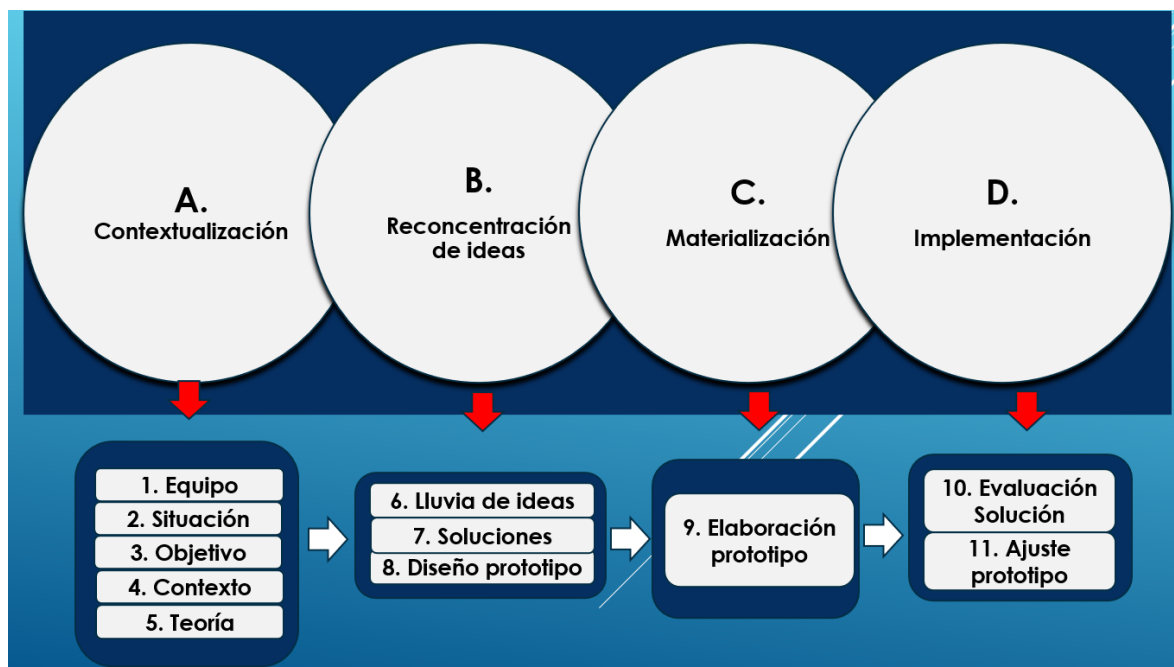
7.2.2. Sesiones de trabajo para la validación

Para esta investigación, es importante describir cada una de las sesiones de trabajo realizadas en cada una de las I.E.D., con el fin de validar la propuesta interdisciplinar – integral de enseñanza. Esta, incluye la población impactada y los diversos elementos didácticos, claves en el aula de clase, así como los instrumentos de

recolección de información. A continuación, se muestran las cuatro etapas que van a permitir este proceso.

Figura 103.

Sesiones de validación de propuesta de investigación



Nota. Sesiones de trabajo, que se usarán en la validación de esta investigación doctoral

En la imagen anterior, se evidencian los cuatro momentos de trabajo de la propuesta didáctica, que cuentan con once etapas de desarrollo dentro del aula de clase, las que, a continuación, se explicarán al detalle la forma de cómo se implementó la propuesta en cada una de ellas.

7.2.3. Sesión Uno. Contextualización

Este momento, el trabajo se enfocó a constituir los equipos de personas para la clase, identificando la situación problemática a tratar y la definición del objetivo que podría tener un prototipo didáctico en la solución del problema; asimismo, se

caracterizó el contexto de implementación y se definieron las teorías alrededor de la situación problemática, todo en el marco de las categorías de investigación de integralidad del conocimiento e interdisciplinas.

Figura 104.

Sesión número 1. Validación de la propuesta didáctica



Nota. Etapas de la sesión número uno. Esta permite iniciar la validación de la propuesta de tesis doctoral.

Para esta sesión, se elaboró una matriz, pensada para facilidad del maestro líder en el aula, que le permita realizar un seguimiento al proceso educativo por medio de un instrumento que recopila la información relevante, siempre teniendo en cuenta las categorías de investigación de *interdisciplinariedad e integralidad del conocimiento*. A continuación, se muestra una imagen de este formato digital.

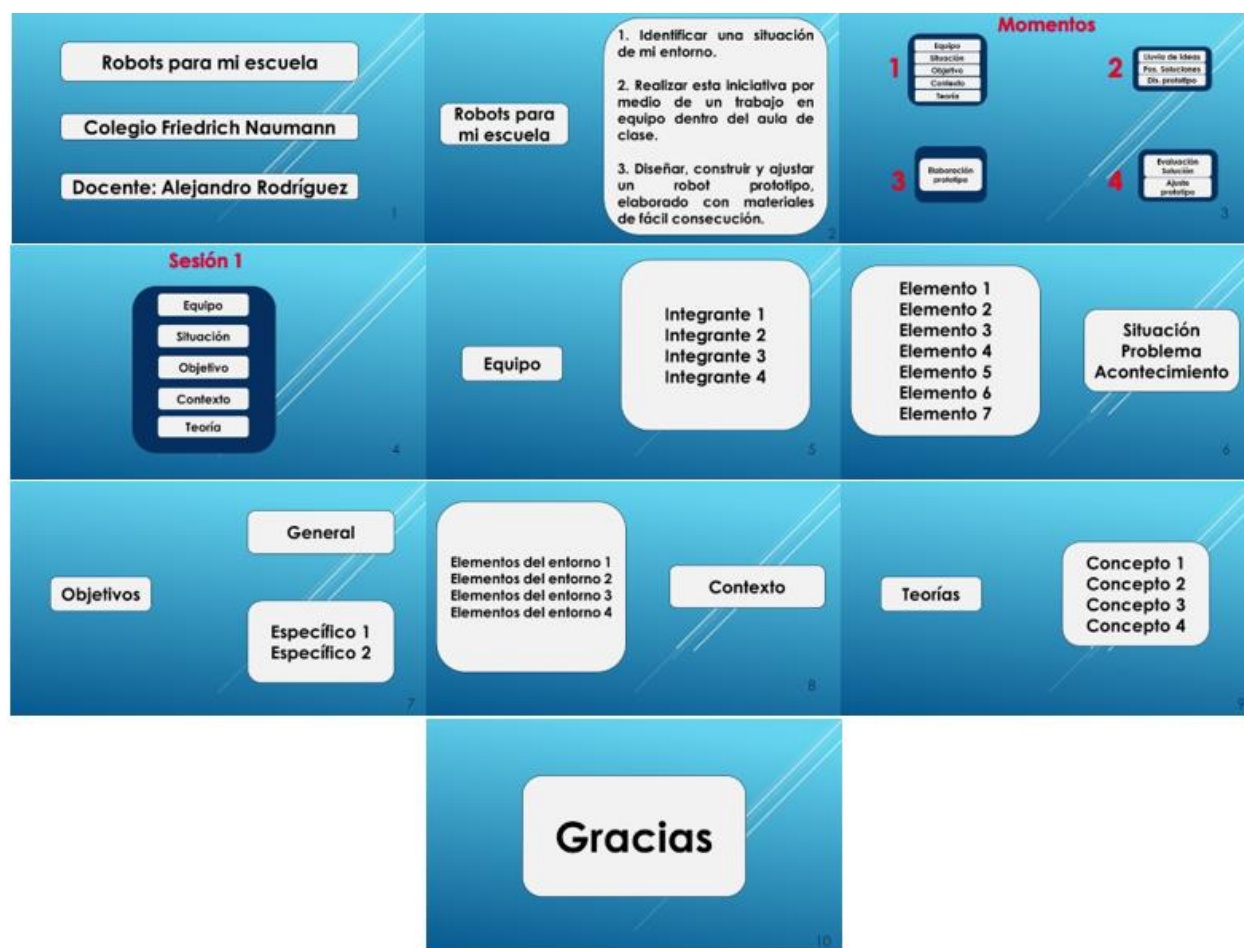
4. **Contexto de implementación:** en esta etapa, se identifican las características sociales, demográficas y económicas de la comunidad alrededor de la institución educativa, donde se piensa implementar la solución.
5. **Se investigan las bases teóricas que soportan la posible implementación:** se busca identificar las temáticas necesarias, para poder desarrollar el prototipo robot que se proyectó. Es importante que esta búsqueda se realice en el espacio de la clase, siempre en grupos de trabajo.

El maestro líder, en la sesión de clase a través de una observación del proceso didáctico, colocará una marca con la letra **X** que, dependiendo de lo visualizado en el aula, cuenta con tres escalas (bajo, medio y alto), las que adicionalmente, tienen un valor cuantitativo con una calificación de 1 a 5, bajo (1 - 2), medio (3) y alto (4 - 5). Esto, puede hacer evidente el progreso de la propuesta de enseñanza en cada uno de los grupos de trabajo. Asimismo, la matriz diseñada se halla digital y el docente puede llenarla a través de cualquier dispositivo móvil, ya sea un *smartphone*, *tablet*, computador de escritorio o *laptop*.

Para el desarrollo de esta sesión, se diseñó material de apoyo para el docente, que le facilitó enfocarse en los objetivos de la clase y poder tener un soporte a la hora de desarrollar sus diversas actividades. En primer lugar, contó con una presentación de dispositivos que mostraba las etapas de la sesión inicial, como se observa a través de miniaturas de la siguiente imagen.

Figura 106.

Apoyo para para el maestro. Sesión uno.



Nota. Miniaturas de la presentación de apoyo para el docente

Se le brindó una guía con aspectos generales enfocados a los objetivos de la validación y las actividades por desarrollar que incluye: una proyección de tiempo de trabajo de los estudiantes en el aula de clase, metodología general para la sesión que cuenta con detalles de la implementación, materiales a usar y equipos de trabajo. A continuación, se muestra en un formato diseñado para el docente que evidencia este trabajo didáctico.

Tabla 5.

Guía de apoyo para el docente. Sesión 1.

Robots para mi escuela	
Sesión 1	
OBJETIVOS General Validar la propuesta didáctica propuesta para la enseñanza de la robótica en la educación básica y media, por medio de un trabajo interdisciplinar e integral en la construcción del conocimiento. Específicos 1. Realizar presentación de la propuesta. 2. Definir subgrupos de trabajo que dará posibles soluciones a la situación. 3. Identificar una situación, acontecimiento o problema que está en la comunidad. 4. Construir los objetivos para dar una posible respuesta a las situación, acontecimiento o problema 5. Definir los escenarios de trabajo, específicamente el contexto. 6. Realizar indagación teórica acerca de la importancia de la situación, acontecimiento o problema. 7. Realizar un cierre de la actividad.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR 1. Hacer la presentación de la propuesta de trabajo dentro del aula de clase (5 minutos). 2. Definir subgrupos de trabajo que dará posibles soluciones a la situación (5 minutos). 3. Darle un espacio de tiempo a los estudiantes para que identifiquen una situación, acontecimiento o problema que afecta a la comunidad (15 minutos). 4. Definir los objetivos que permitirán intentar dar solución al problema, situación o acontecimiento (5 minutos). 5. Contextualizar la situación, problema y acontecimiento de cada uno de los subgrupos de trabajo (10 minutos). 6. Realizar indagación de las teorías que buscan teorización integral e interdisciplinar que permita visualizar el horizonte del trabajo (30 minutos). 7. Realizar un escrito, presentación o evidencia por cada subgrupo, de su posible acontecimiento, problema o situación (20 minutos). 8. Cierre y reflexión final. (5 minutos). Total, minutos: 90	

METODOLOGIA

1. Presentación de la propuesta.
 - a. Visualización del PPT.
 - b. Fichas de colores o convenciones de los grupos.
2. Darle un espacio de tiempo a los estudiantes para que identifiquen una situación, acontecimiento o problema que afecta a la comunidad.
 - a. Realizar la lectura <https://www.elespectador.com/bogota/los-retos-que-tendra-bogota-en-salud-y-educacion-en-2022>, para contextualizar, la posible situación problémica.
 - b. Se sugiere usar el PPT, para el estudiante.
3. Definir los objetivos que permitirán intentar dar solución al problema, situación o acontecimiento.
4. Contextualizar la situación, problema y acontecimiento de cada uno de los subgrupos de trabajo.
5. Realizar indagación acerca de la importancia de la situación, acontecimiento o problema. Es un tema de teorización, se sugiere realizar las siguientes actividades.
 - i. Búsqueda basada de teorías que permitan visualizar la integración y la interdisciplinariedad.
 - ii. Cada subgrupo realiza una presentación acerca de su posible escenario de trabajo.
6. Cierre y reflexión final.

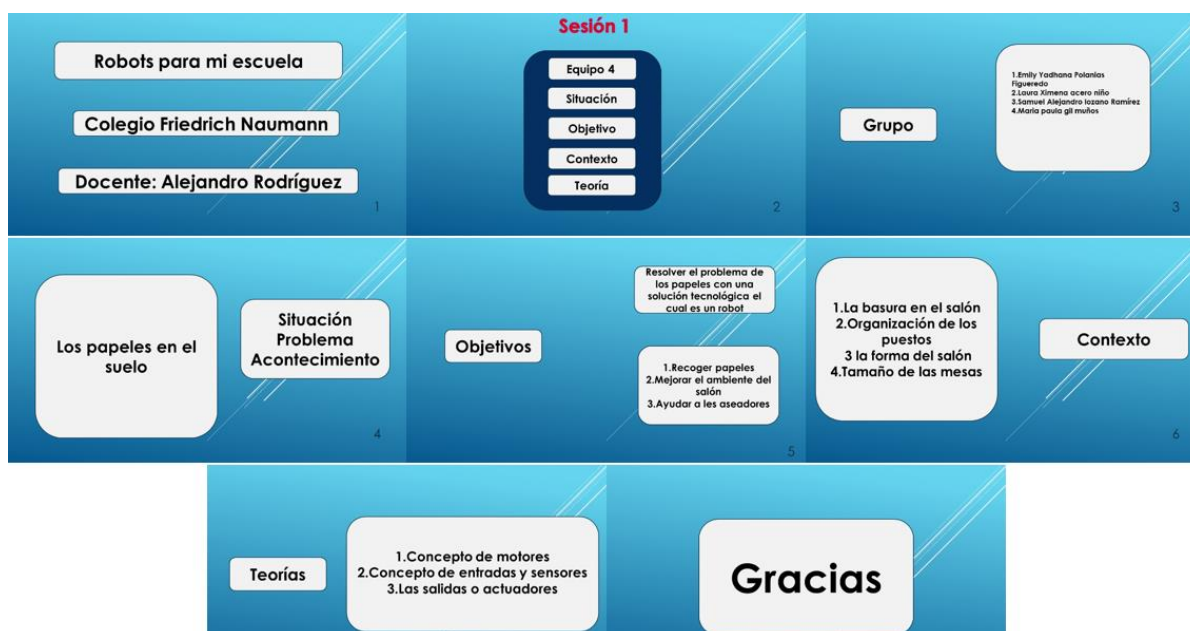
MATERIALES Y EQUIPOS

1. Aula de clase.
2. Lectura para contextualizar en subgrupos.
3. Computadores.
4. Formatos digitales de presentación de las entregas.
5. Internet.

Junto con la guía docente, cada equipo de estudiantes contó con un apoyo a través de una presentación de *Power Point* 365, que contenía los elementos que se requerían para completar las tareas propuestas en un primer instante. A continuación, se muestra un resumen de este apoyo didáctico

Figura 107.

Material de apoyo para los estudiantes. Sesión 1.



Nota. Miniaturas de una de las entregas elaboradas por un grupo de estudiantes en la sesión 1.

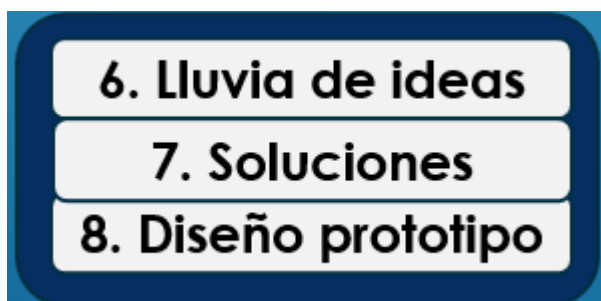
Teniendo en cuenta lo descrito en los párrafos anteriores, se desarrolló la primera sesión de validación de esta investigación, en cada una de las tres instituciones educativas, obteniendo algunas apreciaciones importantes que serán señaladas en una sección posterior, enfocada a los aportes de este proceso en esta propuesta didáctica interdisciplinar - integradora de conocimientos.

7.2.4. Sesión 2. Reconcentración de ideas

Para este momento de la investigación, se trabajaron tres aspectos que consistieron en una lluvia de ideas interdisciplinar, para posteriormente, identificar posibles soluciones a la situación problémica y así poder generar el diseño de un posible prototipo robot.

Figura 108.

Pasos del momento. Reconcentración de ideas



Nota. Etapas por implementar en el momento en el momento número dos.

Para implementar este momento, se propone una lluvia de ideas y para este caso muy particular, porque se les indica a los estudiantes que identifiquen elementos (propuestas), que pudieran encajar en las diversas áreas que ellos reciben en el colegio y cómo cada una de estas iniciativas puede aportar a la solución de la situación planteada en el momento anterior de la propuesta. Esta instrucción induce al estudiante, de manera indirecta, a pensar de forma interdisciplinar, de acuerdo con los planteamientos de Maingain (Maingain, 2002) y, al mismo tiempo, integral (Castro, 2022). A continuación, está el formato diseñado con este propósito.

Figura 109.

Matriz lluvia de ideas interdisciplinar – integral.

	ASPECTOS	ELEMENTOS DE LA LLUVIA DE IDEAS	CONCLUSIONES
INTERDISCIPLINARIEDAD	Tecnología e Informática		
	Humanidades, Lengua Castellana e Idiomas Extranjeros		
	Ciencias Naturales y Educación Ambiental		
	Ciencias Sociales, Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia		
	Educación Artística y Cultural		
	Educación Ética y en Valores Humanos		
	Educación Religiosa		
	Matemáticas		
	Educación Física, Recreación y Deportes		
INTEGRALIDAD	Comunidad - personas		
	Contexto - Entorno		
	Economía - Incidencias con el entorno		

Nota. Los participantes tienen la posibilidad de diseñar soluciones desde las diversas áreas del conocimiento de forma integral.

Asimismo, se vinculó la racionalidad del grupo de estudiantes, con las posibles soluciones a esta problemática, que sin duda, estuvo relacionada con el análisis de las ideas que se dieron previamente, por cada una de las asignaturas. De esta forma, el equipo puede llegar a hallazgos preliminares, que le permitan determinar los elementos que debe tener el prototipo robot. Así, el grupo de estudiantes se concentra en la parte de la matriz que se denominó conclusiones, que para esta propuesta, hace parte del momento de *posibles soluciones*.

Figura 110.

Matriz de hallazgos preliminares. Etapa de posibles soluciones interdisciplinarias - integradoras de conocimientos.

	ASPECTOS	ELEMENTOS DE LA LLUVIA DE IDEAS	CONCLUSIONES
INTERDISCIPLINARIEDAD	Tecnología e Informática		
	Humanidades, Lengua Castellana e Idiomas Extranjeros		
	Ciencias Naturales y Educación Ambiental		
	Ciencias Sociales, Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia		
	Educación Artística y Cultural		
	Educación Ética y en Valores Humanos		
	Educación Religiosa		
	Matemáticas		
	Educación Física, Recreación y Deportes		
INTEGRALIDAD	Comunidad - personas		
	Contexto - Entorno		
	Economía - Incidencias con el entorno		

Nota. En este espacio se construyen las posibles soluciones a través del prototipo tecnológico.

Posterior a estas dos etapas, la de lluvia de ideas interdisciplinar e integral y las posibles soluciones, se da paso a la etapa de *diseño del prototipo*. Este momento es muy interesante, porque los estudiantes, en verdad, se emocionan al pensar acerca de cómo podría ser la solución soñada, despertando un gran interés por seguir con este proceso educativo.

Desde esta perspectiva, se construye para la validación, una matriz que permite al estudiante proyectar las características del prototipo de robot a elaborar. Este instrumento contiene los siguientes componentes:

1. La descripción general del robot.
2. Los posibles elementos mecánicos.
3. Los componentes electrónicos.
4. Los elementos de comunicación, el software de programación (si es necesario).

5. La posible forma de locomoción
6. Los materiales por usar; en este aspecto, se les sugiere elementos de fácil consecución y reciclados, teniendo en la cuenta el decreto del MEN 4807 del 2011, que impide solicitar elementos fuera de los que ofrece las instituciones a los estudiantes. La matriz diseñada es la siguiente.

Figura 111.

Formato para el diseño del prototipo robot

FORMATO ROBOT PROTOTIPO		
ROBOT	DESCRIPCIÓN	
	ELEMENTOS MECÁNICOS	
	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS	
	ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN	
	TIPO DE LOCOMOCIÓN	
	LISTADO DE MATERIALES	

Nota. Matriz que permite al estudiante detallar los elementos del robot.

Al igual que en el momento número dos, se diseñaron materiales para el docente que incluye una presentación que permite guiar al grupo de estudiantes en el aula de clase. A continuación. Se muestra unas miniaturas del material de apoyo visual del docente.

Figura 112.

Material de apoyo en dispositivos para el docente. Sesión dos

Robots para mi escuela

Colegio Reino de Holanda I.E.D.

Docente: Carlos H. Cortés

Sesión 2

Lluvia de Ideas

Pos. Soluciones

Dis. Robot

Conclusiones lluvia de ideas

Formato Robot Prototipo

Formato Materiales - Robot Prototipo

Gracias

Nota. Guía de trabajo del docente en la localidad de Rafael Uribe Uribe.

Se construyó para el docente una guía de apoyo didáctico detallada que le permitió desarrollar la sesión de clase. En este soporte, se tiene en cuenta cómo se van a trabajar los objetivos de los grupos de estudiantes, así como las actividades a desarrollar de forma detallada, la metodología de implementación a usar con los estudiantes y los materiales, en la forma como se observa en la siguiente guía.

Tabla 6.

Guía de trabajo detallada para el maestro. Sesión dos.

Robots para mi escuela	
Sesión 2	
Objetivos General Validar la propuesta didáctica propuesta para la enseñanza de la robótica en la educación básica y media, por medio de un trabajo interdisciplinar e integral en la construcción del conocimiento. Específicos 1. Realizar una lluvia de ideas acerca de la situación, problema o acontecimiento. 2. Proponer algunas alternativas de solución de la situación, problema o acontecimiento. 3. Iniciar con el diseño de un robot que se convierta en un prototipo didáctico que pueda aportar en la solución de la situación, problema o acontecimiento.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR 1. Explicar al grupo de trabajo las dinámica de las lluvia de ideas y elaborarla en el computador según el formato SESIÓN 2 - INTEGRAL- INTERDISCIPLINAR (30 minutos). 2. Clasificar las ideas más apropiadas teniendo en cuenta que esta debe ser integral para el problema y que vincule las demás áreas del conocimiento, en el formato SESIÓN 2 - INTEGRAL- INTERDISCIPLINAR (20 min). 3. Definir la posible solución teniendo en cuenta las diversas ideas que se obtuvieron y escogiendo las más apropiadas, en el SESIÓN 2 - INTEGRAL- INTERDISCIPLINAR (20 minutos). 4. Definir las características del robot prototipo que puede dar solución a esta problemática de forma integral e interdisciplinar a la situación, problema o acontecimiento, que está en SESIÓN 2 - INTEGRAL- INTERDISCIPLINAR. Hoja – FORMATO ROBOT PROTOTIPO. (20 minutos). 5. Organización logística para la adquisición de los materiales para traer en la sesión # 3, que están enfocados a la construcción del robot. Actividad de cierre. Total, minutos: 90	

METODOLOGIA

1. Presentación de los elementos a trabajar en la sesión número dos, por medio de dispositivas y explicar la forma de llenar el formato **SESIÓN 2 - INTEGRAL- INTERDISCIPLINAR**, a los grupos de trabajo.
2. Brindar un espacio de tiempo al grupo de estudiantes para realicen imaginarios acerca de las posibles soluciones a la situación planteada y así iniciar el diligenciamiento del formato **SESIÓN DOS - INTEGRAL- INTERDISCIPLINAR**, con las ideas de estos en cada uno de los segmentos que esta matriz tiene. En la figura es el recuadro rojo.

	ASPECTOS	ELEMENTOS DE LA LLUVIA DE IDEAS	CONCLUSIONES
INTERDISCIPLINARIEDAD	Tecnología e Informática		
	Humanidades, Lengua Castellana e Idiomas Extranjeros		
	Ciencias Naturales y Educación Ambiental		
	Ciencias Sociales, Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia		
	Educación Artística y Cultural		
	Educación Ética y en Valores Humanos		
	Educación Religiosa		
	Matemáticas		
	Educación Física, Recreación y Deportes		
INTEGRAL	Comunidad		
	Contexto		
	Economía		

3. Cada grupo de estudiantes define las conclusiones (**POSIBLES SOLUCIONES**), obtenidas de los elementos de la lluvia de ideas. Como se observa en la figura es el recuadro rojo.

	ASPECTOS	ELEMENTOS DE LA LLUVIA DE IDEAS	CONCLUSIONES
INTERDISCIPLINARIEDAD	Tecnología e Informática		
	Humanidades, Lengua Castellana e Idiomas Extranjeros		
	Ciencias Naturales y Educación Ambiental		
	Ciencias Sociales, Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia		
	Educación Artística y Cultural		
	Educación Ética y en Valores Humanos		
	Educación Religiosa		
	Matemáticas		
	Educación Física, Recreación y Deportes		
INTEGRAL	Comunidad		
	Contexto		
	Economía		

4. Al tener las conclusiones de la posible solución a la problemática o acontecimiento, el grupo de trabajo se dispone a brindar las características del robot que incluyen una descripción de manera general, los elementos mecánicos y electrónicos de este, posible software de programación y tipo de locomoción de este. El formato sugerido es **SESIÓN 2 - INTEGRAL-INTERDISCIPLINAR. Hoja – FORMATO ROBOT PROTOTIPO.**

FORMATO ROBOT PROTOTIPO		
ROBOT	DESCRIPCIÓN	
	ELEMENTOS MECÁNICOS	
	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS	
	ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN	
	TIPO DE LOCOMOCIÓN	
	LISTADO DE MATERIALES	

5. Posteriormente se realiza un listado de los materiales consumibles con los que cuenta la institución educativa para la elaboración de este prototipo robot y en caso extremo, solicitar a los estudiantes por grupos algunos elementos de fácil consecución para elaborar este.

FORMATO ROBOT PROTOTIPO		
ROBOT	DESCRIPCIÓN	
	ELEMENTOS MECÁNICOS	
	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS	
	ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN	
	TIPO DE LOCOMOCIÓN	
	LISTADO DE MATERIALES	

6. Realizar un cierre de la actividad con las percepciones de los estudiantes acerca de este trabajo en cada uno de los formatos y su metodología.

MATERIALES Y EQUIPOS

1. Aula de clase.
2. Lectura
3. Computadores
4. Formatos de trabajo
5. Internet

Se desarrolló una guía didáctica para el estudiante en la que ubicó los elementos relacionados con la sesión número dos, que incluye: la lluvia de ideas inter – transdisciplinar, la proyección de la posible solución a través del análisis de los planteamientos del momento de las ideas y el diseño del prototipo didáctico. De la misma manera, se proyectan los materiales para la sesión de construcción del robot, como se evidencia en las siguientes miniaturas.

Figura 113.

Guía de trabajo para los estudiantes. Sesión 2.



Nota. Guía de trabajo para el estudiante en el proceso de validación. Sesión número dos.

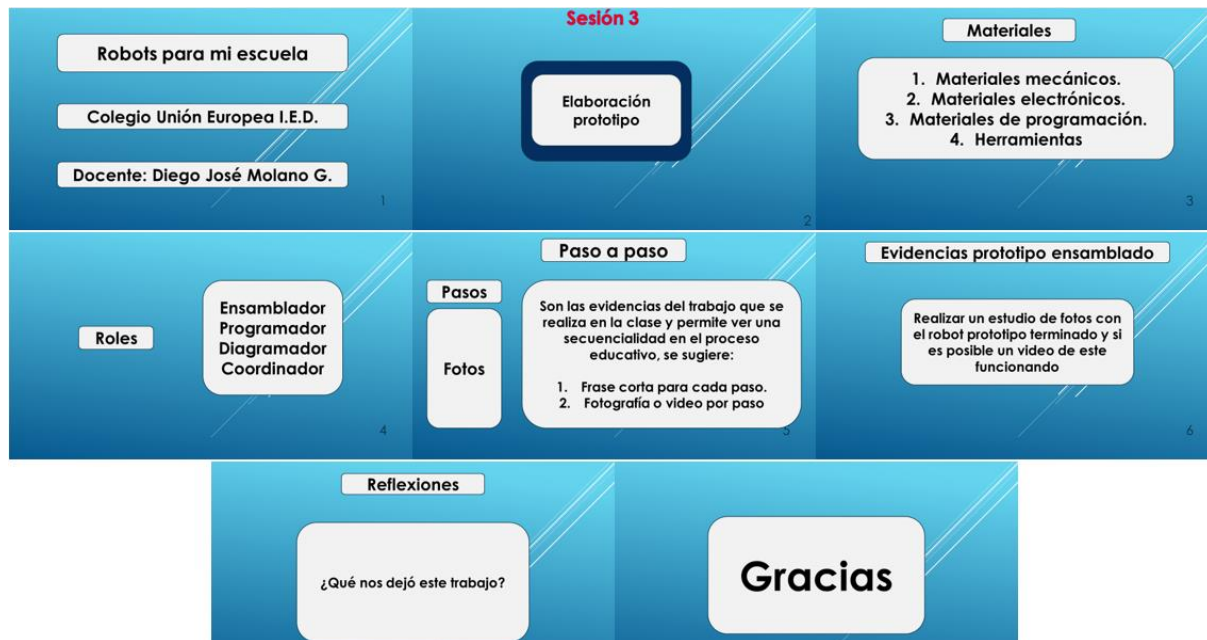
De esta forma, se finaliza con la etapa número dos, que permitió que el estudiante de manera conceptual, definiera el prototipo a elaborar, lo que incluye sus características de la ingeniería, materiales para su armado y las formas de cómo lo va a impactar en la comunidad educativa; para este caso, en las tres localidades de la ciudad de Bogotá, por un lado, Ciudad Bolívar; por el otro, Rafael Uribe Uribe y Usaquén. A continuación se describe el momento que se ha denominado *materialización*.

7.2.5. Sesión 3. Materialización

Al igual que en las sesiones uno y dos, se creó material de apoyo para el docente, que consistió en una presentación didáctica del trabajo a desarrollar en cada una de las instituciones educativas, en las que los estudiantes, sin duda, disfrutaron de un espacio académico agradable y divertido. Aquí, ellos colocaron en práctica toda la conceptualización previa, que se ha desarrollado alrededor de este proceso de enseñanza y vieron la materialización de las ideas que han discutido y consolidado en cada uno de los grupos de trabajo. A continuación, se presentan las guías de apoyo para el docente en esta sesión tres.

Figura 114.

Material de apoyo para el docente. Sesión tres.



Nota. Guía de trabajo para el estudiante en el proceso de validación. Sesión tres.

Se construye para los maestros un material de apoyo detallado que le permite tener las posibles secuencias de trabajo durante la clase, como se evidencia en la siguiente guía de trabajo.

Tabla 7.

Material de apoyo para el docente. Sesión número tres

Robots para mi escuela	
Sesión 3	
OBJETIVOS General Validar la propuesta didáctica propuesta para la enseñanza de la robótica en la educación básica y media, por medio de un trabajo interdisciplinar e integral en la construcción del conocimiento.	

Específicos 1. Elaborar el robot prototipo que intentará dar solución a la problemática, acontecimiento o situación planteada.
ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR 1. Realizar un listado de los materiales disponibles (5 minutos). 2. Definir los roles (funciones), de trabajo dentro de cada uno de los grupos (5 minutos). 3. Construir robot desde los aspectos electrónicos, mecánicos y de programación. (70 min). 4. Tomar evidencias fotográficas del proceso de construcción (5 minutos). 5. Actividad de cierre (5 minutos). Total, minutos: 90
METODOLOGIA 1. Indicar a los estudiantes revisar las matrices de la sesión número dos, que les permitirá identificar el prototipo robot a elaborar. 2. Validación de los materiales de cada uno de los grupos de trabajo (tomar fotografía). 3. Definición de roles de trabajo por parte de los estudiantes y que los estudiantes lo escriban en su PPT de la sesión. 4. Indicar a los estudiantes que uno de ellos valla haciendo el paso a paso de cómo se está elaborando el robot prototipo, ojalá acompañado de fotografías de cada uno de ellos. 5. Ensamblar cada una de las partes electrónicas, mecánicas y de programación de los robots prototipos desarrollados. 6. Validar el funcionamiento del robot en contexto con la situación, problema o acontecimiento planteado. Si es posible realizar una sesión de fotografías y video del proceso. 7. Realizar un cierre con los estudiantes, consultando su experiencia y ojalá escribiendo en el formato de seguimiento estas apreciaciones de manera general.
MATERIALES Y EQUIPOS 1. Aula de clase. 2. Computadores 3. Formatos de trabajo 4. Internet. 5. Materiales para la construcción de robot prototipo. 6. Herramientas tecnológicas usadas en la elaboración y ensamble del robot prototipo.

Posterior a este trabajo, cada colegio y por decisión de los docentes participantes, líderes de la validación, se acordó abordar un problema por institución educativa y de esta forma, se realizó un prototipo de robot para cada entorno. Para el caso de la institución de Usaqué, se enfocó en un dispositivo para limpiar el aula de

clase y el colegio. En la localidad de Rafael Uribe Uribe, se decidió por un artefacto que ayudara a la entrega de refrigerios y en la Institución de la localidad de Ciudad Bolívar, se proyectó un prototipo de robot que pueda ayudar con los rescates de personas en lugares de difícil acceso.

Tabla 8.

Prototipos y características de cada institución educativa por localidad

METAS DEL TRABAJO EN CADA INSTITUCIÓN EDUCATIVA			
I.E.D.	Usaquén	Rafael Uribe Uribe	Ciudad Bolívar
Definición del prototipo	Robot de limpieza para el colegio	Robot mesero, para los refrigerios	Robot de rescate en lugares de difícil acceso.
Características	• Uso de ruedas para movimiento. • Sensores mecánicos. • Recoger la basura del salón. • Forma de animal, para que sea amigable con los niños	• Robot de tipo bípedo. • Sensores ópticos. • Lleva las canastas del refrigerio a cada aula de clase. • Puede seguir un camino oscuro que sirva como guía de este.	• Robot ápedo. • Sensores mecánicos y ópticos. • Apoyar a los organismos de rescate. • Que inspire respeto a la comunidad.

Nota. Estas son las características de los robots a intentar desarrollar en cada una de las I.E.D.

Para cada institución educativa y teniendo en cuenta el tiempo para realizar el pilotaje, se desarrollaron prototipos muy sencillos, tratando de proyectar e iniciar el proceso de perfeccionamiento posterior de cada uno de ellos. A continuación, se muestran las guías de apoyo didáctico para la construcción de los prototipos que se elaboraron para cada una de las localidades.

7.2.5.1. Robot de limpieza.

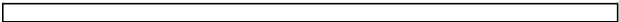
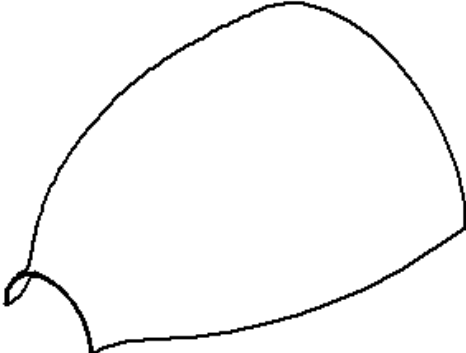
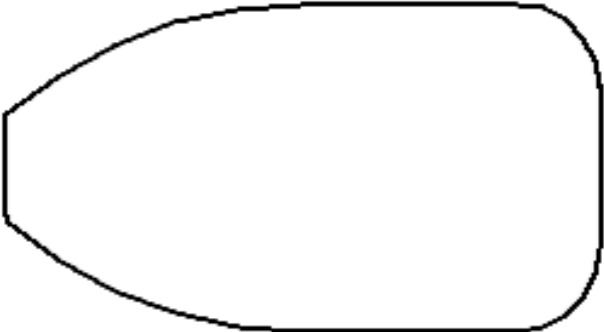
Teniendo en cuenta las características definidas por el grupo de trabajo de la institución educativa de la localidad de Usaqué, que definió un prototipo robot que permita hacer el aseo, se proyecta un artefacto sencillo para realizar esta tarea. Como artefacto electrónico, cuenta con los siguientes componentes sencillos:

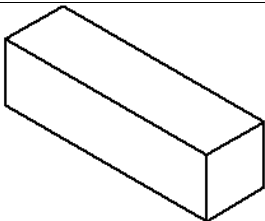
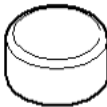
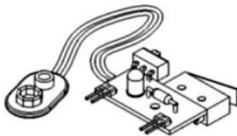
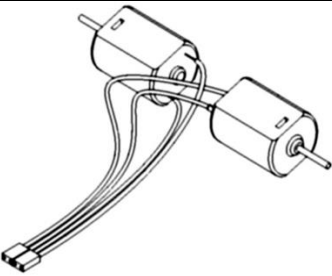
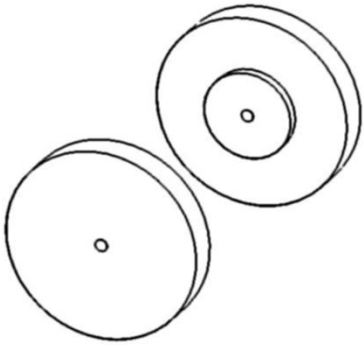
- PCB o tarjeta principal, permite tener el control de los sensores y motores del dispositivo.
- Sensor mecánico o microswitch, este elemento puede detectar la basura del entorno.
- Diodos led, que son indicadores de voltaje o de presencia de cargas eléctricas, los cuales se pueden observar a través del encendido de un bombillo pequeño.
- Los motores DC; básicamente son actuadores que permiten que el prototipo se desplace en diversas direcciones.

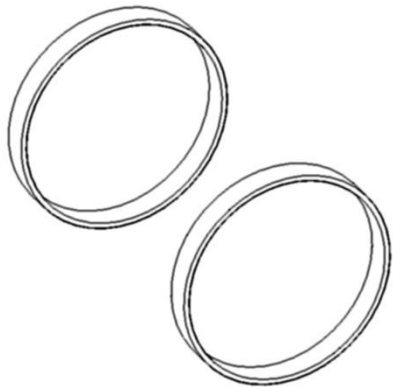
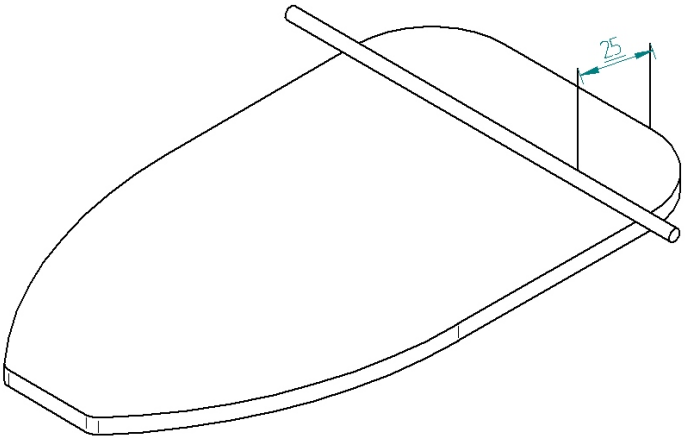
En la tabla siguiente tabla, se muestra la guía de apoyo didáctico para el estudiante, con el fin de que pueda construir una estructura de base robótica, teniendo en cuenta las necesidades de la situación problémica del entorno; a su vez, le da la posibilidad de personalizar esta estructura, le establece un vínculo afectivo con el componente y le genera un contexto de aprendizaje contextualizado.

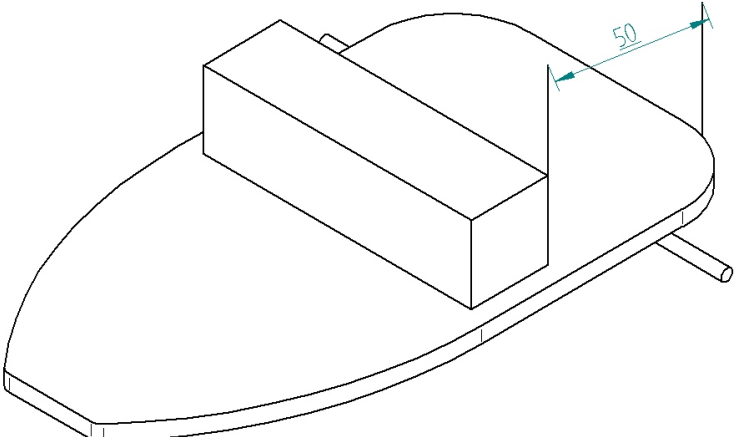
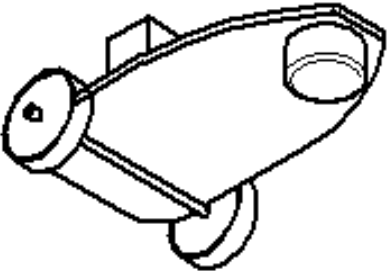
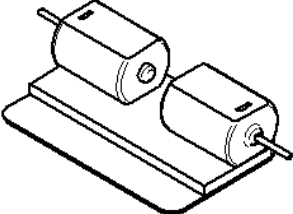
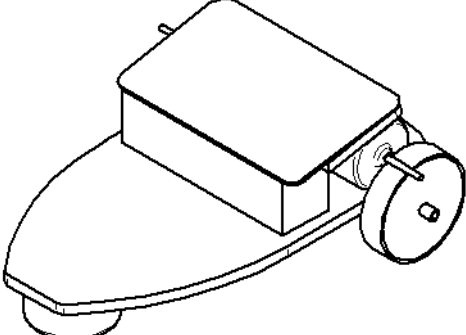
Tabla 9.

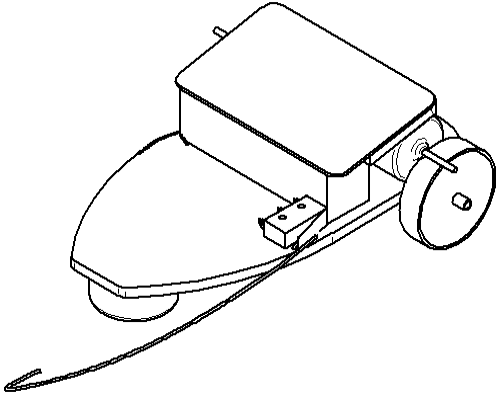
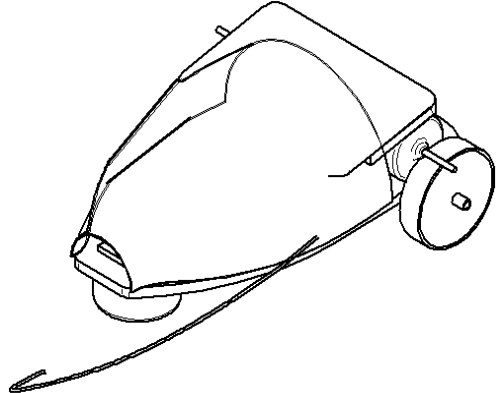
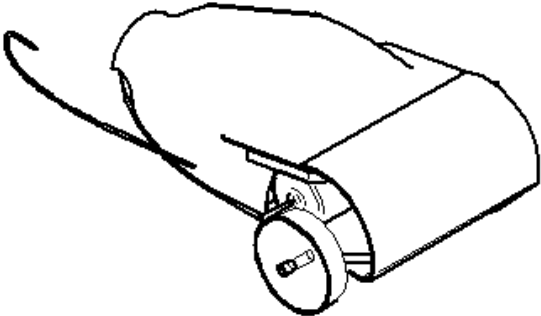
Guía de plataforma base de robot de servicios de aseo

ROBOTS PARA MI ESCUELA LOCALIDAD DE USAQUÉN GUÍA DIDÁCTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA BASE PARA PROTOTIPO ROBOT DE SERVICIOS DE ASEO	
Listado de materiales reciclables y de fácil consecución	
Palo de pincho.	
Parte de botella plástica reciclada de 500 o 600 ml.	
Tabla de balsa de 10 X 15 cm.	
Soporte de motores en balsa 10 mm	
Bisagras en cartón paja	

Apoyo de Bisagra (balso, madera o MDF)	
Tapa de gaseosa	
Circuito electrónico con sensor que detecta residuos sólidos	
Extensión del sensor de residuos sólidos	
Motores DC	
Ruedas	

Bandas de fricción	
Elementos de trabajo dentro del aula de clase, por grupo de trabajo. • Pistola de silicona. • Dos barras de silicona. • Caladora de mano o tijeras. • Pegante UHU o instantáneo. • Trozo de papel de lija numero 80 o 100. • Lápiz. • Regla.	
	Paso 1: Corte la plantilla a la medida y pegue el eje a la base a una distancia de 25 mm del borde como se muestra en la figura.

	Paso 2. Por favor pegue el apoyo de la bisagra a 50 mm desde el borde, como se observa en la figura. Ponga los cauchos alrededor de las ruedas e insértelas en el eje asegurándolas con los topes.
	Paso 3: Por favor pegue la tapa con el borde hacia la plataforma principal tal como se indica en la figura.
	Paso 4: Adhiera el soporte para los motores a la bisagra de cartón paja. Posteriormente pegue estos al soporte como se observa en la figura.
	Paso 5: Junte la bisagra y el soporte, a los motores sobre el apoyo, como se muestra en la figura.

	Paso 6: Ubicar y pegar la tarjeta de control a la parte delantera de la plataforma principal del ratón tal como se muestra en la figura, así como la extensión del sensor.
	Paso 7: Ubique la carcasa plástica sobre la parte delante del robot y péguela con la ayuda de la silicona.
	Paso 8: se coloca la cubierta trasera con cartón paja para proteger los motores. Se ha terminado. ¡Felicitaciones!
Se hace un agradecimiento especial al Ingeniero Carlos Hernán Cortés Gil, doctorando en Educación de la Universidad Santo Tomás, quien elaboró los planos mecánicos de esta estructura y los cedió para el trabajo de esta investigación doctoral.	

Esta base de robot, permitió el desarrollo de un prototipo tecnológico en el Colegio de la localidad de Usaquén y la validación de los aspectos diseñados en la propuesta, con el fin de hacer un trabajo interdisciplinar – integral, de construcción de conocimiento

7.2.5.2. Robot de rescate

Este prototipo se determinó por el equipo de trabajo y por los estudiantes de bachillerato de un Colegio ubicado en el barrio Gibraltar, de la localidad de Ciudad Bolívar. La decisión de este tipo de robot se tomó, teniendo en cuenta que en esta zona, generalmente, se presentan inundaciones y desprendimientos de tierra en los alrededores de la institución educativa y de la localidad. Frente a las características del robot, decidieron que fuera un ápodó (con patas), para tener mayor versatilidad a la hora de desplazarse en las montañas.

En el diseño de la electrónica, se decidió incluir algunos sensores ópticos, que permitieran identificar movimiento en lugares de acceso complejos. Una tarjeta madre, que integra diversos componentes electrónicos. Unos bombillos indicadores LED, que dejan ver la presencia de carga eléctrica. Un circuito integrado comparador de señales, el cual permite que el robot siga un camino de color oscuro. Resistores eléctricos, para controlar la cantidad de señal eléctrica que llega a cada componente electrónico. Diodo de regulación, que funciona como un protector en caso de conectar, de manera inversa, la batería eléctrica y dos motores, que permiten dar movimiento al robot con patas.

En la siguiente tabla se muestra la guía didáctica diseñada para que se tenga una plataforma ápodó, sencilla de hacer, elaborada con materiales de fácil consecución y reciclados.

Tabla 10.

Guía de ensamble de robot ápodo para rescates

ROBOTS PARA MI ESCUELA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR GUIA PARA LA CONSTRUCCION DE BASE ESTRUCTURAL PARA PROTOTIPO ROBOT ÁPODO PARA RESCATES	
Listado de materiales reciclables y de fácil consecución	
Elementos de trabajo dentro del aula de clase, por grupo de trabajo	
• Pistola de silicona. • Dos barras de silicona. • Caladora de mano o tijeras. • Taladro de mano o de árbol, motortool. • Pegante UHU o instantáneo. • Trozo de papel de lija numero 80 o 100. • Lápiz. • Regla. • Destornillador.	

Piezas para elaborar en palo de balsa cuadrado de 10 mm.

EXTREMIDAD

CANTIDAD 6



EJE TRASERO

CANTIDAD: 1



EJE DELANTERO

CANTIDAD: 1



EJE CENTRAL

CANTIDAD: 1



PALANCA

CANTIDAD: 6



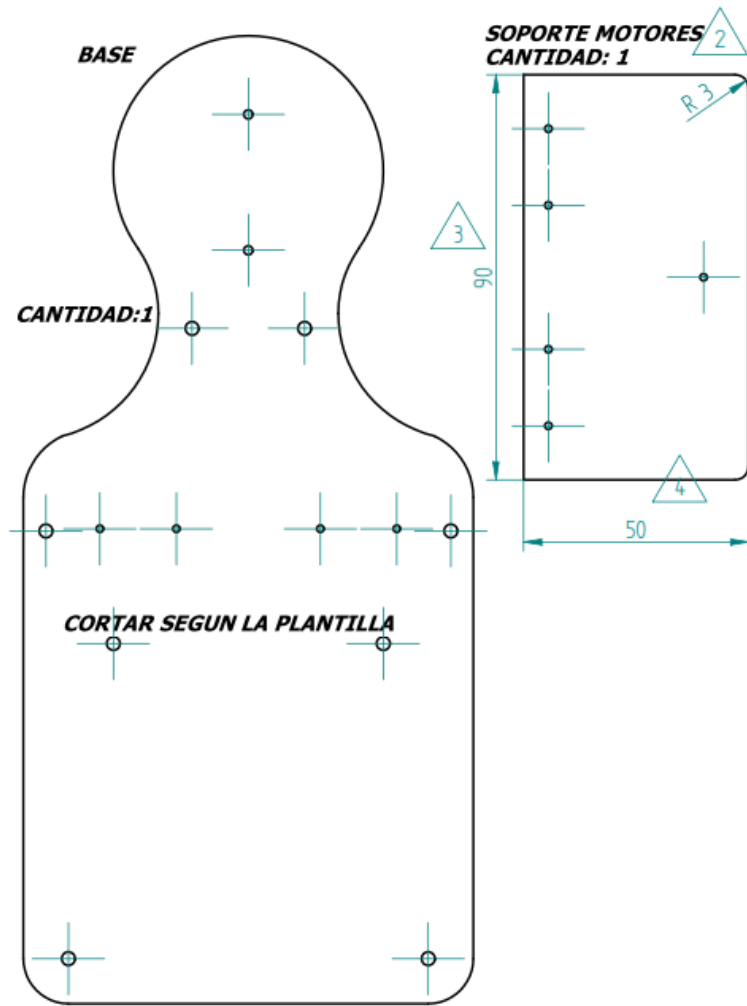
PARAL FIJO

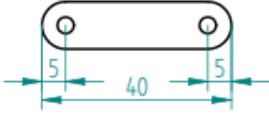
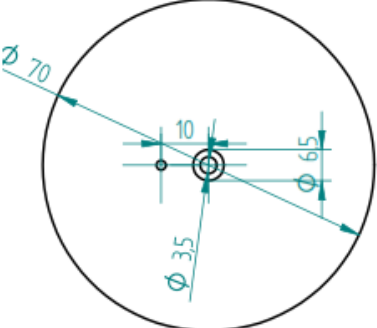
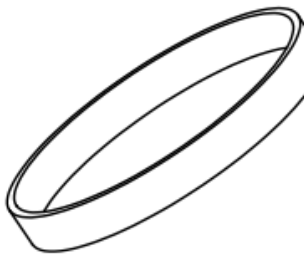
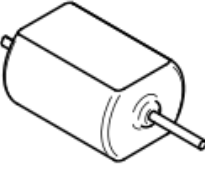
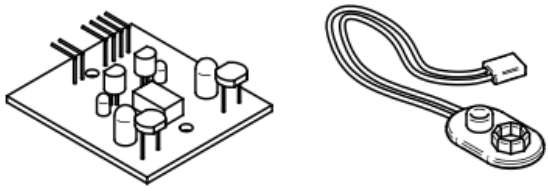
CANTIDAD: 2



NOTA: TODAS LAS MEDIDAS EN MILIMETROS

Piezas para elaborar en lámina
de 3 a 5 mm (balsa, cedro o
madera).



Piezas para elaborar en palos de paleta.	BIELA CANTIDAD: 4  BARRA OSCILANTE CANTIDAD: 2  <u>PIEZAS ESTANDARIZADAS</u> TORNILLO DE 25 mm CANTIDAD: 10  BUJE DE CAUCHO CANTIDAD: 2  RUEDAS DE TRACCION CANTIDAD 2  TORNILLO DE 10mm CANTIDAD: 6  SEPARADORES CANTIDAD:2  BANDAS DE CAUCHO CANTIDAD:2 
Dos motores de corriente eléctrica.	
Circuito electrónico.	
Recomendaciones	
Existen varios tipos de piezas que se describen en seguida: PIEZAS HECHAS EN BALSO CUADRADO DE 10mm X 10mm: estas se construyen con palo de balsa de sección cuadrada de 10mm de lado, se deben tener en la cuenta las longitudes y	

cortes y marcar los centros para realizar los agujeros correspondientes. (ver planos de estas piezas).

PIEZAS HECHAS EN LAMINA DE BALSO: están construidas en lámina de balsa de 3mm a 5mm de espesor. Para construir esta, se debe dibujar sobre el balsa la plantilla suministrada. Posteriormente cortar el contorno cuidadosamente con la caladora. La base para los motores se traza según las medidas del plano y se corta de la misma forma. (ver planos de estas piezas).

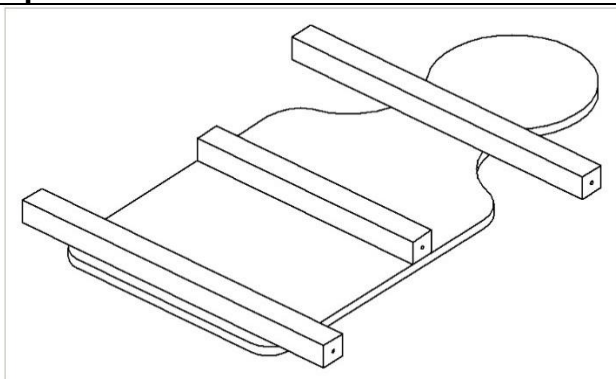
PIEZAS HECHAS EN PALOS DE PALETAS: se elaborarán con palos de paleta, algunos de estos vienen con la medida necesaria, en otros casos hay que cortarlos y ajustarlos. Se deben marcar los centros de los agujeros según las medidas, para posteriormente realizarlos con un taladro de mano o de árbol. (ver planos de estas piezas).

COMPONENTES ELECTRONICOS: Estos componentes son los necesarios para dar movimiento y controlar la plataforma ávida sugerida. Estos son una tarjeta electrónica con sensores ópticos y motores de corriente directa junto con sus respectivos cables y una fuente de poder, que puede ser un adaptador de 9 a 12 Voltios o una batería de 9 voltios.

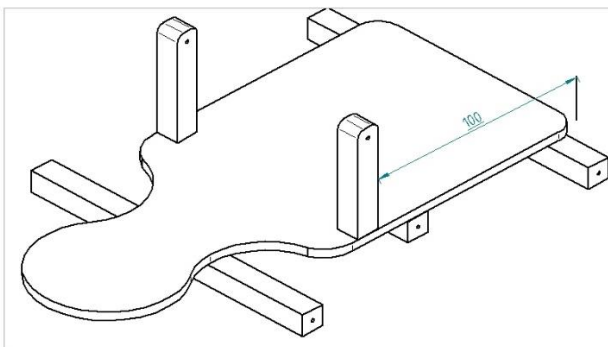
Nota: es importante marcar con el nombre cada una de las piezas para poderlas identificar en el momento del ensamble.

Soporte para el ensamble

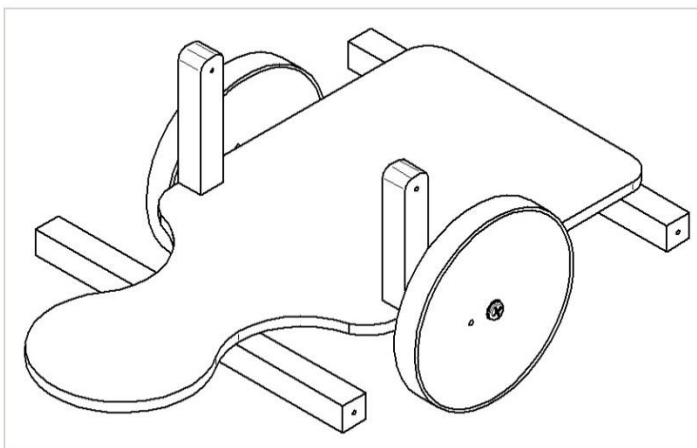
PASO 1: por favor pegue los ejes correspondientes, teniendo como base la plantilla. Tener cuidado que existe un eje trasero, central y delantero. Es importante que los extremos que sobran queden iguales a cada lado.



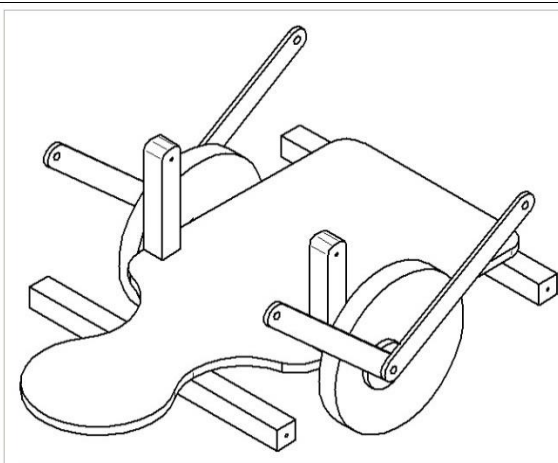
PASO 2: a continuación, pegue los parales fijos sobre la base teniendo en cuenta que queden a una distancia de 100mm (10cm), desde el borde de atrás de la base y cerca del borde lateral de la misma, como se observa en la figura.



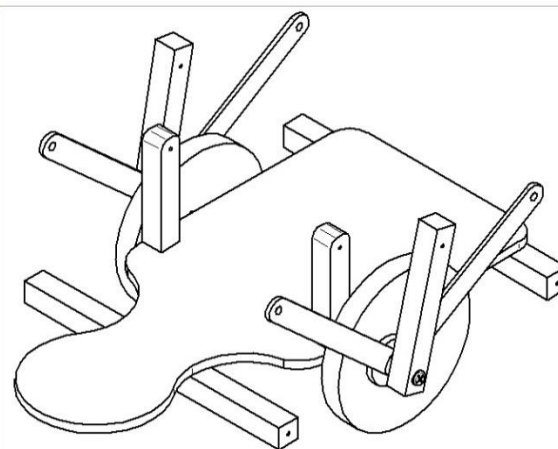
PASO 3: coloque las bandas de caucho alrededor de las ruedas de fricción. Posteriormente, atornille las ruedas al eje central utilizando dos tornillos de 25 mm. Tenga presente que la cabeza del tornillo no sobresalga de la superficie de la rueda. (ver figura).



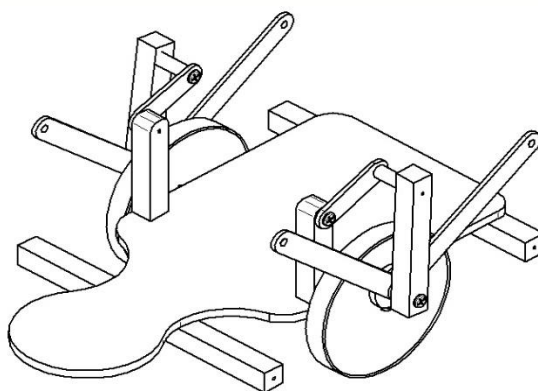
PASO 4: sobre cada una de las ruedas coloque un separador y dos bielas, como se muestra en la imagen.



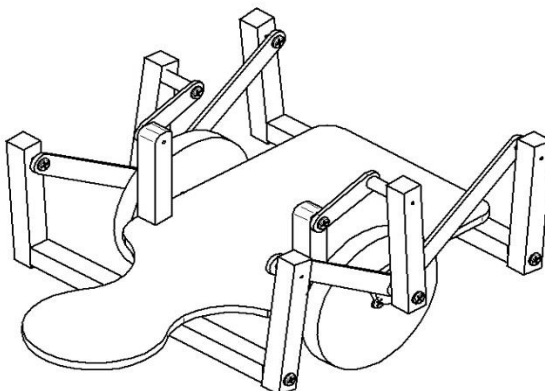
PASO 5: ubique una palanca sobre cada rueda y asegúrela junto con las bielas y separador con un tornillo de 25 mm, como se muestra en la figura.



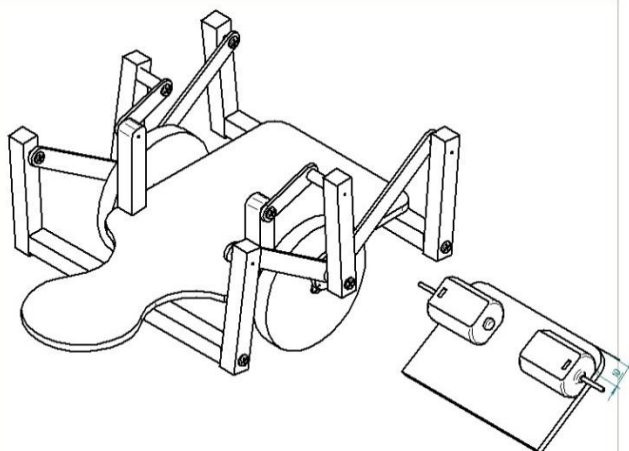
PASO 6: asegure las barras oscilantes a los parales fijos con tornillos de 10 mm, y fije el otro extremo a la palanca que está asegurada a la rueda, colocando el buje de caucho entre la barra y la palanca e insertando un tornillo de 25mm.



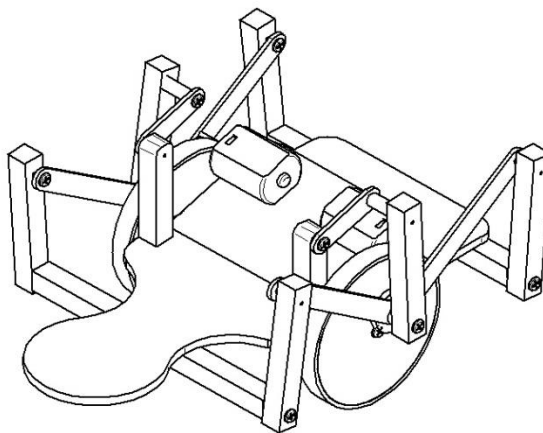
PASO 7: coloque las otras cuatro palancas, asegurándolas en la parte inferior a los ejes con un tornillo de 25 mm, y en la parte superior a la biela con un tornillo de 10 mm.



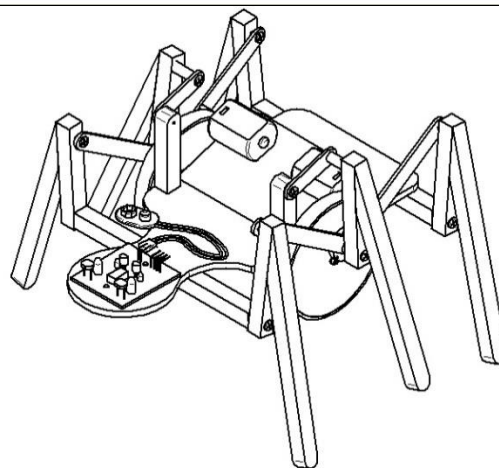
PASO 8: pegue los motores sobre el soporte de este, teniendo en cuenta que queden separados 10mm del borde de atrás y estén alineados con el borde lateral



PASO 9: ubique el soporte junto con los motores sobre la base, asegurando que el borde frontal quede alineado con los paralelos fijos y que los ejes de los motores hagan contacto con cada una de las ruedas. Verifique que el mecanismo se mueva fácilmente.



PASO 10: pegue cada una de las extremidades en cada una de las palancas, y coloque la tarjeta electrónica como se muestra en la figura, haga las conexiones según le indique el maestro.



Se hace un agradecimiento especial al Ingeniero Carlos Hernán Cortés Gil, doctorando en Educación de la Universidad Santo Tomás, por que elaboró los planos mecánicos de esta estructura y los cedió para el trabajo de esta investigación doctoral.

Este prototipo fue visualizado por los estudiantes de la localidad de Ciudad Bolívar, que busca iniciar el proceso de la construcción de un robot que impacte a esta comunidad y de ser posible, expandirlo a otros lugares de la ciudad y del territorio colombiano.

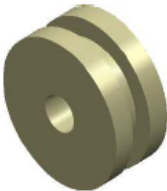
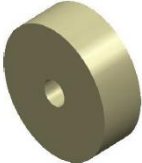
7.2.5.3. Robot mesero bípedo distribuidor de refrigerios

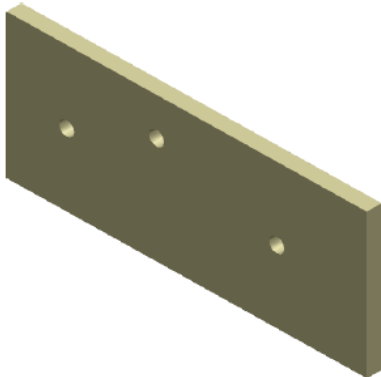
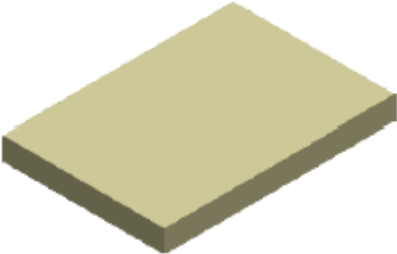
Este prototipo fue pensado a raíz de la problemática que tiene la institución educativa distrital de la localidad de Rafael Uribe Uribe, que ha empezado, desde el año 2021, un cambio a la jornada única. En esta línea, se ha pasado de un refrigerio, a dos. El segundo refrigerio, es conocido como alimento caliente, debido a que simula un almuerzo para cada estudiante. Teniendo en cuenta las dinámicas y logística de estos procesos de alimentación, se ha hecho muy complejo el desplazamiento de cada uno de los cursos al lugar donde se entrega esta comida. Por esta razón, los estudiantes identificaron, de forma unánime, que esta podría ser una alternativa de solución a este problema.

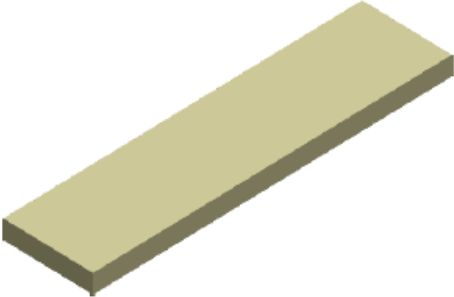
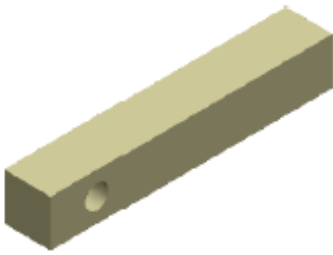
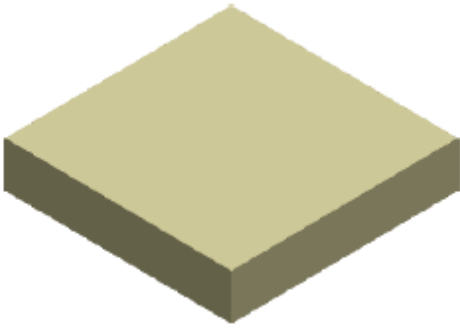
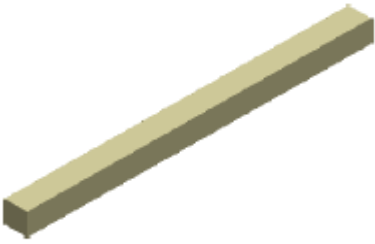
De esta forma, se construye a través de material de apoyo para el maestro, una serie de posibles materiales, herramientas y manual de ensamble de un prototipo robot bípedo, que sea capaz de seguir un camino de línea negra a cada uno de los salones de clase.

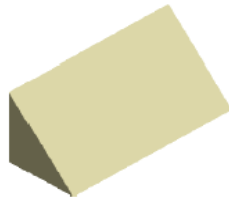
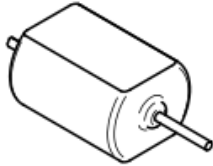
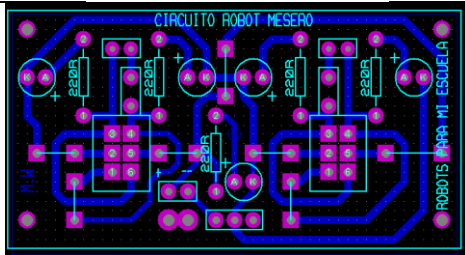
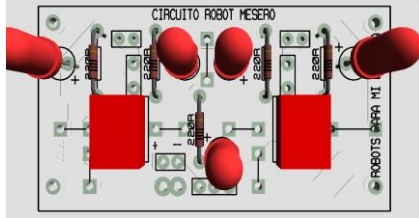
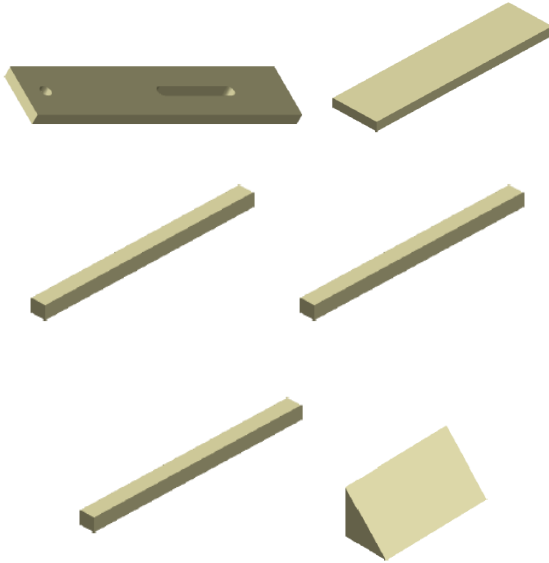
Elementos de trabajo en el aula de clase, por grupo de trabajo

- Pistola de silicona.
- Dos barras de silicona.
- Caladora de mano o tijeras.
- Taladro de mano o de árbol, motortool.
- Pegante UHU o instantáneo.
- Trozo de papel de lija numero 80 o 100.
- Destornillador.
- Tabla de balso de 5x50x910mm.
- Varilla de madera de cedro de 5x10x910.
- Varilla de balso 5 mm circular y cuadrada.
- Varilla de balso 10 mm (cuadrado).
- Madera MDF de 3mm y 9 mm.
- Interruptor de codillo 3 posiciones 3 pines.
- Sinfín de eje de motor.

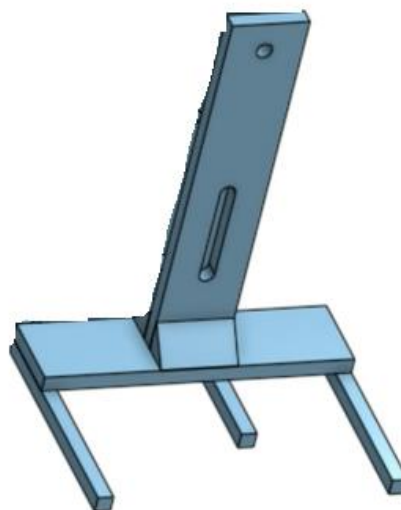
Polea 50 mm.	
Polea 20 mm.	
Rueda excéntrica.	
Separador de pierna.	

Eje de 85 mm.	
Eje de 65 mm.	
Eje de 45 mm.	
Eje de 25 mm.	
Lateral caja de reducción.	
Base caja de reducción.	

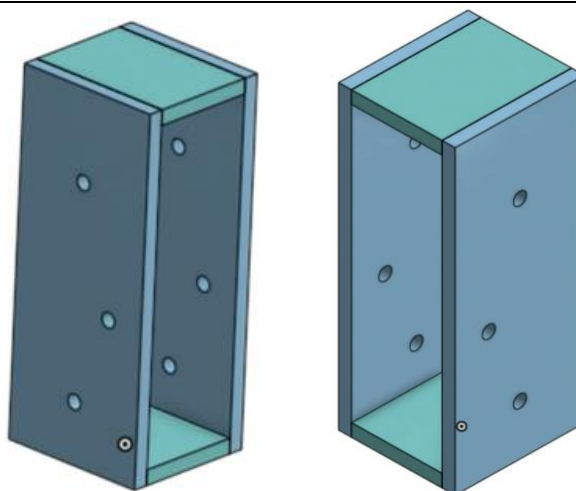
Pierna.	
Base del pie.	
Brazo.	
Soporte motor.	
Refuerzo pie.	

Triangulo pie.	
Motor de corriente eléctrica.	
Esquemático del circuito electrónico.	
Tarjeta madre del circuito.	
Soporte para el ensamble del prototipo robot	
PASO 1: busque las piezas que son la estructura del pie del prototipo robot mencionadas a continuación. - Pierna. - Base del pie. - 3 refuerzo de pie. - Triangulo de pie.	

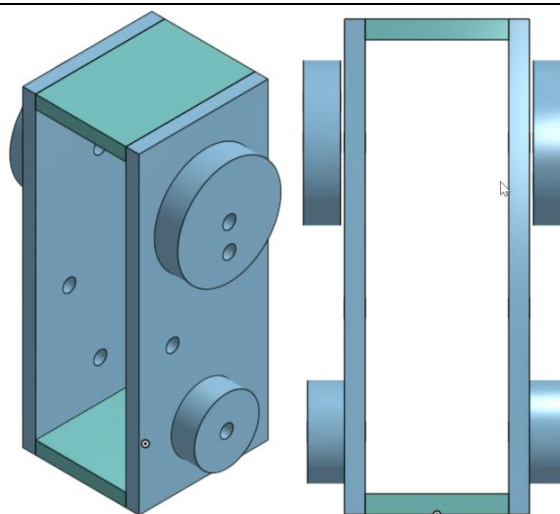
PASO 2: ensamble la pierna, como se observa en la imagen iniciando por el triángulo en la pierna y posteriormente los tres refuerzo del pie,



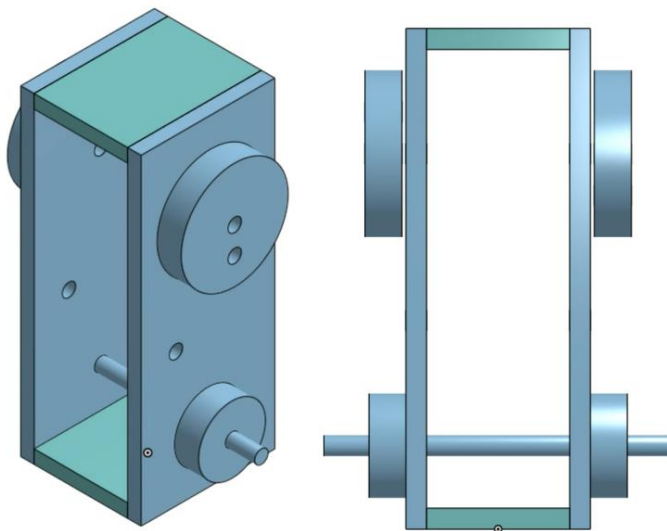
PASO 3: ubique las bases de la caja de reducción y ubíquelas junto con las 2 tapas laterales como se muestra a continuación.



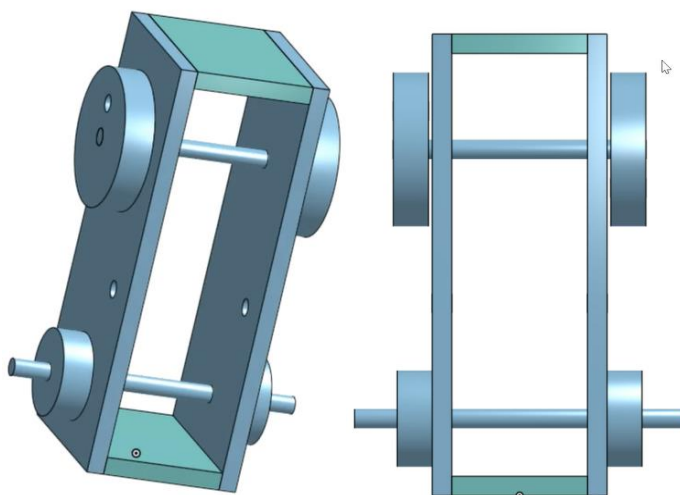
PASO 4: posteriormente a la caja de reducción del paso # 3, le agregamos los separadores de pierna y las ruedas excéntricas, como se observa en al imágenes.



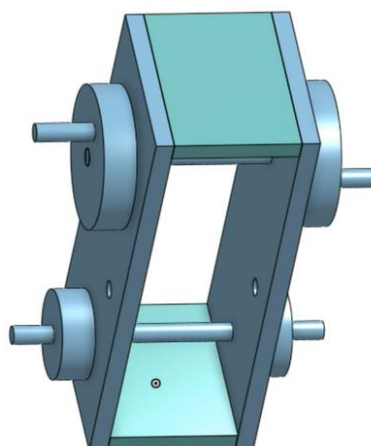
PASO 5: ahora se ubica el eje de 85 mm, traspasando los separadores de las piernas, como se observa en la ilustración.



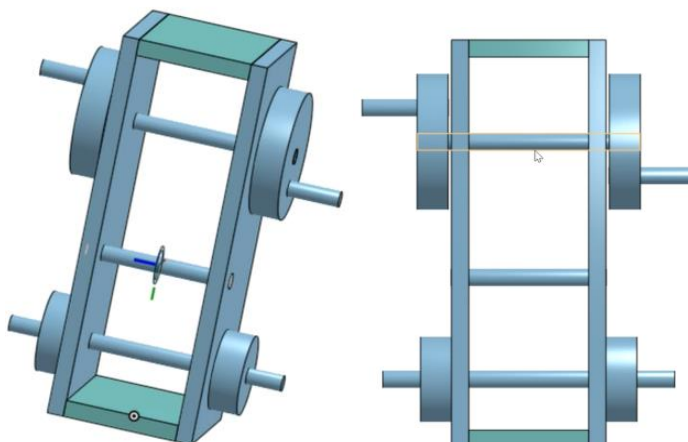
PASO 6: ahora agregamos el eje de 65 mm, que atraviesa las 2 ruedas excéntricas, como se muestra en la imagen.



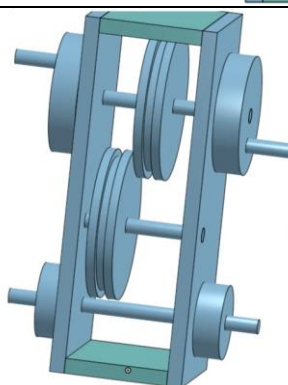
PASO 7: a continuación, se incluyen los ejes de 25 mm, sobre cada una de las ruedas excéntricas que se acaban de incluir, como se observa en la ilustración.



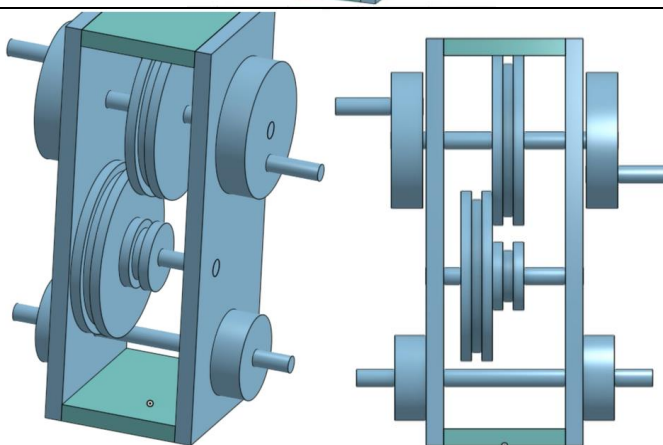
PASO 8: ahora se insertará el eje de la polea, que en este caso es el de 45 mm, como se observa en la imagen.

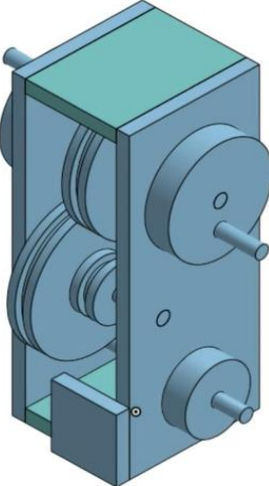
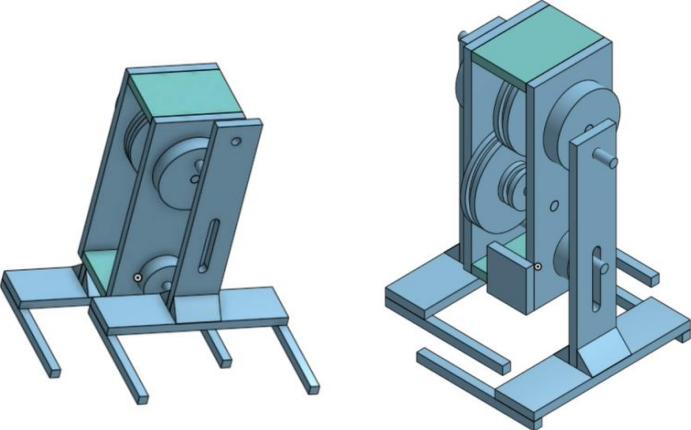


PASO 9: posteriormente se insertan las poleas de 50 mm, con el eje correspondiente, como se observa en las imágenes.



PASO 10: ahora se inserta la polea de 20 mm, a la caja de reducción como se observa en la figura.



PASO 11: posteriormente colocamos el soporte del motor en la parte inferior de la caja de reducción, como se observa en la ilustración.	
PASO 12: posteriormente se busca el ensamble de la pierna hecho en el paso # 2, y colóquelo según la figura, en ambos extremos de la caja. ¡Felicitaciones! Se ha terminado la base del robot mesero bípedo.	
Se hace un agradecimiento especial al Ingeniero Carlos Hernán Cortés Gil, doctorando en Educación de la Universidad Santo Tomás, porque elaboró los planos mecánicos de esta estructura y los cedió para el trabajo de esta investigación doctoral.	

También, se muestra una guía didáctica en miniatura del trabajo de uno de los grupos de la localidad de Rafael Uribe Uribe, como resultado del trabajo realizado en esta sesión número tres.

Figura 115.

Guía de trabajo didáctica de la sesión número tres, hecha por los estudiantes de colegios públicos de Bogotá

Robots para mi escuela

Colegio Reino de Holanda I.E.D.

Docente: Carlos Hernán Cortés G.

Sesión 3

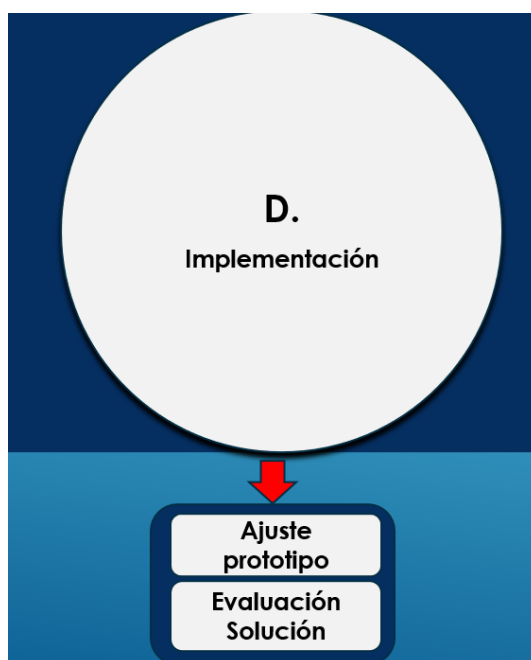
Elaboración Robot prototipo

Materiales

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	CODIGO
1	Placa de madera de 120x120 cm	1	1001
2	Placa de madera de 60x60 cm	1	1002
3	Placa de 4x4	1	1003
4	Placa de 4x4 de 1/2" espesor	1	1004
5	Placa de 4x4 de 1/4" espesor	1	1005
6	Placa de 4x4 de 1/8" espesor	1	1006
7	Placa de 4x4 de 1/16" espesor	1	1007
8	Placa de 4x4 de 1/32" espesor	1	1008
9	Placa de 4x4 de 1/64" espesor	1	1009
10	Placa de 4x4 de 1/128" espesor	1	1010
11	Placa de 4x4 de 1/256" espesor	1	1011
12	Placa de 4x4 de 1/512" espesor	1	1012
13	Placa de 4x4 de 1/1024" espesor	1	1013
14	Placa de 4x4 de 1/2048" espesor	1	1014
15	Placa de 4x4 de 1/4096" espesor	1	1015
16	Placa de 4x4 de 1/8192" espesor	1	1016
17	Placa de 4x4 de 1/16384" espesor	1	1017
18	Placa de 4x4 de 1/32768" espesor	1	1018
19	Placa de 4x4 de 1/65536" espesor	1	1019
20	Placa de 4x4 de 1/131072" espesor	1	1020
21	Placa de 4x4 de 1/262144" espesor	1	1021
22	Placa de 4x4 de 1/524288" espesor	1	1022
23	Placa de 4x4 de 1/1048576" espesor	1	1023
24	Placa de 4x4 de 1/2097152" espesor	1	1024
25	Placa de 4x4 de 1/4194304" espesor	1	1025
26	Placa de 4x4 de 1/8388608" espesor	1	1026
27	Placa de 4x4 de 1/16777216" espesor	1	1027
28	Placa de 4x4 de 1/33554432" espesor	1	1028
29	Placa de 4x4 de 1/67108864" espesor	1	1029
30	Placa de 4x4 de 1/134217728" espesor	1	1030
31	Placa de 4x4 de 1/268435456" espesor	1	1031
32	Placa de 4x4 de 1/536870912" espesor	1	1032
33	Placa de 4x4 de 1/1073741824" espesor	1	1033
34	Placa de 4x4 de 1/2147483648" espesor	1	1034
35	Placa de 4x4 de 1/4294967296" espesor	1	1035
36	Placa de 4x4 de 1/8589934592" espesor	1	1036
37	Placa de 4x4 de 1/17179869184" espesor	1	1037
38	Placa de 4x4 de 1/34359738368" espesor	1	1038
39	Placa de 4x4 de 1/68719476736" espesor	1	1039
40	Placa de 4x4 de 1/137438953472" espesor	1	1040
41	Placa de 4x4 de 1/274877906944" espesor	1	1041
42	Placa de 4x4 de 1/549755813888" espesor	1	1042
43	Placa de 4x4 de 1/1099511627776" espesor	1	1043
44	Placa de 4x4 de 1/2199023255552" espesor	1	1044
45	Placa de 4x4 de 1/4398046511104" espesor	1	1045
46	Placa de 4x4 de 1/8796093022208" espesor	1	1046
47	Placa de 4x4 de 1/17592186044416" espesor	1	1047
48	Placa de 4x4 de 1/35184372088832" espesor	1	1048
49	Placa de 4x4 de 1/70368744177664" espesor	1	1049
50	Placa de 4x4 de 1/140737488355328" espesor	1	1050
51	Placa de 4x4 de 1/281474976710656" espesor	1	1051
52	Placa de 4x4 de 1/562949953421312" espesor	1	1052
53	Placa de 4x4 de 1/1125899906842624" espesor	1	1053
54	Placa de 4x4 de 1/2251799813685248" espesor	1	1054
55	Placa de 4x4 de 1/4503599627370496" espesor	1	1055
56	Placa de 4x4 de 1/9007199254740992" espesor	1	1056
57	Placa de 4x4 de 1/18014398509481984" espesor	1	1057
58	Placa de 4x4 de 1/36028797018963968" espesor	1	1058
59	Placa de 4x4 de 1/72057594037927936" espesor	1	1059
60	Placa de 4x4 de 1/144115188075855872" espesor	1	1060
61	Placa de 4x4 de 1/288230376151711744" espesor	1	1061
62	Placa de 4x4 de 1/576460752303423488" espesor	1	1062
63	Placa de 4x4 de 1/1152921504606846976" espesor	1	1063
64	Placa de 4x4 de 1/2305843009213693952" espesor	1	1064
65	Placa de 4x4 de 1/4611686018427387904" espesor	1	1065
66	Placa de 4x4 de 1/9223372036854775808" espesor	1	1066
67	Placa de 4x4 de 1/18446744073709551616" espesor	1	1067
68	Placa de 4x4 de 1/36893488147419103232" espesor	1	1068
69	Placa de 4x4 de 1/73786976294838206464" espesor	1	1069
70	Placa de 4x4 de 1/147573952589676412928" espesor	1	1070
71	Placa de 4x4 de 1/295147905179352825856" espesor	1	1071
72	Placa de 4x4 de 1/590295810358705651712" espesor	1	1072
73	Placa de 4x4 de 1/1180591620717411303424" espesor	1	1073
74	Placa de 4x4 de 1/2361183241434822606848" espesor	1	1074
75	Placa de 4x4 de 1/4722366482869645213696" espesor	1	1075
76	Placa de 4x4 de 1/9444732965739290427392" espesor	1	1076
77	Placa de 4x4 de 1/18889465931478580854784" espesor	1	1077
78	Placa de 4x4 de 1/37778931862957161709568" espesor	1	1078
79	Placa de 4x4 de 1/75557863725914323419136" espesor	1	1079
80	Placa de 4x4 de 1/151115727451828646838272" espesor	1	1080
81	Placa de 4x4 de 1/302231454903657293676544" espesor	1	1081
82	Placa de		

Figura 116.

Etapas por validar en la sesión número cuatro.



Nota. Etapas de la propuesta didáctica que fueron evaluadas en la sesión número cuatro.

En este momento, se inicia con la evaluación del proceso educativo en que los estudiantes manifestaron que fue muy interesante, ver cómo a través del uso de la robótica, es posible aplicar los conocimientos que se aprenden en las áreas del conocimiento, en una posible solución para un problema del barrio donde ellos viven. Además, ratifican lo divertido de la clase y cómo, a pesar de las diferencias entre ellos, pudieron lograr sinergias positivas en el trabajo en equipo, llegando a acuerdos.

Algo muy importante dentro de esta validación de la propuesta de enseñanza, es que los estudiantes manifiestan que se lograron aprendizajes significativos en torno a los contenidos tecnológicos de la misma robótica, pero adicionalmente, pudieron entender la importancia de tratar estos temas escolares de forma integral. Lo anterior,

ratifica que esta propuesta de investigación. que impacta, de forma positiva, en la construcción de saberes entre los estudiantes.

En estos aprendizajes, los estudiantes ratificaron que los pasos que se hicieron en los cuatro momentos fueron pertinentes; sin embargo, coinciden en que puede ser un proceso permanente en los colegios, donde se intente dar soluciones a los problemas de la comunidad, desde la misma institución educativa. En esta línea, el trabajo y personalización de los prototipos robóticos, generó un gran sentido de pertenencia de los participantes con su entorno escolar.

Para el apoyo de los maestros se diseñaron dos elementos de soporte. El primero de ellos, fue una presentación visual a través de office 365, en la que se muestra el trabajo a desarrollar en la sesión de clase, como se observa en las siguientes miniaturas.

Figura 117.

Material visual de apoyo al docente. Sesión número cuatro.



Apoyo en la etapa de validación para el maestro en la sesión número cuatro.

De la misma forma, se elaboró una guía didáctica detallada y entregada al docente en la que se muestran los tiempos de trabajo, momentos en el aula de clase y

las actividades a implementar durante este momento, como se evidencia a continuación.

Tabla 12.

Material de apoyo impreso para el docente Sesión 4.

Robots para mi escuela	
Sesión 4	
OBJETIVOS	
General Validar la propuesta didáctica propuesta para la enseñanza de la robótica en la educación básica y media, por medio de un trabajo interdisciplinar e integral en la construcción del conocimiento.	
Específicos • Evaluar el robot prototipo versus la posible solución a la problemática, acontecimiento o situación planteada. • Realizar ajustes si es necesario del prototipo robot elaborado.	
ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR	
1. Realizar una evaluación del robot elaborado en la sesión número tres, si se cumple con la posible solución a la problemática, acontecimiento o situación planteada (10 minutos). a. Si es necesario este ajuste, utilizar los elementos de fácil consecución y herramientas tecnológicas con las que cuenta el grupo de trabajo. (20 minutos) 2. Realizar una personalización de robot prototipo (30 minutos). 3. Realizar un debate acerca de la actividad que involucró el robot en el área de tecnología e informática y que aprendizajes cada grupo evidencia de este proceso (25). 4. Actividad de cierre (5 minutos).	
Total, minutos: 90	
METODOLOGIA	
1. Realizar un debate en el interior de cada grupo de trabajo donde se le solicite a este evaluar como el robot prototipo podrá dar solución a la situación y si es posible después de estas 4 sesiones, poder mejorar este mismo. a. Por favor brinde un espacio de tiempo a cada grupo para que si requiere hacer ajustes del robot prototipo, los realice. 2. Indique a sus estudiantes que pueden personalizar el prototipo robot con materiales de fácil consecución, que se tengan en el aula. Se sugiere tener temperas, pinceles, papel, etc.	

3. Proponga un debate general dentro del aula de clase, que permita recopilar las percepciones de los estudiantes con respecto a las sesiones de clase que involucraron los robots.
4. Realizar un cierre con los estudiantes, consultando su experiencia y ojalá escribiendo en el formato de seguimiento estas apreciaciones de manera general.

MATERIALES Y EQUIPOS

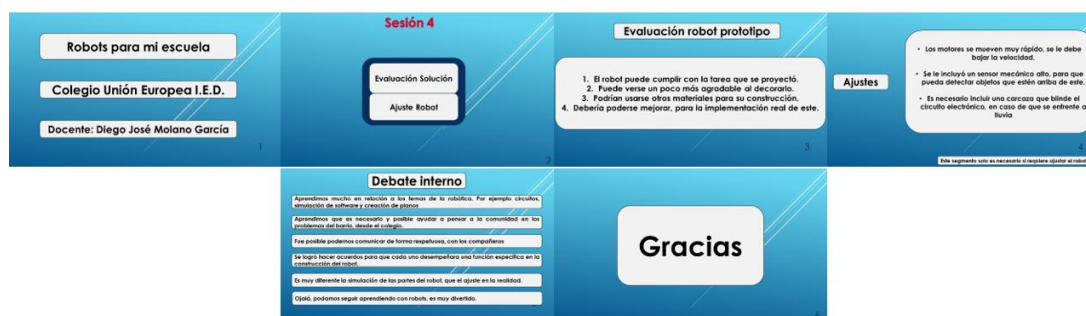
1. Aula de clase.
2. Computadores
3. Formatos de trabajo
4. Internet.
5. Materiales para la construcción de robot prototipo.
6. Elementos de decoración de los robots prototipos.
7. Herramientas tecnológicas usadas en la elaboración y ensamble del robot prototipo.

Al mismo tiempo, se trabajó con una guía de soporte para los estudiantes en la que ellos pudieron plasmar los ajustes que le realizaron al robot y posiblemente los que puedan realizar hacia el futuro.

Junto con lo anterior, se realizó una discusión interna en cada uno de los grupos de trabajo de estudiantes acerca de los aprendizajes de la implementación y al final, un debate general con el salón en pleno. A continuación, se muestra el trabajo desarrollado por uno de los grupos de estudiantes en esta validación por medio de las miniaturas.

Tabla 13.

Guía entregada por los estudiantes en la sesión número cuatro de la validación



Nota. Miniaturas del momento cuatro hecha por los estudiantes de uno de los grupos

De esta forma, finaliza la descripción detallada de cada una de las sesiones de validación de esta propuesta didáctica interdisciplinar - integradora de conocimientos, con la que se perciben los progresos en relación con el aprendizaje de los estudiantes, mediante una vista general de los resultados; sin embargo, a continuación, se mostrará cómo se analizó y aprovechó la información recopilada con cada uno de los cuatro momentos, para esta investigación doctoral.

7.3. Análisis de la validación de la propuesta didáctica

Cabe mencionar que, para este momento de validación, se trabajó con dos grupos de estudiantes por institución educativa. Uno de estos grupos contó con material de robótica para el desarrollo de un prototipo y otro no contó con estos elementos. De esta forma, se propuso dimensionar el impacto de este tipo de artefactos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, con los mismos contenidos, pero con diferentes elementos didácticos.

Cómo se dijo previamente, se diseñó un instrumento que permite analizar el comportamiento de los estudiantes durante esta implementación; de esta forma, fue posible validar esta propuesta didáctica. Después de consolidar el trabajo realizado en todas las instituciones educativas, se analizaron las conclusiones obtenidas por cada uno de los cuatro momentos realizados. Se reitera que las categorías diseñadas y trabajadas para estas sesiones se enfocaron, por un lado, en la interdisciplinariedad, desde las posturas de Maingain (2002), que puede aportar un elemento diferenciador como la robótica en los procesos de enseñanza. Por el otro, la integralidad del trabajo

con los estudiantes, según Gómez (2016), teniendo siempre en cuenta los aspectos como el entorno, la comunidad y la parte económica del sector donde se implementará la posible solución.

En la sesión número uno, se enfocó el trabajo en las cinco etapas del momento: la contextualización, que consistió en la creación del equipo; el consenso acerca de la situación problémica; los objetivos; el contexto del entorno y, finalmente, los conceptos teóricos a buscar y profundizar, en línea con el proceso que se inicia. A continuación, se muestra una imagen de la matriz de observación que se obtuvo al cruzar la información de las instituciones educativas que, gentilmente, aportaron a la validación de esta propuesta didáctica.

Figura 118.

Consolidado de validación en todas instituciones educativas. Momento contextualización.

Fecha		ROBOTS PARA MI ESCUELA (La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza)																																								
21 de julio del 2022		Ejercicio de Validación- Etapa de Validación- Colegios Friedrich Naumann - Reino de Holanda - Unión Europea																																								
Sesión	1	A				B				C				D				E				F				G				H				I				J				Elementos adicionales que el docente desee constatar propuesta didáctica
Asesor	Diego José Molano garcía	EQUIPO 1				EQUIPO 2				EQUIPO 3				EQUIPO 4				EQUIPO 5				EQUIPO 6				EQUIPO 7				EQUIPO 8				EQUIPO 9				EQUIPO 10				Por favor diligenciar uniendo una X en una de las cinco columnas
Por favor diligenciar uniendo una X en una de las cinco columnas		señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com	señal	inter	exte	com					
Equipo	Se construyen los equipos de trabajo teniendo en cuenta las cercanías académicas, emocionales y personales			X				X				X				X				X			X			X				X			X			X			Se hicieron los equipos de trabajo. Los docentes sugieren tener un modelo aproximado de los tipos de robots a implementar, ya que esto podrá generar mucha motivación inicial.			
Situación	El grupo de trabajo identifica la situación, problema o acontecimiento de forma integral.			X																																						

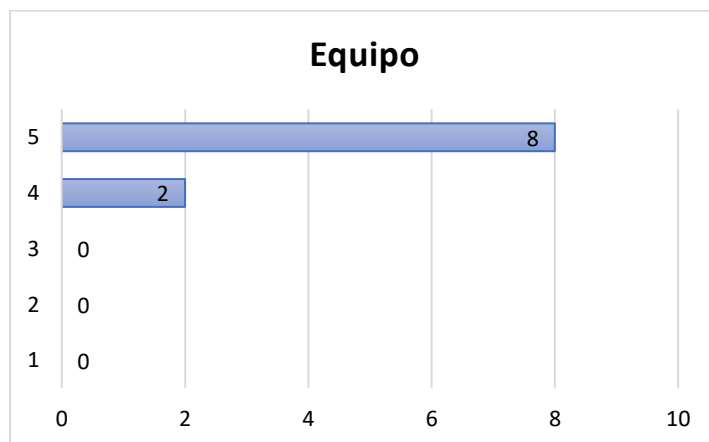
Nota. Tabla consolidada después de recopilar la información en el momento contextualización.

Desde esta perspectiva, se ratifica que es posible, a través de una propuesta de enseñanza, lograr equipos de trabajo alrededor de un elemento diferenciador, que este caso, es el prototipo del robot. Con respecto a la tendencia, se identifica que en una

escala que va de 1 a 5, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta, existe una amplia posibilidad de hacer este trabajo en equipo por medio de esta propuesta, como se observa a continuación.

Figura 119.

Construcción de equipos a través de la propuesta didáctica.

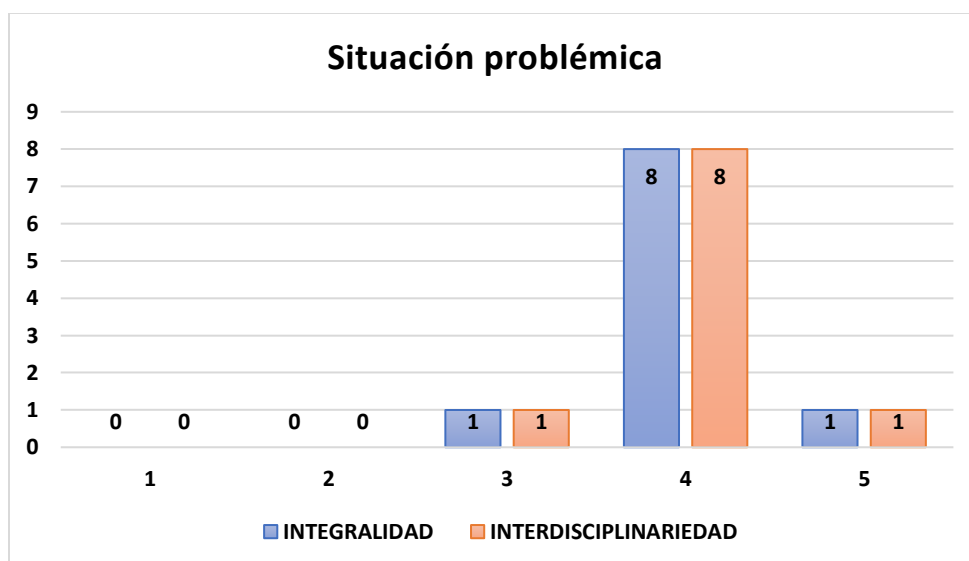


Nota. Se ratifica la inclusión de la etapa equipo, en esta propuesta de investigación.

A partir de la elaboración de la situación problémica, se identifica que los estudiantes pueden dimensionarla de forma integral e interdisciplinar. En ambas categorías, es posible construirla en esa línea; sin embargo, para la integralidad, los estudiantes dejan a un lado un aspecto clave, como es la economía y, en el caso de la interdisciplinariedad, no ven algunas áreas, especialmente la filosofía, según la siguiente gráfica.

Figura 120.

Construcción de situación problémica desde la interdisciplinariedad e integralidad del conocimiento

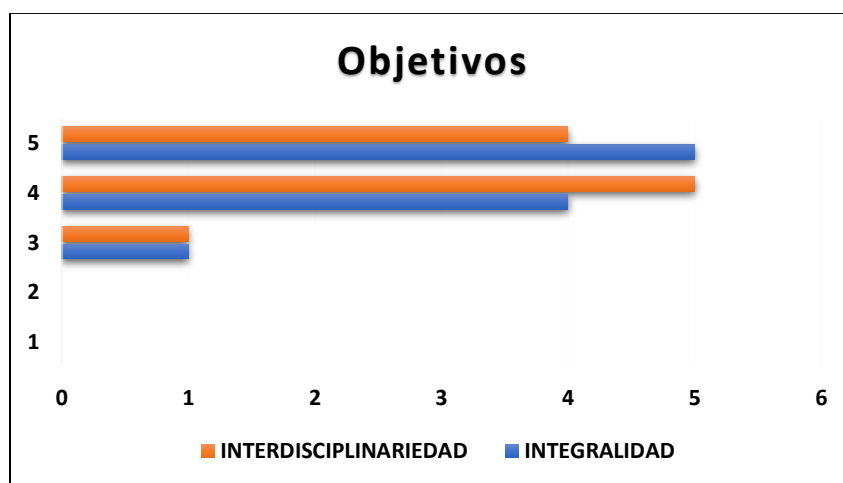


Nota. Se muestra la importancia de proponer situaciones problémicas, en el marco de la integralidad e interdisciplinariedad

Para la etapa tres, enfocada a la construcción de los objetivos, se logró identificar el aspecto interdisciplinar como lo plantea Maingain (2002), en que unas pocas áreas del conocimiento, no se tienen en cuenta para esta elaboración del robot; sin embargo, en su gran mayoría, están inmersa en estos indicadores. Para la integralidad, se detecta un amplio espectro de trabajo lo que incluye, en la mayoría de los casos, a la comunidad, la población y aspectos mínimos de la economía (Castro, 2022), tal como se muestra a continuación.

Figura 121.

Objetivos de trabajo desde la integralidad e interdisciplinariedad

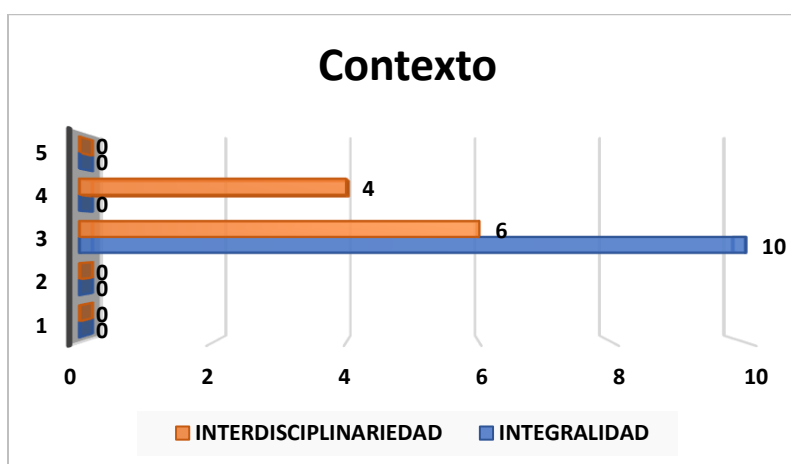


Nota. Se identifica la posibilidad de construir objetivos de forma interdisciplinar e integral

En la etapa cuatro, relacionada con el contexto, se identificaron aspectos muy interesantes de las integralidades, en las que se percibe que los jóvenes conocen, de forma detallada, el espacio donde conviven. Por el lado de la interdisciplinariedad, de manera regular, se identifica el entorno. Los estudiantes no reconocen la relación de algunas áreas del conocimiento con su espacio, como se muestra en la imagen.

Figura 122.

El contexto de la propuesta didáctica desde la integralidad e interdisciplinariedad

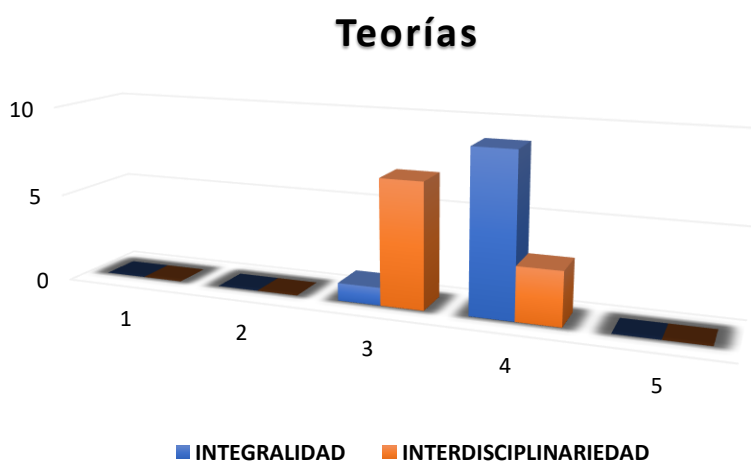


Nota. Los estudiantes conocen de forma perfecta su entorno, más les hace falta ver la relación de algunas áreas con este.

En los aspectos de la propuesta didáctica que tiene que ver con la teoría, los conceptos son importantes, como posibilidad de usar la robótica en el aula, en una construcción interdisciplinar. De la misma forma, no se ve consolidada la integralidad del conocimiento, los diversos campos del conocimiento alrededor de esta tecnología, como se evidencia a continuación.

Figura 123.

Construcciones interdisciplinarias e integrales de las teorías alrededor del uso de robots



Nota. Tendencias hacia la búsqueda de teorías de integración e interdisciplinarias, por medio del uso de la robótica.

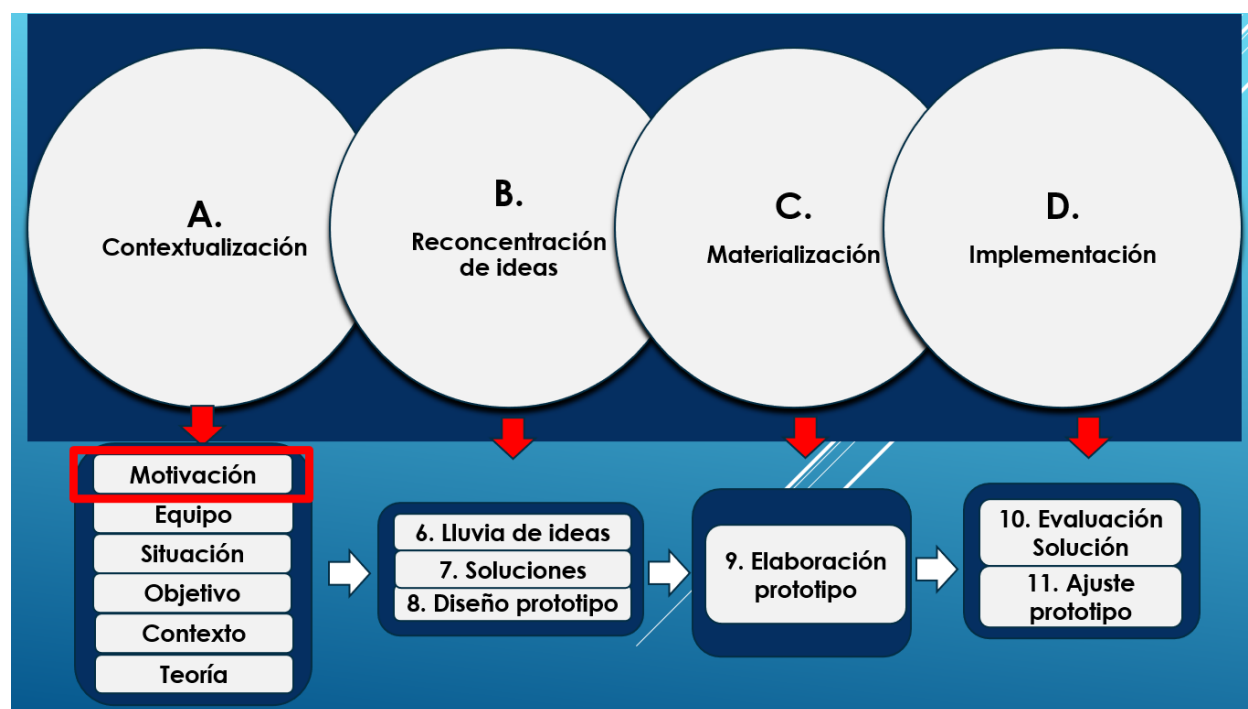
Con la validación de estas cinco etapas con las que se inicia la propuesta didáctica integradora usando robots, se finaliza el momento denominado **contextualización**, ratificando lo valiosa de cada una de estas etapas y la alta incidencia positiva en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Como elementos emergentes que se obtuvieron, se detecta que los maestros de las escuelas públicas que apoyaron la investigación en la validación, coinciden en agregar una etapa cero (0) a esta propuesta, que incluya cierta motivación, a través de una muestra de robots en el aula de clase, antes de iniciar la construcción de los

equipos de trabajo con los estudiantes, como un importante incentivo para los participantes y de esta manera, se les cautivaría desde el primer momento. Desde esta perspectiva y teniendo en cuenta este ajuste, la propuesta de investigación se tornaría de la siguiente forma.

Figura 124.

Propuesta didáctica interdisciplinar integradora de conocimientos con el uso de robots



Nota. Primer ajuste realizado en la validación, teniendo en cuenta las opiniones de los docentes en la sesión 1.

Para la sesión número dos, se abordaron los pasos de la lluvia de ideas interdisciplinar e integral de conocimientos, posibles soluciones y diseño del prototipo robot. Asimismo, para hacer este seguimiento se propuso un formato enfocado a cada una de estas etapas, teniendo siempre en cuenta que la categorías principales son: interdisciplinariedad e integración del conocimiento, como se observa en la siguiente imagen.

Figura 125.

Instrumento de observación consolidado de la observación en la validación. Reconcentración de ideas.

ROBOTS PARA MI ESCUELA (La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Fecha		21 de julio del 2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Sesión		Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Colegios Friedrich Naumann - Reino de Holanda - Unión Europea																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Evaluado		Diego José Molano garcia		EQUIPO 1		EQUIPO 2		EQUIPO 3		EQUIPO 4		EQUIPO 5		EQUIPO 6		EQUIPO 7		EQUIPO 8		EQUIPO 9		EQUIPO 10		Elementos adicionales que el docente desee comentar propuesta didáctica																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Por favor diligenciar poniendo una X en una de las cinco columnas:		BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO	BAJO	ALTA	BAJO

Nota. Matriz donde se cruzaron las respuestas de observación del trabajo hecho por los estudiantes en la sesión número dos.

Siguiendo el trabajo realizado del anterior momento, se pasa al análisis de la etapa cinco, diseñada con el fin de realizar una dinámica de lluvia de ideas interdisciplinar e integral de conocimientos, con las que los estudiantes pudieron, de manera libre y coherente, manifestar sus opiniones frente a posibles iniciativas que les permitan intentar dar solución a la situación problémica planteada.

En este caso, cada uno de los problemas identificados requieren de ideas, vistas desde la integralidad del conocimiento (Castro, 2022). Sin embargo, se requiere un porcentaje muy alto del apoyo de las diversas áreas del conocimiento, lo cual, se hace evidente en la alta tendencia de estos ítems, como se observa en la siguiente imagen.

Figura 126.

Necesidad de abordar el trabajo a través de lluvia de ideas interdisciplinar e integral

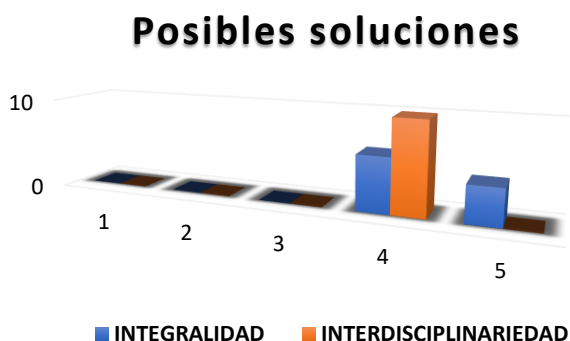


Nota. Se ratifica la necesidad de realizar una lluvia de ideas, pensando siempre de forma integral e interdisciplinar.

En el paso número seis, enfocado a proyectar posibles soluciones, que se obtuvieron del análisis de la lluvia de ideas integral e interdisciplinar, se detectó que los participantes dimensionan estas iniciativas relacionadas con la integralidad del conocimiento, en un porcentaje importante (Castro, 2022). Sin embargo, en lo interdisciplinar, se siguen descuidando algunas áreas que, desde su propia óptica, no se relacionan con la tecnología (Maingain, 2002). Así se evidencia en la siguiente ilustración.

Figura 127.

Soluciones a la situación problemática viendo este de forma integral e interdisciplinar



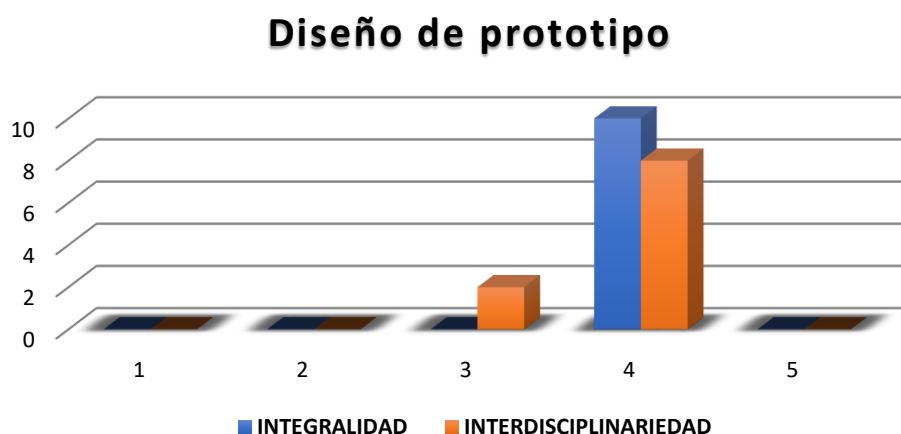
Nota. Las soluciones hechas por los estudiantes están en el marco de la integralidad e interdisciplinariedad.

Para finalizar el momento dos, denominado *reconcentración de ideas*, se analizaron las observaciones de los maestros con respecto a la etapa número siete, relacionada con el diseño del prototipo. En este, se observa la necesidad de crear un artefacto que intente cumplir con las expectativas hechas anteriormente.

Además, hay una tendencia de los estudiantes por proyectar la realización de estos artefactos con tecnologías y materiales muy sofisticados, con los que las instituciones públicas no cuentan y que el maestro no puede solicitar a los padres de familia, ya que el Decreto 4807, no lo permite. En esta línea, el diseño, elaboración y construcción del prototipo robot con materiales de fácil consecución y reciclados, cumple en un alto porcentaje, con las pretensiones de integralidad del conocimiento y en cuanto a la interdisciplinariedad, se observan que de las observaciones de los maestros, existen algunas áreas que no cuentan con una participación real. Así se evidencia en la siguiente ilustración.

Figura 128.

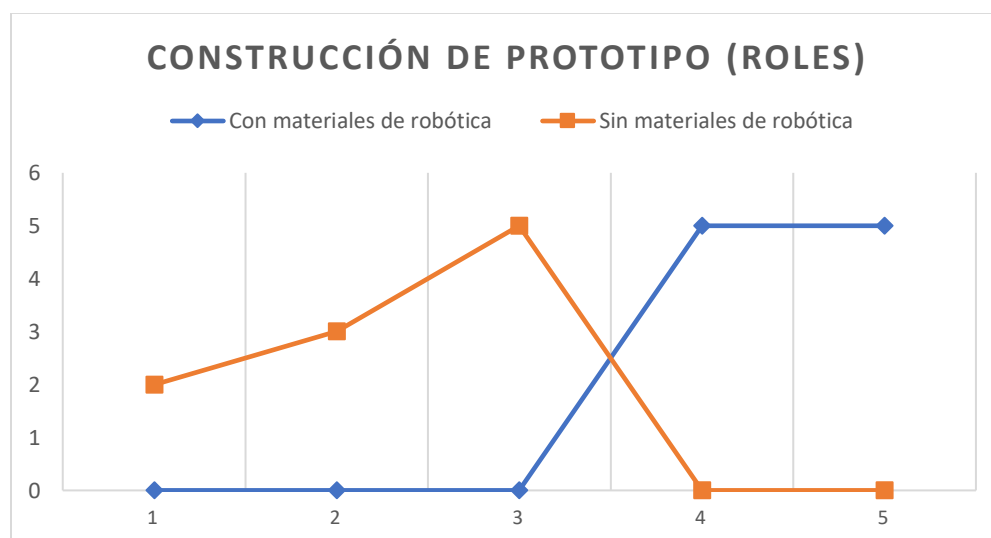
Validación del diseño del prototipo y sus posibilidades integrales - interdisciplinarias



Nota. Se proyecta el prototipo desde una solución integral - interdisciplinar de las diversas áreas del conocimiento

Figura 131.

Asignación de roles dentro del equipo de trabajo



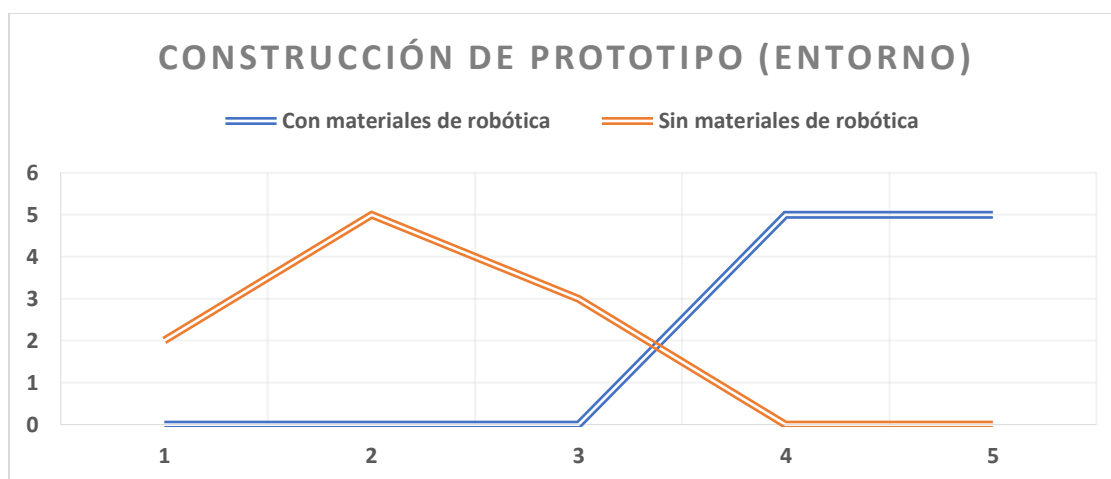
Nota. Gráfica que comprara a los grupos de trabajo CON y SIN robots, en relación con la asignación de roles y trabajo en equipo

La interpretación de la gráfica anterior muestra que los niveles de trabajo en equipo y asignación de roles de los grupos que usaron robots en el aula de clase tienen el nivel alto (4 y 5), contrariamente a los que no tuvieron estos materiales (1-3). Esta medición ratifica la facilidad de generar estas sinergias positivas en procesos educativos, usando robots.

Pasando al siguiente nivel de trabajo, se orienta a identificar si el robot que se está elaborando cumple con las características de un diseño, hechas en los momentos uno y dos. La siguiente imagen, muestra estas conclusiones.

Figura 132.

Relación del entorno versus el prototipo construido



Nota. Permite comparar la relación entre el contexto, frente al diseño del prototipo que se estuvo elaborando.

En este aspecto, el trabajo se diferencia bastante entre los grupos que tienen materiales de robótica y los que no los tienen. En el caso de los que los tienen, se cumple con esta expectativa (4-5). Para los que no cuentan con estos materiales, la clase se torna aburrida y genera malestar entre los estudiantes; por esta razón, no se cumple con la expectativa (1-2-3).

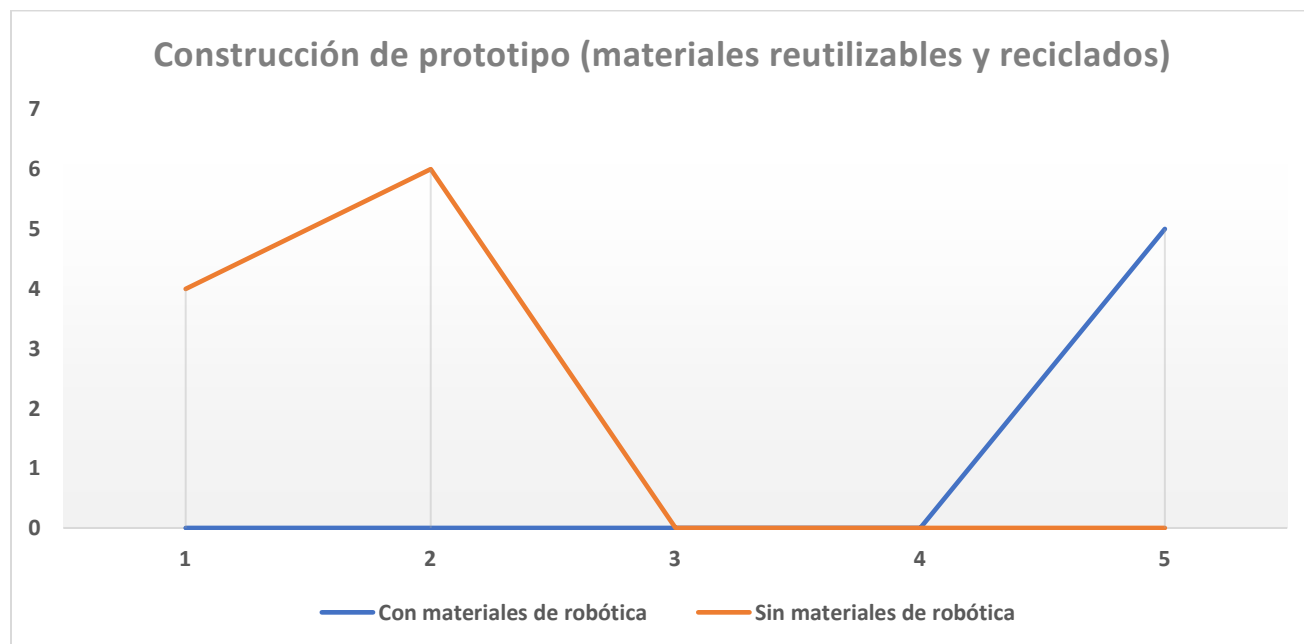
En particular, los estudiantes de los diversos cursos del mismo nivel, conversan acerca de lo que están trabajando en cada una de las asignaturas. Estas apreciaciones particulares, generan mal ambiente en el trabajo e indisposición de los estudiantes que no tienen el prototipo, ya que se dedican a escuchar la sesión de clase en forma magistral.

Pasando al siguiente nivel de la construcción, se enfatiza en validar si efectivamente los estudiantes usan materiales de fácil consecución en la construcción

de estos prototipos didácticos. En la siguiente imagen, se muestra el nivel de satisfacción.

Figura 133.

Análisis de la construcción del prototipo con materiales de fácil consecución y reciclados



Nota. Permite comparar los grupos que usaron materiales de fácil consecución y reciclados para hacer prototipos robóticos.

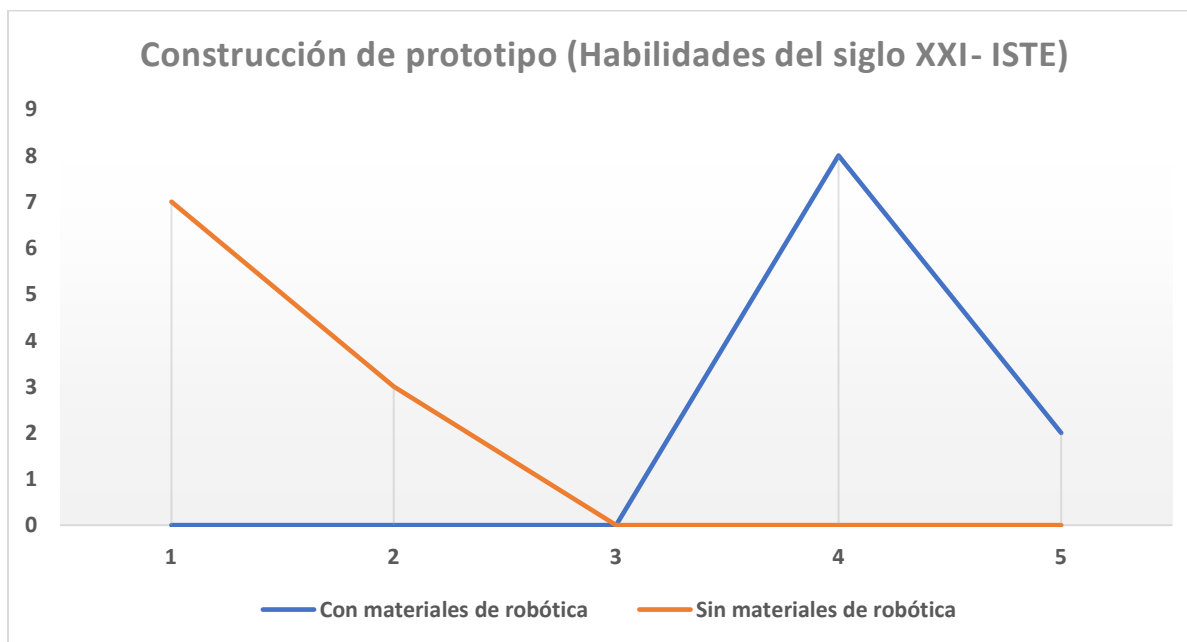
Revisando la gráfica anterior, se puede observar que, de forma abismal, los grupos que trabajaron con material de robótica usaron al 100%, fueron calificados con una nota de cinco (5). Por el contrario, y conservando la tendencia que viene de los estudiantes que no tienen elementos de electrónica, mecánica o programación, la nota es muy baja (1-2).

En la siguiente etapa de la sesión, se buscó identificar las habilidades del siglo XXI, según la ISTE (2011); en este caso y previamente, se revisaron con los docentes partícipes de la validación y se realizó la bitácora de observación de este punto. A

continuación, se observan las gráficas que comparan al grupo que, utilizó material de robótica, versus el que no cuenta con dicho material.

Figura 134.

Habilidades del siglo XXI a través de la construcción de prototipos robóticos



Nota. Muestra la comparación de las habilidades del siglo XXI, entre los grupos que, SI usan robots, frente a los que NO.

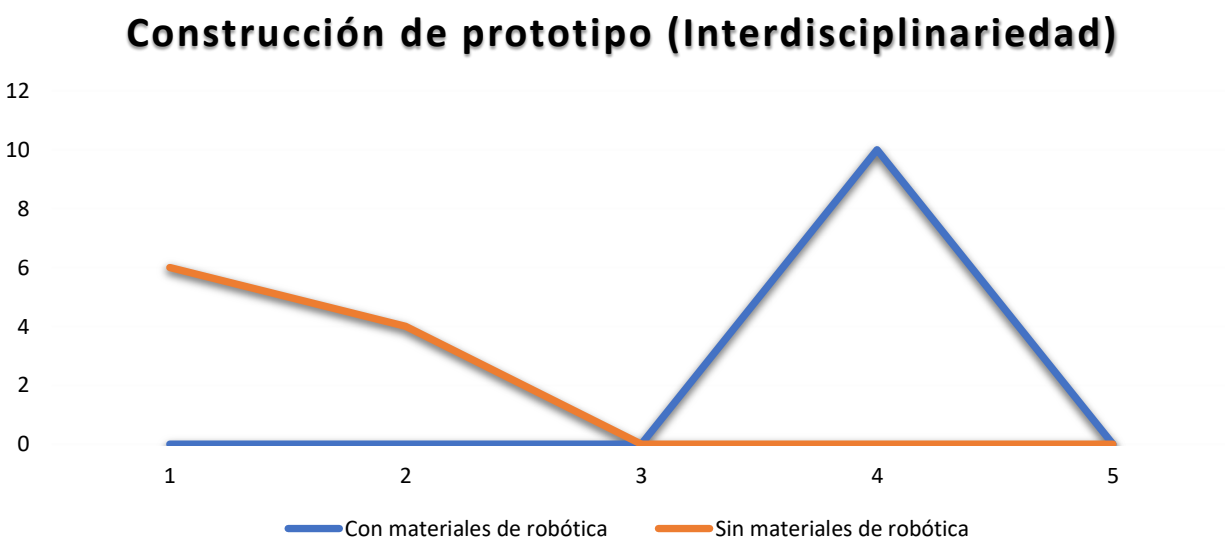
Revisando estos resultados se hace evidente que los grupos que cuentan con materiales de robótica, en un alto porcentaje, potencian las habilidades del siglo XXI (4 y 5). En el caso de los grupos que no cuentan con estos, la tendencia es hacia porcentajes inferiores (1-2). Lo anterior ratifica que la robótica, si puede ser un elemento diferenciador en los procesos de enseñanza, porque genera empatía y motivación hacia la clase.

Pasando al siguiente momento de la sesión, enfocado a identificar los aspectos interdisciplinarios, se propuso ver qué elementos importantes por áreas, se ven

reflejados en la construcción del prototipo didáctico (Maingain, 2002). En la siguiente imagen, se comparan los grupos mencionados.

Figura 135.

Relaciones interdisciplinarias en la construcción de prototipos robóticos



Nota. Muestra la relación de las diversas áreas del conocimiento en la construcción de un prototipo robótico.

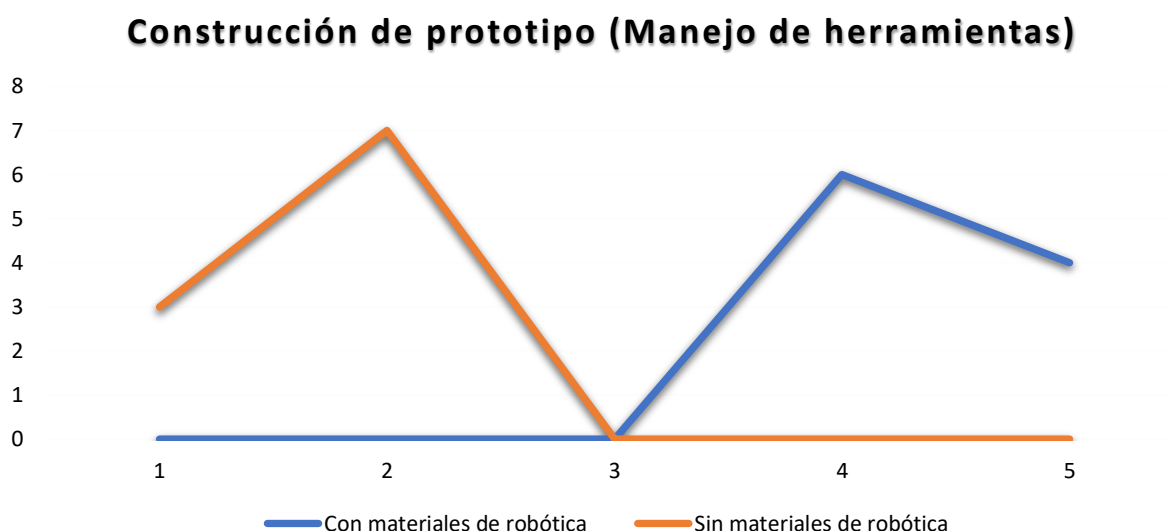
Observando la gráfica, se reitera la importancia de realizar procesos interdisciplinarios, destacando esta característica que tiene la robótica por sí misma. Se analiza que con los grupos que cuentan con esta tecnología, la mayoría de las áreas del conocimiento intervienen en este proceso (4). Para el caso del grupo que no cuenta con estos materiales, es bastante deficiente (1-2).

En el aspecto del manejo de herramienta tecnológicas, antes y durante la validación, los docentes instruyeron y enseñaron a los estudiantes de los grupos con materiales de robótica a manejar cierto tipo de maquinaria que incluye caladoras manuales y eléctricas, taladros de mano y de árbol, *motortool*, manejo de

destornilladores y elementos de corte (bisturí, tijeras, punzón). En la siguiente gráfica, se muestra el nivel de trabajo con estos elementos en el aula de clase.

Figura 136.

El manejo de las herramientas en la construcción de prototipos robóticos



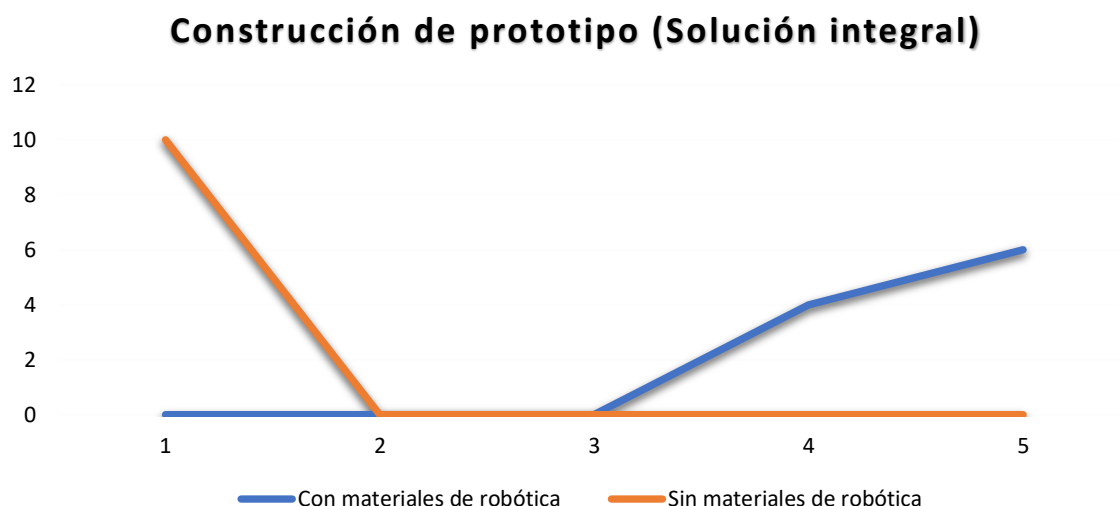
Nota. Muestra la relación de las diversas áreas del conocimiento en la construcción de un prototipo robótico.

En el momento final de esta sesión, se tuvo en cuenta el prototipo didáctico que cumplía con las características mencionadas en los anteriores momentos. En el grupo que contaba con los materiales de robótica, era evidente la alegría por el trabajo desarrollado y un ambiente dinámico que se reflejaba en la mayoría de los estudiantes partícipes del proceso educativo.

En los casos de los grupos sin material de robótica, por el contrario, existió un resentimiento que derivó en un ambiente de clase desagradable, tenso y de poca actividad de trabajo. En la gráfica siguiente se hace esta comparación.

Figura 137.

Integralidad del conocimiento a través del uso del robot



Nota. Muestra la relación de las diversas áreas del conocimiento en la construcción de un prototipo robótico

En esta a gráfica, los grupos que usaron los robots lograron de forma exitosa, la integración del conocimiento a través de la construcción de un prototipo (4-5). Para los grupos que no contaron con estos materiales, los resultados estuvieron bajos (1-2).

Teniendo en cuenta lo sucedido con los grupos a los cuales no se les brindó material de robótica, los docentes se comprometieron a entregar en una fecha futura, los elementos para desarrollar lo que se ha pensado desde el punto de vista teórico y teniendo en cuenta el trabajo proyectado en los momentos uno y dos.

Pasando a la sesión número cuatro de la validación de esta propuesta, se enfoca en dos etapas, por un lado, realizar la evaluación del proceso de aprendizaje y por el otro, los posibles ajustes sobre el prototipo, en caso de ser necesario. A igual que en el momento anterior, se realizaron dos tipos de análisis. En el primer caso con

estudiantes que cuentan con los materiales de robótica y, en el segundo, con los que no los tienen.

Figura 138.

Análisis de la información del momento número cuatro usando robots en la propuesta didáctica

ROBOTS PARA MI ESCUELA (La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza)		Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Colegios Friedrich Naumann - Reino de Holanda - Unión Europea																			
Fecha	22 de julio del 2022	Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Colegios Friedrich Naumann - Reino de Holanda - Unión Europea																			
Sesión	4	Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Colegios Friedrich Naumann - Reino de Holanda - Unión Europea																			
Validador	Diego Molano	Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Colegios Friedrich Naumann - Reino de Holanda - Unión Europea																			
Por favor diligenciar cada celda de la siguiente manera:		Por favor diligenciar cada celda de la siguiente manera:																			
Aspecto		Aspecto																			
Evaluación	La solución integrada con el robot prototipo permite evidenciar el trabajo desde las diversas áreas del conocimiento																				
Ajuste	El ajuste hecho (si es necesario), permite aplicar a la problemática una solución integral dentro del proceso académico																				
Validaciones de trabajo en la sesión 4	El ajuste hecho (si es necesario), permite que las diversas áreas del conocimiento aportaran en la solución de la situación																				
Se destaca que los resultados son exitosos y se logra un proceso interdisciplinar, integrador de conocimiento. Se deduce a través de las conclusiones de los estudiantes una mejora en el aprendizaje de los estudiantes.		Se destaca que los resultados son exitosos y se logra un proceso interdisciplinar, integrador de conocimiento. Se deduce a través de las conclusiones de los estudiantes una mejora en el aprendizaje de los estudiantes.																			

Nota. Instrumento que permitió el análisis de la sesión número cuatro de los grupos con material didáctico en robótica.

Asimismo, se tuvieron en cuenta los grupos que no contaron con robots y sus respectivos resultados derivados de la observación de cada uno de los maestros, como se muestra a continuación.

obtenidos en estas sesiones de clase con robots. La intención de esta encuesta, era la de identificar los aprendizajes de los estudiantes, posterior a la validación de la propuesta didáctica. A continuación, se transcribe este instrumento.

Tabla 14.

Formato de evaluación de aprendizajes de la propuesta didáctica

La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza
Percepciones finales
Teniendo en cuenta el trabajo que usted realizó durante el proceso Robots para mi escuela, por favor diligencie el siguiente formato.
Equipo X
1. ¿Fue importante trabajar en equipo? ¿Por qué?
2. Al tener la situación problemática definida en cada institución, ¿la abordaría igual?, ¿cambiaría algunas cosas después de lo trabajado en clase?
3. ¿Qué áreas del conocimiento abordó en el trabajo y construcción de teorías alrededor del prototipo robot?
4. ¿Qué habilidades considera que usted adquirió o potencio dentro del trabajo en las sesiones de clase con los robots?
5. ¿Cree que aprendió cosas importantes con este trabajo?
6. De una opinión libre acerca del proceso Robots para mi escuela, para que el maestro pueda mejorar o potenciar hacia el futuro.

De esta forma, se brinda un soporte al cumplimiento del objetivo número cuatro de esta investigación, el cual, se formuló con el propósito de *Validar los aportes didácticos de la robótica educativa, entendida como interdisciplina, en el aprendizaje de los estudiantes del área de tecnología e informática en la educación media*. De estos resultados obtenidos, se generaron los siguientes hallazgos, que se describen a continuación.

Para la pregunta ¿fue importante trabajar en equipo? ¿Por qué? Los estudiantes hicieron ver el esfuerzo realizado y manifestaron que fue importante en el desarrollo de su proyecto, porque pudieron complementarse entre sí, a través de los diversos roles que tuvieron durante la sesión de clase.

En el interrogante, al tener la situación problemática definida en cada institución, ¿la abordaría igual?, ¿cambiaría algunas cosas después de lo trabajado en clase? Se observa que se generaron aprendizajes integrales del conocimiento, de acuerdo con Castro (2022); todo esto se vio reflejado en las mejores percepciones que ellos tienen de su entorno físico, de su comunidad, de las personas y sus características, y cómo funcionan algunos procesos económicos del barrio y la localidad.

En la tercera pregunta: ¿qué áreas del conocimiento abordó en el trabajo y construcción de teorías alrededor del prototipo robot? Se destacan las áreas de Tecnología e Informática, Matemáticas y Ciencias naturales. Mientras que el aporte de las áreas de Ciencias sociales y las Humanidades, pasaron a un segundo plano. Existen algunos estudiantes que no manifestaron el aporte de áreas como la Religión y Ética en los procesos con tecnología.

Para la cuarta pregunta: ¿Qué habilidades considera que usted adquirió o potenció en el trabajo de las sesiones de clase con los robots? Los participantes manifestaron haber logrado un aprendizaje en el conocimiento y en el manejo de herramientas tecnológicas que en algunos casos no habían tenido la oportunidad de hacerlo, así como comprender la lógica de cómo funciona un robot y como se realizan los programas que le permiten desplazarse.

En la pregunta número cinco: ¿Cree que aprendió cosas o temas importantes con este trabajo? Manifestaron que sí. Al analizar esta información de forma crítica, se encontró que adquirieron conocimientos acerca de la mayoría de las áreas del conocimiento. Se repite asimismo en sus escritos los términos innovación, resolver

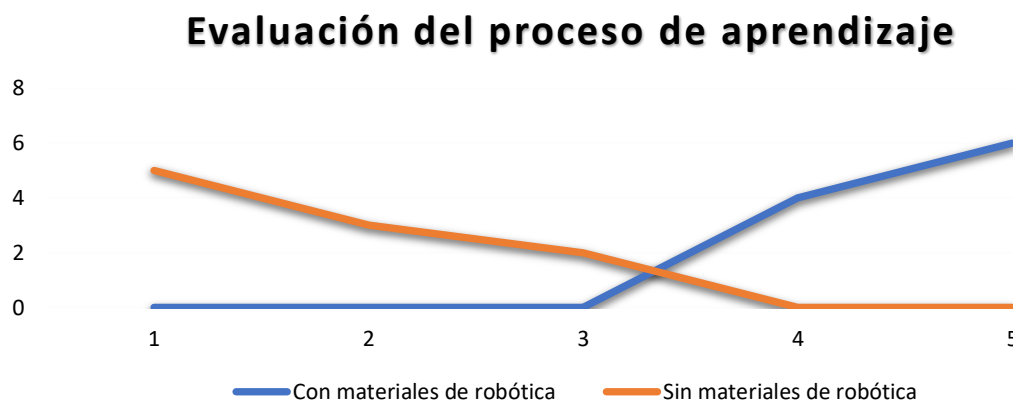
problemas del entorno, creatividad, teoría aplicada en la práctica, uso de materiales baratos y reciclados. De la misma forma, se identifica, en este formato, que usan términos ingenieriles, como corriente, resistencia eléctrica, robot, programación, estructura, motores, etc. Lo anterior, es consecuencia de una construcción conceptual alrededor del prototipo que, sin duda, se apropió en el trabajo. Por otro lado, se hace evidente un discurso que conlleva a pensar que el estudiante está desarrollando el pensamiento crítico y algunas frases de las habilidades del siglo XXI, relacionadas, especialmente, con el pensamiento computacional, el alumno empoderado, comunicador creativo y constructor de conocimientos.

Para la pregunta número seis: *dé una opinión libre acerca del proceso Robots para mi escuela, para que el maestro pueda mejorar o potenciar hacia el futuro*. Se reciben percepciones muy positivas en la que se destacan términos como divertido, interesante, genial (cool, chévere, pro, entre otros). Lo anterior, refleja que para los estudiantes, este tipo de procesos didácticos que involucren robots les genera motivación, así como un alto sentido de pertenencia con lo que está haciendo mediante esta tecnología.

Entre los comentarios hecho por ellos mismos, solicitan más procesos que involucren estas y otras tecnologías en del aula de clase, porque consideran que puede servirles para el futuro. Se destaca que muchos de ellos, empezaron a identificar el gusto por carreras de ingenierías después de esta validación. Asimismo, se detecta el interés de varias niñas por participar en estos procesos con tecnologías emergentes.

Figura 141.

Comparación del proceso de aprendizaje de la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos



Nota. Análisis del aprendizaje de los estudiantes teniendo en cuenta los grupos CON y SIN robots.

Revisando esta gráfica, los estudiantes que contaron con materiales de robótica, ven mejoras en su proceso de aprendizaje, resaltando la importancia del trabajo interdisciplinar e integral del conocimiento, además de hacer ver que construyeron conceptos y teorías alrededor de la tecnología robótica.

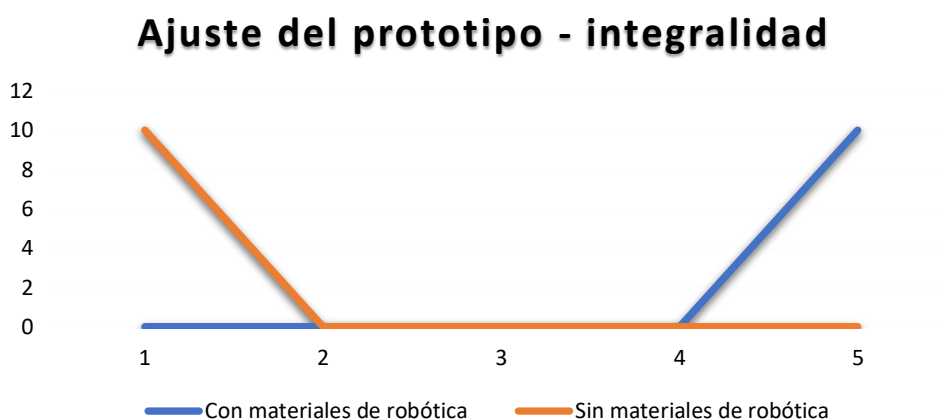
Por el contrario, en el caso de los grupos que no contaron con robots, no se generó un progreso importante en sus conocimientos e hicieron patente su descontento por no haber contado con los materiales. Esta investigación se compromete a entregar, en un tiempo mínimo, materiales para finalizar este proceso.

Pasando a la etapa número once, relacionada con el ajuste del prototipo y con la situación problemática inicial, se hizo un análisis desde la perspectiva de los aspectos integrales del conocimiento, que evidenciaron que, efectivamente, estos prototipos didácticos pueden incluir diversos elementos de las áreas del conocimiento, aplicados

en la comunidad educativa (Castro, 2022). En el caso de los grupos sin el uso de robots, no se realizaron ajustes, por obvias razones.

Figura 142.

Análisis comparativo de los ajustes del robot, teniendo en cuenta la integralidad de la propuesta



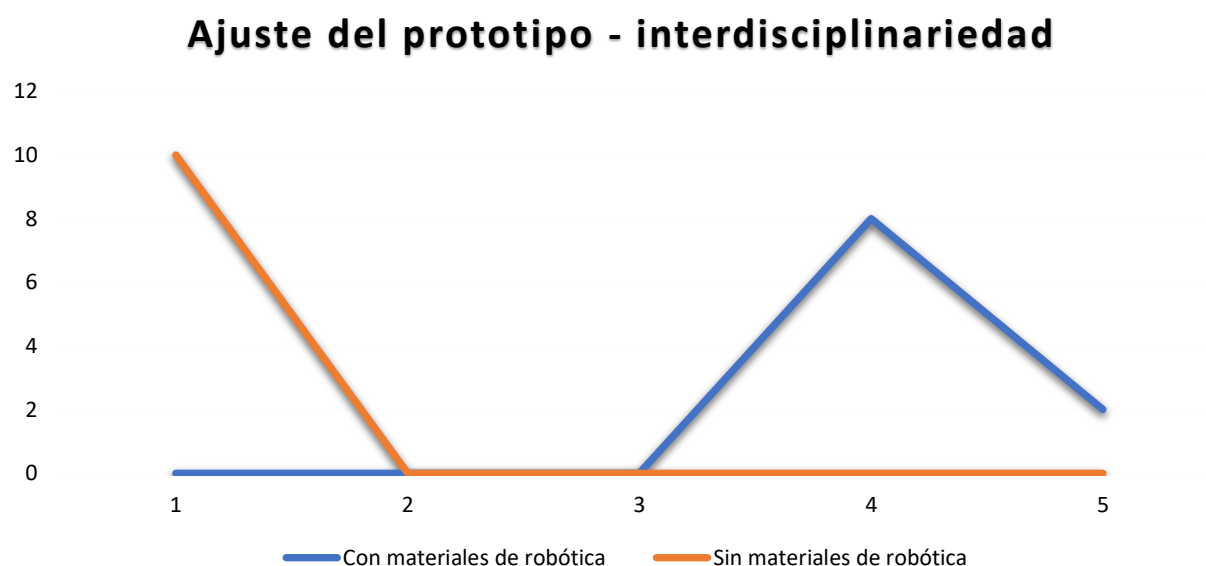
Nota. Análisis comparativo entre grupos con y SIN robots, de la necesidad de ajustar el prototipo didáctico.

Con respecto a esos ajustes, generalmente los robots requieren de ellos, en el campo electrónico, mecánico, software y sistema de comunicación. Generalmente, cuando se diseñan los robots, de acuerdo con el software CAD, y se hace la simulación de circuitos electrónicos, estos funcionan de manera correcta; pero a la hora de plasmarlos en la realidad, las cosas no funcionan de la misma manera (AUTODESK, 2022). Se requiere una fina sincronización entre cada una de las partes integrales,

Asimismo, en los aspectos interdisciplinarios que se presentaron en el paso final del ajuste, se tuvieron en cuenta las percepciones y temáticas de las diversas áreas del conocimiento, lo que permitió que cada una de ellas, aportara a la solución de la situación problemática inicial (Maingain, 2002).

Figura 143.

Análisis comparativo de los ajustes del robot, teniendo la interdisciplinariedad de la propuesta didáctica



Nota. Análisis comparativo entre grupos con y SIN robots, de la interdisciplinariedad de la propuesta didáctica.

Teniendo en cuenta los análisis hechos en el momento cuatro (implementación), de la validación de la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos, esta se ajusta en las etapas finales. Quiere decir que después de debatir con los docentes que apoyaron este proceso, se decide cambiar la etapa de ajuste, por la de evaluación.

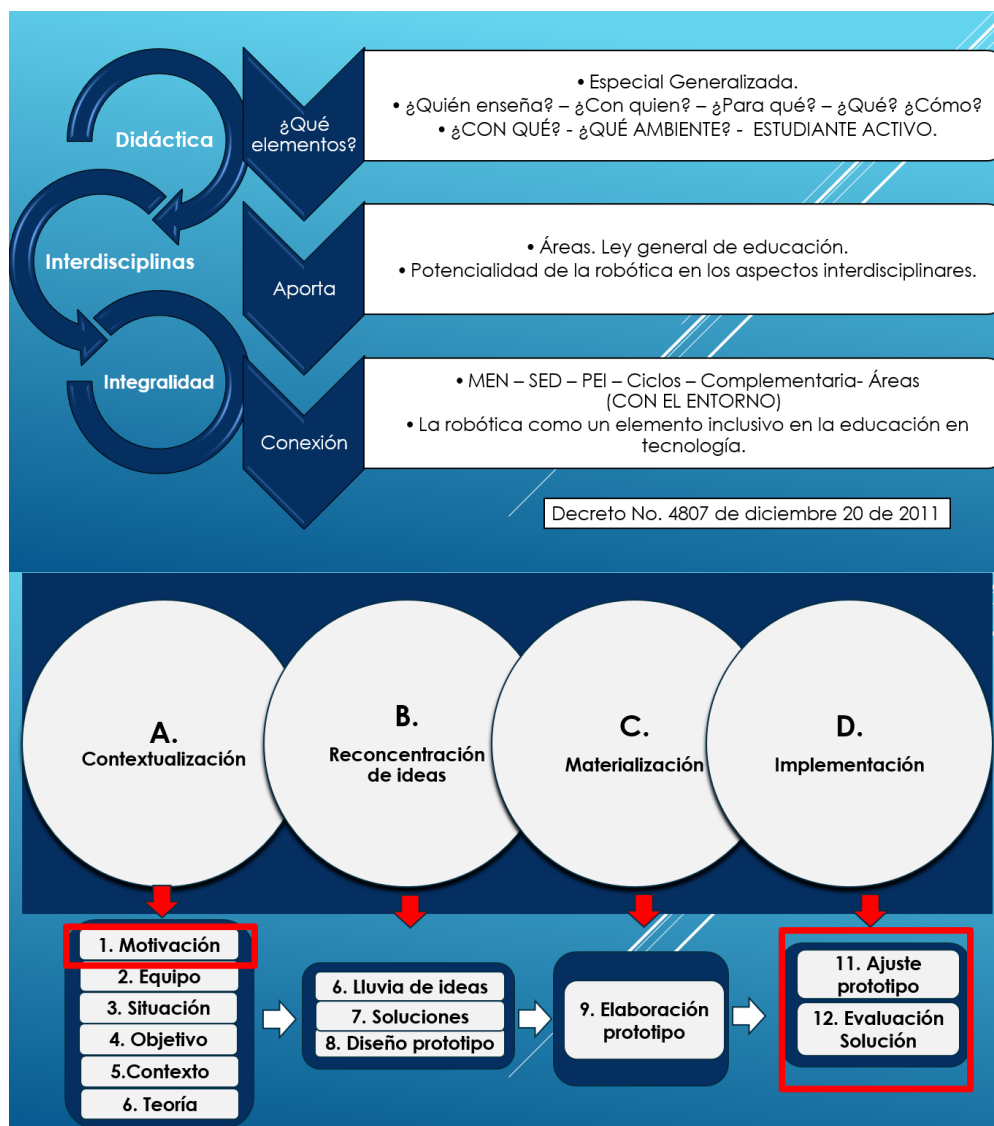
7.4. Propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos definitiva

En este subcapítulo se abordará, de manera precisa, los momentos y etapas con las que contará la propuesta didáctica de esta investigación, posterior a los procesos

de validación, en diferentes localidades de la ciudad de Bogotá, la cual se definió de la siguiente manera:

Figura 144.

Propuesta didáctica interdisciplinar integradora de conocimientos definitiva



Nota. Propuesta ajustada, teniendo en cuenta la etapa de esta investigación enfocada en la validación.

En el cuadro siguiente y en forma detallada, se muestran los elementos de esta propuesta de investigación, por cada uno de los momentos, las etapas y los componentes del proceso didáctica interdisciplinar e integrador de conocimientos.

Tabla 15.

Elementos detallados de la propuesta didáctica interdisciplinar integradora de conocimientos

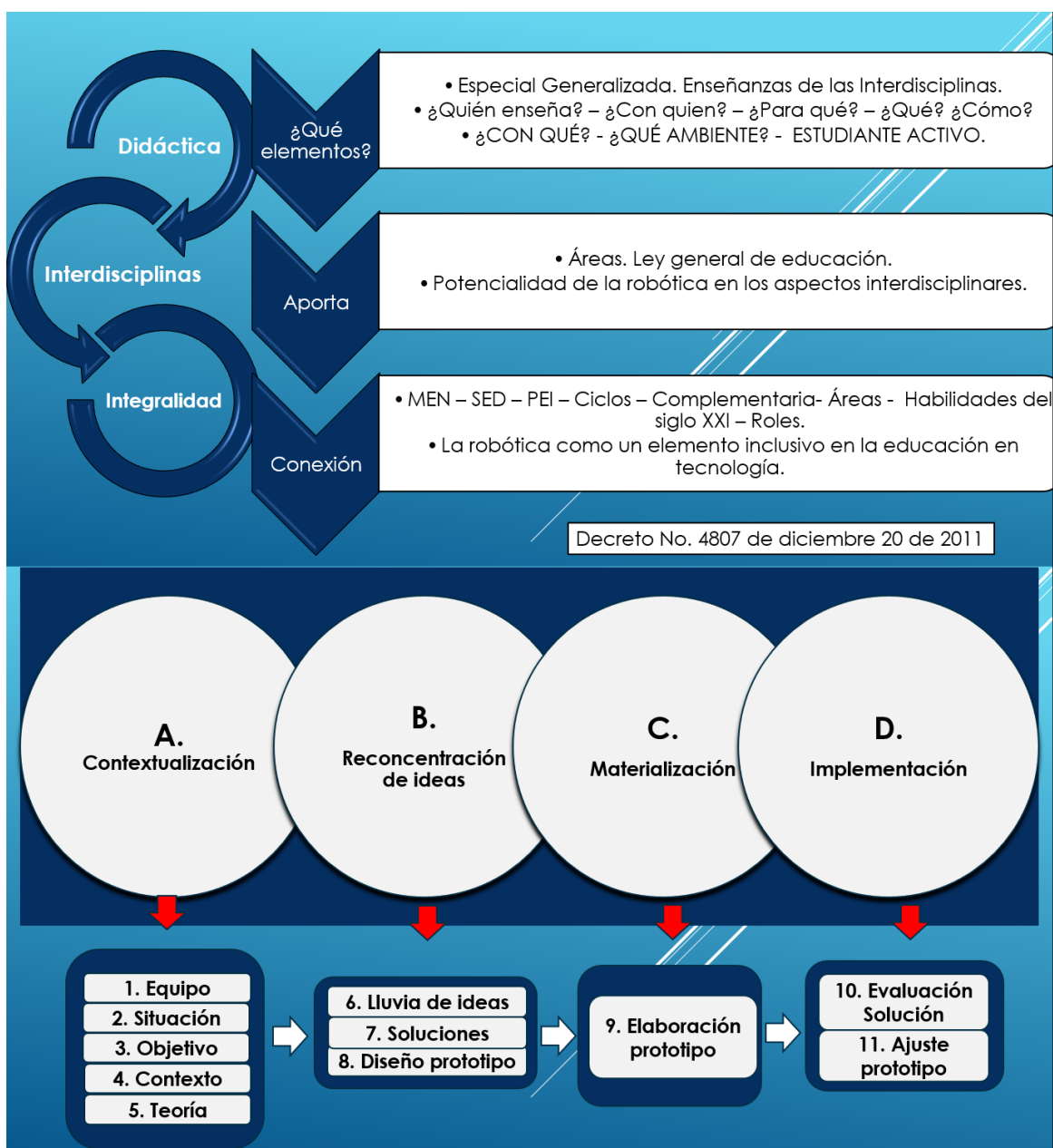
Momentos	Etapas	Componentes del proceso didáctico interdisciplinar e integrador de conocimientos
Contextualización	Motivación	Se realiza una muestra de robots que permita incentivar al grupo de estudiantes el trabajo dentro del aula de clase.
	Equipo	Se construyen los equipos de trabajo teniendo en cuenta las cercanías académicas, emocionales y personales.
	Situación	El grupo de trabajo identifica la situación, problema teniendo en cuenta las categorías de integración de conocimiento de forma interdisciplinar
	Objetivo	Cada grupo de trabajo construye en objetivo de forma integral, teniendo las diversas áreas del conocimiento.
	Contexto	El grupo de trabajo identifica las características del entorno.
	Teoría	El grupo de trabajo empieza a indagar acerca de los conceptos alrededor de la situación, que permiten verlo de forma integral y que aporten las diversas áreas del conocimiento.
Reconcentración de Ideas	Lluvia de ideas	Las alternativas planteadas por los grupos de trabajo requieren respuestas desde diversas áreas del conocimiento y la integralidad de este.
	Soluciones	Las soluciones propuestas requieren la intervención de diversas áreas del conocimiento, desde la integración de los conocimientos.
	Diseño de prototipo	Se desarrollan propuestas que permiten diseñar un robot prototipo, que pueda dar respuesta a la situación de forma integral e interdisciplinar usando materiales de fácil consecución.
Materialización	Elaboración del prototipo	Se puede evidenciar el trabajo en equipo y los diversos roles asignados. En el trabajo se tiene en cuenta el contexto de la institución educativa en el diseño del robot. Se usa materiales de fácil consecución. Se potencian las habilidades del siglo XXI, según la ISTE. Se utilizan elementos importantes de las diversas áreas del conocimiento en la construcción del robot prototipo. Se manejan herramientas tecnológicas de forma apropiada. El robot prototipo tiene los elementos necesarios que podrán dar solución integral a la problemática dentro del aula de clase.
Implementación	Ajuste del prototipo	El ajuste hecho (si es necesario), permite aplicar a la problemática una solución integral e interdisciplinar dentro del proceso académico
	Evaluación de la solución	La solución integrada con el robot prototipo, permite evidenciar el trabajo desde las diversas áreas del conocimiento.

7.4.1. Cambios de la propuesta a partir de la validación

Para el contexto de esta sección, se presentará la propuesta didáctica que se obtuvo antes de la validación, que se muestra a continuación.

Figura 145.

Propuesta de investigación antes de la validación



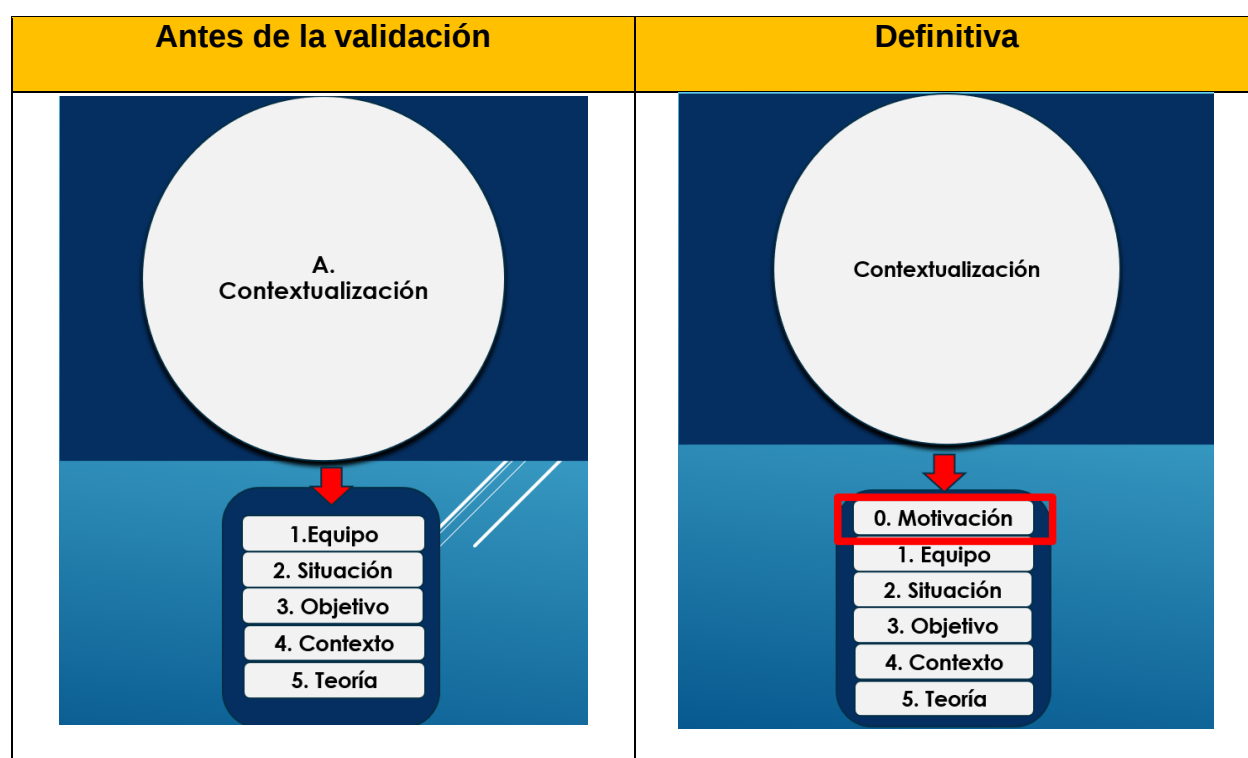
Propuesta ajustada, teniendo en cuenta la etapa de esta investigación enfocada en la validación.

De acuerdo con la gráfica anterior, en la propuesta didáctica de esta investigación, se hicieron ajustes sobre dos de los momentos y etapas que se describen a continuación:

El primer ajuste se realizó en el momento A, es decir, en la *contextualización*, en la inclusión de una etapa cero (0), que se denominó *motivación*. La razón de este cambio, se debió a la necesidad de vincular, emocionalmente, al estudiante, desde el primer momento del trabajo de la propuesta didáctica; para este caso, se ajustó de la siguiente forma:

Tabla 16.

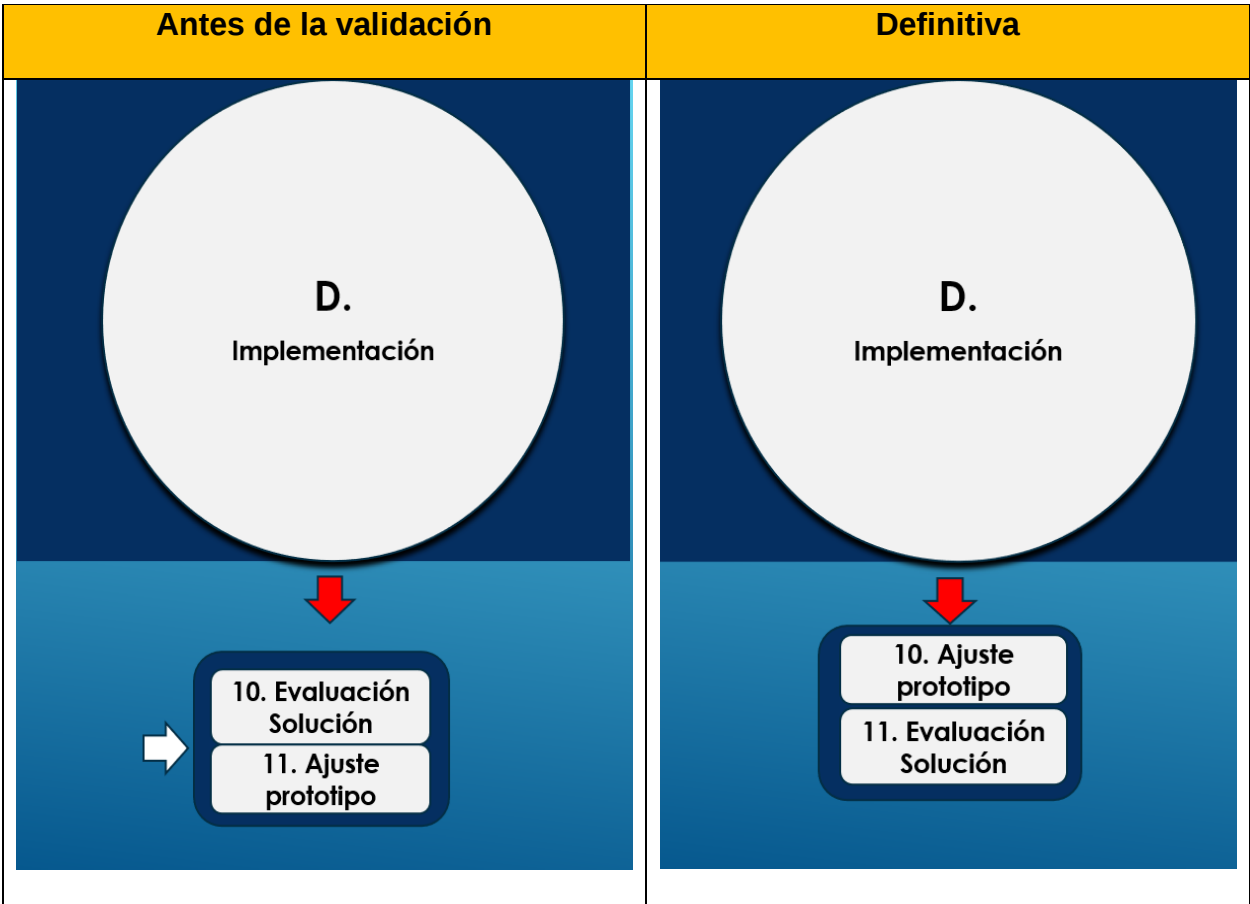
Ajuste de la propuesta en el momento Contextualización



El segundo ajuste, está relacionado con el momento D, el de la *Implementación*, en la que se vio la necesidad de hacer un cambio en el orden de las etapas de *evaluación de la solución* y *ajuste de prototipo*, ya que después de la validación, se identificó que es mejor hacer, primero el ajuste del prototipo, para posteriormente, hacer la evaluación de la solución, como se muestra a continuación.

Tabla 17.

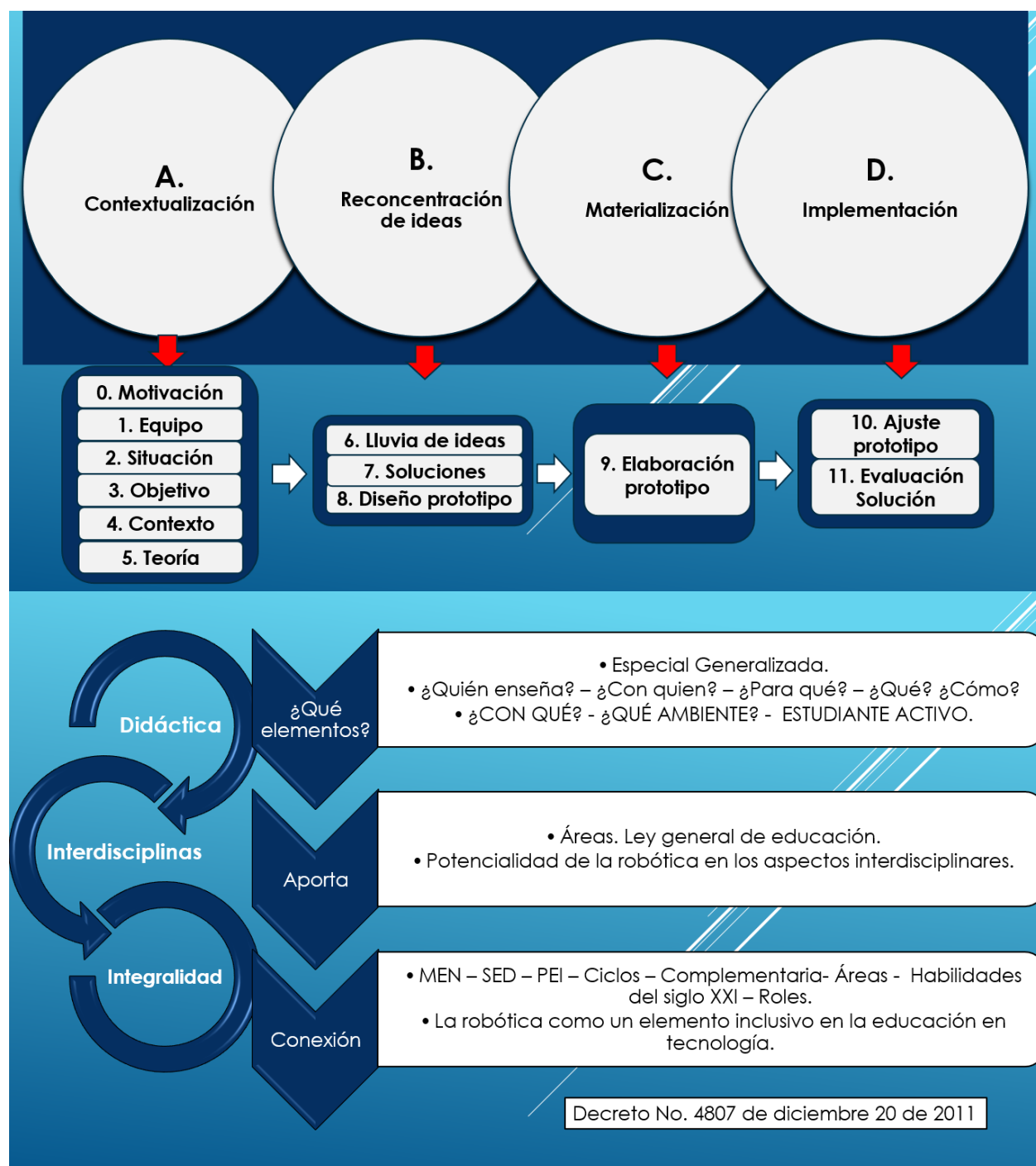
Ajuste de la propuesta en el momento implementación



Finalmente, y teniendo en cuenta estos ajustes, la propuesta didáctica cambió en los *momentos* del uso en el aula de clase, como se evidencia a continuación.

Figura 146.

Propuesta ajustada y definitiva



Nota. Propuesta definitiva.

La anterior imagen muestra la propuesta de tesis que se desarrolló de manera ordenada, seria y coherente, para colocarla a disposición de la comunidad académica orbital.

Enseguida, se muestran los hallazgos, así como el impacto de esta tesis en el campo del conocimiento de la robótica, en la educación media y los aportes a la línea de investigación, Pedagogía con Énfasis en Pedagogía Dominicano Tomista y Enfoque Pedagógico Contemporáneos.

Este trabajo se ha desarrollado en cuatro años, en los que donde se ha podido profundizar en los aspectos didácticos de esta tecnología, dimensionados, diseñados e implementados desde una perspectiva interdisciplinar según los planteamientos de Maingain (2002), que permite generar conocimientos integrales en la construcción de los conocimientos de los estudiantes de las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá y que pueden ser extrapolados a otros escenarios de la educación media colombiana, latinoamericana y orbital, no solo haciendo uso de esta tecnología, sino con la posibilidad de implementarse en otras áreas del conocimiento.

VIII. HALLAZGOS Y RESULTADOS

8.1. Hallazgos

Para el primer objetivo, se obtuvieron dos hallazgos importantes. El primero de ellos, está relacionado con las siete propuestas de enseñanza, más usadas a nivel mundial, que tienen como elementos motivadores a los robots, que le han permitido a los estudiantes construir conocimientos alrededor de esta tecnología exponencial.

Estas propuestas didácticas son:

- Aprendizaje basado en problemas.
- *Design Thinking*.
- Aprendizaje basado en proyectos.
- Metodologías basadas en los enfoques STEM y STEAM.
- Aprendizaje colaborativo.
- Gamificación.
- Aula invertida.
- Aprendizaje basado en retos.

El segundo elemento encontrado, está relacionado con las propuestas de enseñanza que más se utilizan en la educación básica y media, en los colegios públicos de la ciudad de Bogotá (Colombia):

- Aprendizaje basado en proyectos.
- *Design Thinking*.
- Aprendizaje basado en problemas.
- Aula invertida.

- Aprendizaje basado en retos.
- Trabajo con enfoques STEM – STEAM.
- *Blended Learning*.
- Simulación de empresas de software.

Para el objetivo número dos, se obtuvieron dos hallazgos importantes. Por un lado, los materiales didácticos con robots más destacados a nivel mundial, que son:

- LEGO.
- VEX Robotics.
- Makeblock.
- Microbit.

Por otro lado, se identificaron los materiales didácticos más usados por los docentes de escuelas públicas de la ciudad de Bogotá, de los que se tienen los siguientes:

- Tecnología Arduino.
- Plataformas digitales como *Tinkercad*, *Yenka* y *Scratch*.
- Materiales de bajo costo y reutilizables,
- Tecnología PIC (Circuitos integrados programables).

Para el objetivo número tres, se identificaron varios hallazgos, entre los que se destacan, en primer lugar, que la mayoría de los docentes de colegios públicos de la ciudad cuentan con estudios de maestría (38%), otros con pregrado de Licenciatura (36%), con carreras profesionales de ingeniería (15%), y algunos especialistas (11%).

En segundo lugar, se identifica que el trabajo con robots, tiene mayor incidencia, si se tiene en cuenta la reorganización curricular por ciclos, plateada por el MEN (2003), en el ciclo V (50%), seguido de los ciclos III y IV (15%), y finalmente los I y II (10%). Lo que determina que se debe enfatizar en el fortalecimiento de los procesos con este tipo de tecnologías, en las edades iniciales.

El tercero de los hallazgos, se relaciona con la intención de los docentes al usar robótica en el aula de clase, y con el uso de la tecnología, con el fin de fortalecer los conceptos de ingeniería, inmersos en los prototipos, además de potenciar el pensamiento computacional y el de intentar resolver problemas (habilidades del siglo XXI), pero no como una herramienta interdisciplinar – integradora de conocimientos.

El cuarto hallazgo es el que reconoce a la robótica como una herramienta capaz de generar procesos de aprendizaje interdisciplinares, aunque, no se encuentre ninguna ruta didáctica clara en el área de tecnología en la educación básica y media colombiana.

En el análisis, se ratifican las tres categorías principales de la investigación: Integralidad, interdisciplinariedad y didáctica, lo que permite manifestar la seriedad y la coherencia de este trabajo de tesis doctoral.

Se identifica la integración de los procesos de la robótica, vista como interdisciplina en los P.E.I., de las instituciones educativas, a través de proyectos transversales y proyectos de ciclo en un bajo porcentaje.

Se destaca que las áreas con mayor aporte a los procesos interdisciplinares usando robots, son las de Tecnología e Informática, Matemáticas y Ciencias Naturales.

No se encuentra ninguna relación del área de educación religiosa con el uso de esta tecnología.

Las posturas de los maestros que usan robots en la educación media, tienden al constructivismo clásico. Posiblemente se debe al resultado de la formación universitaria que imparte en el área de la Tecnología e Informática para este tipo de profesionales.

Desde esta propuesta de investigación, se fortalece el trabajo con materiales de fácil consecución, para el armado de prototipos y robots didácticos, ya que, si se tiene en cuenta la ley de gratuidad educativa, plasmada en el Decreto 4807 del 2011, del MEN (2011), no es posible solicitar robots o materiales de robótica a los estudiantes para las clases ni para otras actividades, en las instituciones educativas oficiales del país. Todos estos elementos deben estar en el inventario de la institución educativa y la mayoría de ellas, no cuenta con dichos recursos.

Hay una ausencia de política pública para el área de Tecnología e Informática; solo existen orientaciones y CONPES 3975 y 3988. Esto, genera no contar con una ruta a seguir por parte de las instituciones públicas, dejando los procesos de inclusión de estas tecnologías, como la robótica, solo en el deseo de los maestros por el trabajo con esta tecnología.

Mediante la implementación de la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos de esta investigación, en las instituciones de diversas localidades de la ciudad de Bogotá, se muestran resultados positivos en el proceso. Para esto, se diseñó e implementó una plataforma digital para cada uno de los colegios en los que se llevó a cabo la validación de esta investigación, permitiendo, de esta

forma, que los grupos de estudiantes pudieran subir sus evidencias, luego del desarrollo de cada una de las sesiones de clase.

Se diseñó una matriz de observación, en la que el docente, de forma práctica, pudo reconocer elementos interdisciplinares e integradores de conocimientos, que le permitieron hacer un seguimiento apropiado del proceso de enseñanza de los estudiantes.

El trabajo de esta investigación aporta nuevos elementos al conocimiento en el desarrollo de material de apoyo didáctico e ingenieril, materializado en presentaciones para el docente y el estudiante, así como guías de trabajo para las sesiones de clase, planos de corte de las estructuras mecánicas de los robots, esquemas electrónicos y manuales de ensamble de los prototipos didácticos.

La validación de la propuesta didáctica permitió realizar ajustes de la construcción hecha durante la investigación. Los aportes de los docentes que la implementaron fueron muy significativos; ellos cuentan con más de quince años usando robots como elementos diferenciadores en el aula de clase.

Se ratifica la viabilidad de usar esta propuesta didáctica puesta en escena, demostrando que los elementos, etapas y materiales son pertinentes para los estudiantes en la búsqueda de una construcción de conocimiento interdisciplinar, integral y contextualizado.

Se identifican las potencialidades de la robótica, vista de forma interdisciplinar e integradora de conocimientos, lo que se ve reflejado en los prototipos didácticos que se desarrollaron, pensando en una problemática del entorno. Para el caso de la localidad

de Ciudad Bolívar, se propuso un robot de apoyo en rescate. Para la de Usaquén, un robot mesero y para la de Rafael Uribe Uribe, un robot de servicios generales. Esto ratifica el aporte de este trabajo, no solo en los aspectos relevantes de una investigación en educación, sino que, adicionalmente, aporta también a los diseños ingenieriles, trascendiendo a otros campos del conocimiento.

Se ratifica la validación que se hace de la propuesta de aprendizaje, la cual, tuvo efectos positivos en los aprendizajes de los estudiantes. Lo anterior, se logró a través de la comparación entre una prueba de entrada y salida, en este momento de la investigación hecha a los estudiantes que participaron del proceso. Aquí se identificaron progresos en el comportamiento del grupo de trabajo, quienes aprendieron a identificar los conceptos y elementos que se requieren para dar soluciones integrales en las diversas áreas del conocimiento; asimismo, pusieron en práctica el manejo de herramientas tecnológicas y el uso claro de términos relacionados con la robótica, como: corriente eléctrica, resistencia eléctrica, robot, programación, estructura mecánica, motores, entre otros. Adicionalmente, los estudiantes manifestaron que es divertido aprender y trabajar con robots en el aula.

Se destaca que algunos de los estudiantes, empiezan a mostrar interés por iniciar procesos de formación técnica, tecnológica o profesional en torno a las ingenierías. Se resalta la gran cantidad de niñas que se interesan por participar en estos procesos de educación, con el uso de tecnologías emergentes, viendo en este tipo de áreas una posibilidad a futuro en su formación profesional, a corto y mediano plazo.

8.2. Hallazgos emergentes.

Se identifica una fuerte tendencia en las teorías epistemológicas que brindan soporte a los diferentes tipos de enseñanza con el uso de robots en todos los niveles educativos. Empresas como LEGO y *Fischertechnik*, inicialmente se basaban en los planteamientos socio constructivistas (Coll, 2009). Con el transcurrir del tiempo y por diversas razones, han encontrado en los enfoques STEM – STEAM, una forma de poder generalizar sus propuestas educativas, ya que estas, se centran en las áreas educativas (Ciencias, Tecnologías, Matemáticas, Ingeniería y Artes), en las cuales, les interesa profundizar. Los grandes proveedores de material didáctico en el mundo, usan este enfoque; se considera que, teniendo en cuenta sus posibilidades holísticas, puede adaptarse, con cierto trabajo, a los contextos educativos diversos, de cada región en el mundo.

Se identifica en las tendencias, el trabajo multiplataforma de kits de robótica en el aula de clase en la educación básica y media, de modo que pueden incluirse elementos de diversas empresas proveedoras de material didáctico en un solo proyecto de aula o sesión de clase. Lo anterior demuestra que estos elementos deben ser modulares y adaptables a cualquier tecnología.

Se reconoce y emerge el concepto de roboética, de manera importante. Este concepto permite que se realicen ciertas reflexiones vinculadas con el uso de los robots, así como las consecuencias de la incorporación de esta tecnología en los aspectos económicos, sociales y culturales de la humanidad. Esta concepción se

incluye dentro de esta propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos, como un elemento emergente.

Se incluye dentro de la propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos, una etapa cero (0), luego de la validación de la investigación, en las diversas instituciones públicas de la ciudad de Bogotá. Esta etapa se ha denominado ***motivación***, la cual, consiste en poder realizar una muestra o exposición inicial de diversos prototipos didácticos, ya que se observó que, a través de este momento, los estudiantes quedan cautivados con el trabajo con robots en el aula desde el primer momento que tienen contacto visual e interactúan con estos artefactos.

8.3. Conclusiones

No se evidencia una propuesta didáctica específica para la robótica educativa en el aula, para la educación media, sino que se enseña desde iniciativas de otras áreas del conocimiento, como en el caso del aprendizaje basado en problemas (medicina), el *design thinking* (ingeniería industrial), entre otras. Esta es la razón de trabajar en una propuesta didáctica integradora de conocimientos, que es diseñada específicamente, para la robótica; pero que una vez elaborado su diseño didáctico, puede aportar a la enseñanza de otros campos del conocimiento, especialmente, temas tecnológicos. La intención principal de esta propuesta didáctica es la de construir conocimientos, de forma interdisciplinar, integral y contextualizada.

Existen pocas experiencias en los colegios públicos que utilicen la robótica en la educación media, a través de procesos interdisciplinarios, puesto que, por diversas razones, impiden estos procesos, entre las cuales, podemos mencionar el poco tiempo

que se dedica a la planeación de este tipo de proyectos, desde las mismas dinámicas de las instituciones educativas, así como la ausencia de materiales didácticos en las instituciones. Sin embargo, existe la posibilidad de realizar procesos didácticos interdisciplinarios, integradores de conocimiento a través de proyectos articulados en las instituciones educativas. Para lograrlo, es necesario que los maestros, de manera organizada, proyecten problemáticas del entorno; de esta forma, despertarán el interés, al conectar los aprendizajes con el contexto de los estudiantes.

Teniendo en cuenta el decreto de gratuidad educativa, emitido por el Ministerio de Educación Nacional (Decreto 4807 del 2011), resulta complejo que las instituciones de educación pública cuenten con materiales sofisticados de robótica, como LEGO o *Fischertechnik*, lo que, a su vez, impide que los estudiantes de las escuelas públicas participen de los eventos más importantes de robótica a nivel orbital, ya que estas empresas son las que patrocinan dichos eventos.

La robótica en la educación media, como se ha diseñado en esta propuesta didáctica, puede convertirse en un elemento incluyente en las escuelas públicas de la ciudad, ya que es posible elaborar modelos y prototipos didácticos con elementos de fácil consecución y reciclados del entorno de los estudiantes. De esta forma, podrían construirse estructuras para robots con este mismo tipo de materiales y darle movimiento a través de plataformas tecnológicas, como Arduino, Microbit, que son de bajo costo y, del mismo modo, generar algoritmos de programación a través de softwares, como *Scratch* o *Tinkercad*, los cuales son de uso libre.

Se hace necesario fortalecer un trabajo con robots en la educación media, especialmente en los ciclos IV y V, teniendo en cuenta que, por lo general, se hace una reorganización curricular de estos ciclos, para dar espacio a estos proyectos. Por lo anterior, es evidente que debe existir un mayor trabajo en los niveles I, II y III, por parte de los docentes de las escuelas públicas, así como de los entes gubernamentales.

Se requiere la creación de una política nacional para la educación en tecnología, aunque hasta el momento se ha avanzado en los CONPES, pero estos, aún no se ven materializados en la creación de directrices gubernamentales para el área de tecnología e informática. La mayoría de las nueve áreas del conocimiento obligatorias que propone el MEN, cuenta con estándares básicos de aprendizaje, pero en el caso del área mencionada no existen.

El trabajo con robots, permite generar procesos de enseñanza con los que los estudiantes potencian su creatividad, el trabajo en equipo, liderazgo, comunicación asertiva y pueden ver aplicados los conceptos teóricos en la realidad, para este caso, por medio de una tecnología exponencial, como la robótica. Esto se manifestó en la implementación de la realidad en los contextos educativos, en los que se realizó la validación de esta propuesta de investigación.

Se elaboraron prototipos robóticos en las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá, que aportaron a soluciones futuras de los problemas del contexto educativo de las localidades donde se implementó la propuesta didáctica. Se demostró que por medio de estos elementos tecnológicos, los estudiantes mejoraron en sus procesos de aprendizaje; esto se hizo evidente por la capacidad con el trabajo mancomunado de los

equipos participantes, la posibilidad de resolver problemáticas del entorno a través del uso de tecnologías emergentes, brindando integralidad al conocimiento. Asimismo, mejoraron en el dominio de un nuevo léxico, vinculando términos, como innovación, creatividad, habilidades del siglo XXI, interdisciplinariedad, entre otros.

De igual manera, el trabajo con estos dispositivos tecnológicos, generó un alto sentido de pertenencia en los participantes, dando origen a conceptos teóricos de las diversas áreas del conocimiento que se vieran aplicadas en un prototipo móvil, suscitando en ellos, pensamiento crítico y un aprendizaje contextualizado.

Es posible implementar y validar otras investigaciones aplicadas a los contextos y poblaciones y soportadas en el diseño metodológico. Para este caso se impactó a las escuelas públicas de la ciudad de Bogotá, a estudiantes de educación básica y media, a través de una propuesta didáctica interdisciplinar, integradora de conocimientos y a través de una herramienta didáctica como la robótica.

Incluir en los procesos de formación de las universidades que trabajan licenciatura en informática o tecnología el diseño, construcción y uso de herramientas tecnologías 4.0. que permitan que el egresado, lleve estas prácticas innovadora al aula de clase, para que los estudiantes reciban una educación moderna, en línea con los cambios del mundo contemporáneo.

8.4. Recomendaciones

Desarrollar una red distrital de educación en nuevas tecnologías, con el fin de potenciar los trabajos fomentados por los docentes del Distrito, con el uso de tecnologías 4.0. y que generen dinámicas para compartir las diversas experiencias, en

beneficio de los procesos de aprendizaje de los estudiantes de la educación básica y media.

Iniciar con el diseño, producción y distribución de materiales didácticos de bajo costo en robótica, para las escuelas públicas de la ciudad. Esta iniciativa debería partir de la misma Secretaría de Educación de Bogotá.

Es necesario generar propuestas curriculares en los P.E.I., que empiecen a integrar diversas áreas del conocimiento, con la intención que el estudiante pueda ver estos conceptos teóricos que aporta cada una de las áreas, aplicados y plasmados en proyectos que busquen solucionar problemáticas del entorno.

Generar espacios académicos y de formación con los docentes que usan los robots en la educación básica y media de las escuelas públicas distritales y nacionales. De esta forma, se podría crear una comunidad con la intención de fortalecer el trabajo con este tipo de tecnologías y así, poder comentar, discutir, implementar y seguir construyendo propuestas educativas que impacten a las juventudes actuales y venideras.

Promover espacios de trabajo locales, distritales, nacionales, regionales e internacionales que permitan extrapolar esta propuesta didáctica, en los procesos de enseñanza en la educación básica y media de las escuelas públicas, en otras áreas del conocimiento, que no tengan relación con el área de la tecnología e informática. De esta forma se podría aportar diversos campos del conocimiento, diferentes a la robótica.

IX. REFERENCIAS

- Aburto, J. (2021). El aula Invertida, estrategia metodológica para desarrollar competencias en la Educación Superior. *El aula Invertida, estrategia metodológica para desarrollar competencias en la Educación Superior*(17), 26-42.
<https://revistashumanidadescj.unan.edu.ni/index.php/Humanismo/article/view/783/1113>
- Acero, O. (2020). Educación 4.0 : tendencias en la ruta del aprendizaje en la educación superior del Siglo XXI. En *Vargas, Germán* (págs. 85-104). Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Centro Editorial. Ediciones FEDICOR. <https://repositorio.juanncorpas.edu.co/handle/001/58>
- Ackermann, E. (2004). *Massachusetts Institute of Technology*.
https://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf
- Acosta Castiblanco, M. F. (2015). Tesis de Maestría en Educación. *Robótica Educativa : un entorno tecnológico de aprendizaje que contribuye al desarrollo de habilidades*.
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/17119>
- Acuña, L. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas. *PRÁXIS EDUCATIVA Y ENTORNO TECNOLÓGICO*, 6-27.
<https://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/9126/9355>
- Alimissis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Álvarez Herrero, J. F. (2021). Diseño y validación de un instrumento para la taxonomía de los robots de suelo en Educación Infantil. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, 59-76.
- ARDUINO. (2022). *ARDUINO*. <https://www.arduino.cc/>
- Argentino, G. (2015). *Resolución CFE N° 263/15*. http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/RCFE_263-15.pdf
- Arshavskiy, M. (2014). *Diseño instruccional para aprendizaje en línea*. Babelcube Inc.
- Asimov, I. (2009). *Yo Robot*. Editora y Distribuidora Hispano Americana.
- Asís, R. (2014). *Una mirada a la Robótica desde los derechos humanos*. Dykinson.
- Ausín, V. A. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. *Formación Universitaria*, 9(3), 31-38.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v9n3/art05.pdf>
- AUTODESK Thinkercad. (2022). *Del concepto al diseño en minutos*. <https://www.tinkercad.com/>
- Banco mundial. (7 de Octubre de 2020). *Pobreza*.
<https://www.bancomundial.org/es/topic/poverty/overview#:~:text=La%20tasa%20de%20pobreza%20extrema,menos%20de%20USD%205%2C50>.
- Barrios, J. K. (2015). *Inclusión Tecnológica de Niños mediante Robótica Educativa de bajo costo*. Corrientes: TE & ET.

- Belmonte, S. C. (2018). Tesis doctoral. *Posibilidades didácticas de las redes sociales virtuales para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación media*.
<http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/1092>
- Boston Dynamics. (2020). *Cambiando tu idea de lo que pueden hacer los robots*.
<https://www.bostondynamics.com/>
- Botero Espinosa, J. (2018). *Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. Educación STEM*. STILO IMPRESORES LTDA.
- Bouhuijs. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: Guía del estudiante*.
- Bq Education. (2020). *Academia Bmaker*. <https://educacion.bq.com/academia-bMaker/>
- Bravo Sánchez, F. A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 120 - 136.
http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9002/9247
- Bravo, Á. (2019). *DRAMABOT, A COGNITIVE MULTIAGENT ARCHITECTURE FOR IMPLEMENTING EDUCATIONAL DRAMA TECHNIQUES USING ROBOT ACTORS*. Librería de la U.
- Bread for the World. (2020). *Have faith end hunger*. <https://www.bread.org/es/que-cause-el-hambre>
- Brown, T. (2009). *How Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Library of Congress.
- Bryman, A. (2006). Integrating quantitative and qualitative research: How is it done? *Qualitative Research*, 6(1), 97-113. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1468794106058877>
- Cabero, J. (2007). *Tecnología Educativa*. Mc Graw Hill.
- Campbell, J. (1989). *El hombre gramatical*. Fondo de Cultura Económica.
- Capek, K. (2017). *R.U.R. Robots Universales Rossum*. Libros Mabla.
- Carbonell, J. (2015). *Pedagogías del siglo XXI. Alternativas para la innovación educativa*. Octaedro.
- Cardona Arce, L. Á. (2019). Tesis doctoral. *Mentes emergentes en la era digital: metacognición y prácticas colaborativas en redes de aprendizaje mediadas por TIC*.
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/10890>
- Castro, V. (2022). Integrality in the approach to digital. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 33(1), 13-31.
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/derechoshumanos/article/view/16384/23753>
- Ciencia y Robótica. (2020). *FischerTechnik*. [https://cienciayrobotica.es/juegos-y-kit-educativos-fichertechnik#:~:text=El%20sistema%20educativo%20STEM%20abarca,%20y%20Matem%C3%A1ticas%20\(Mathematics\).&text=Con%20los%20productos%20FischerTechnik%20aprender%C3%A1n,una%20forma%20l%C3%ADca%20y%20pr%C](https://cienciayrobotica.es/juegos-y-kit-educativos-fichertechnik#:~:text=El%20sistema%20educativo%20STEM%20abarca,%20y%20Matem%C3%A1ticas%20(Mathematics).&text=Con%20los%20productos%20FischerTechnik%20aprender%C3%A1n,una%20forma%20l%C3%ADca%20y%20pr%C)

- Clancey, W. (2016). *CREATIVE ENGINEERING Promoting Innovation by Thinking Differently*. John E. Arnold. Stanford.
- COLCIENCIAS. (Abril de 2014). *Biblioteca virtual. fomento de una cultura Ciudadana y Democrática de Ciencia, Tecnología e Innovación*.
<http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/Ondasfinal/menu.html#>
- Colegio Unión Europea I.E.D. (2022). *Institución Educativa Distrital Unión Europea*.
<https://colegiounioneuropeaied.com/>
- Coll, C. (2009). *El constructivismo en el aula*. Graó.
- Comenio, J. Á. (1998). *Didáctica Magna*. Porrúa.
- Compartir palabra maestra. (2020). *El aprendizaje basado en proyectos*.
<https://www.compartirpalabramaestra.org/recursos/infografias/aprendizaje-basado-en-proyectos-10-pasos-para-implementarlo>
- Compayre, G. (1994). *Herbart. La educación a través de la instrucción*. Trillas.
- Consejería de Educación y Cultura de Extremadura. (2022). *Crocodile Clips*.
<https://emtic.educarex.es/que-es-crocodile-clips>
- Corchuelo Sánchez, M. A. (2015). Tesis de Maestría en Informática Educativa. *Propuesta de lineamiento para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en robótica a través del estudio de experiencias*. Chía, Colombia. <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/20274>
- Corporación Universitaria Minuto de Dios. (2022). *Licenciatura en Informática*.
<https://www.uniminuto.edu/programas/bta-cll-80-presencial/licenciatura-en-informatica>
- Cortés, F. R. (2011). *Robótica. Control de robots manipuladores*. Alfaomega.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Davidson, C. (2017). *The New Education. How to Revolutionize the University to Prepare Students for a World In Flux*. Basic Books.
- Departamento Nacional de Planeación. (8 de Noviembre de 2019). *CONPES 3975. Departamento Nacional de Planeación*.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (31 de Marzo de 2020). *CONPES 3988. TECNOLOGÍAS PARA APRENDER: POLÍTICA NACIONAL PARA IMPULSAR LA INNOVACIÓN EN LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS A TRAVÉS DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES*.
https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-126403_tpa.pdf
- Deterding, S. (2019). Gamification in Management: Between Choice Architecture and Humanistic Design. *Journal of Management Inquiry*, 28(2), 131-136.
[doi:https://doi.org/10.1177/1056492618790912](https://doi.org/10.1177/1056492618790912)

- Dewey, J. (2010). *Experiencia y Educación*. Biblioteca Nueva.
- Durán Mena, M. .. (2016). Inclusión de la robótica en el currículo de Educación Infantil en Estados Unidos. *II congreso virtual Iberoamericano sobre recursos educativos innovadores CIREI 2016* (pág. 106). UHA Obras colectivas.
- Echeverría, J. (1998). *Filosofía de la Ciencia*. AKAL.
- Escobar, F. T. (2008). ¿Qué determina la elección de una especialidad médica? *Revista clínica médica familiar*, 216-225.
- Escribano Alicia. Del Valle, Á. (2008). *El Aprendizaje basado en problemas*. Narcea.
- Exley, K. &. (2007). *Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior*. Narcea.
- Facultad de Educación de la Universidad Santo Tomás. (2022). *Doctorado en Educación*.
<http://facultadeducacion.ustadistancia.edu.co/index.php/investigacion-doctoradoed>
- Fernandez, A. (1990). Didáctica general y didácticas especiales. *Educación*, 17, 9-36.
- Fishertechnik. (2022). *Fishertechnik*. <https://www.fischertechnik.de>
- Forero, A. (2022). Educación en tecnología. *Unión Europea*, 12-67.
- Fourez, E.-L. M. (1990). Les doivent -elles s'enseigner par disciplines? in Courrie du CETHES. *Namur, F.U.N.D.P*(11), 1-31.
- Fourez, G. (2015). *Cómo se elabora el conocimiento. La epistemología desde un enfoque constructivista*. . Editorial Narcea.
- Freinet, C. (2008). *La educación por el trabajo*. Fondo de cultura económica.
- Gardner, H. (2013). *Inteligencias múltiples*. 1993: Paidós.
- Gobierno de Colombia. (2022). *Computadores para educar*.
<https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/1/que-es-computadores-para-educar/>
- Gobierno de la República de Colombia. (1994). *Ley general de Educación*.
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0115_1994.html#:~:text=OBJETO%20DE%20LA%20LEY.,derechos%20y%20de%20sus%20deberes.&text=La%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20es%20regulada,dispuesto%20en%20la%20presente%20Ley.
- Gobierno de Madrid. (14 de Mayo de 2015). *DECRETO 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria*. https://www.ecmadrid.org/es/pdfs-revistas/doc_download/6288-decreto-48-2015-14-de-mayo-curriculo-eso-texto-consolidado
- Goleman, D. (2010). *Inteligencia Emocional*. Kairos.
- Gómez Torres, A. D. (2016). Integración de las herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje y de formación integral de los ingenieros.

- <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3598/Gomezandrea2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, J. C. (2020). *La formación integral en los posgrados en educación: aportes desde el humanismo, el currículo, la epistemología y la educación 4.0 en américa latina.*: Juan N. Corpas.
- Gomez, M. (2012). *La Educación Según John Dewey (Filosofía Para Profanos)*. Tandem Edicions, S.L.
- Gómez, M. M. (2015). PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE HABILIDADES BLANDAS EN INGENIERÍA DE SOFTWARE POR MEDIO DE PROYECTOS UNIVERSIDAD-EMPRESA. *Educación en Ingeniería*, 10(19), 131-140. <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/549/243>
- González E, J. J. (Julio - Diciembre de 2009). La robótica como herramienta para la educación en. *Revista Iberoamericana de Informática*(10), 31-36.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3188225.pdf>
- González Fernández, M. O. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2300-2319.
- González, E. (2012). *Robótica cooperativa*. Librería de la U.
- González, J. (1947). *Obras de San Agustín*. Católica.
- González, M. G. (2016). *Smart Town. Talento e Innovación aplicada al territorio* (Vol. 1). Universidad Javeriana.
- Guinness World Records. (2015). *Nuevo record de robótica educativa*.
<https://www.guinnessworldrecords.es/news/2015/10/nuevo-record-de-robotica-educativa>
- Guitert, M., Giménez, F., & Lloret, T. (Julio de 2002). Ponencia presentada en: Tecnologías de la Información, Educación y Comunicación. Una visión crítica (TIEC). *El trabajo cooperativo en entornos virtuales*:. Barcelona. http://www.uoc.edu/in3/grupsrecerca/Comunicacion_TIEC.doc
- Guzmán, K. (2018). La comunicación empática desde la perspectiva de la educación inclusiva. *Actividades investigativas en educación*, 18(3), 1-18.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/447/44759784015/html/index.html>
- Harumi Pinillos Benites, J. A. (2021). Constructivist methodologies in higher education: divergent thinking drivers. *Revista de Educación*(23), 219-239.
- Hernandez Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Hervás Gómez, C. B. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Revista científica en Educomunicación*, 24(59), 30-40.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6542601>
- Hong, Q. N. (2018). *Mixed methods appraisal tool (MMAT), version 2018*.
http://mixedmethodsappraisaltoolpublic.pbworks.com/w/file/attach/127916259/MMAT_2018_criteria%20manual_2018%202008%202001_ENG.pdf

- IMB. (2022). *SPSS Statistics*. <https://www.ibm.com/co-es/products/spss-statistics>
- International Society for Technology in Education. (2011). *ISTE & the Computer Science Teachers Association (CSTA)*. <https://info.iste.org/student-standards-get-poster-thanks?submissionGuid=570bbbc2-a28c-42e1-a3a6-c6fa607cd470>
- Iqbots. (2020). *Quemes*. <http://www.iqbots.tech/iqbots.html>
- Isidoro, S. (2004). *Etimologías*. Biblioteca de Autores.
- ISTE. (2011). *International Society for Technology in Education (ISTE) & the Computer Science Teachers Association (CSTA)*. <https://info.iste.org/student-standards-get-poster-thanks?submissionGuid=570bbbc2-a28c-42e1-a3a6-c6fa607cd470>
- ITTEA. (2020). *Standards for Technological and Engineering Literacy: Defining the Role of Technology and Engineering in STEM Education*. <https://www.iteea.org/stel.aspx>
- Jimenez Builes, J. A. (2010). *Robótica educativa*. Universidad Nacional de Colombia.
- Jiménez, A. B. (2019). El aprendizaje basado en retos com propuesta para el desarrollo de competencias clave. *Padres y maestros*, 380, 50-55.
<https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/12067/11218>
- Johnson, R. B. (2013). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133.
- Joyanes, L. (2014). *Industria 4.0 la Cuarta Revolución Industrial*. Alfaomega.
- Juarez, F. (2022). *Tecnologías de la cuarta revolución industrial*. Universidad del Rosario.
- Kuhn, T. (1972). *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion.
- Lamoyi Villamil, L. B. (2019). La robótica Lego Mindstorms®: un recurso didáctico para fortalecer el pensamiento lógico matemático. *Perspectivas docentes*(70), 12-17.
<http://revistas.ujat.mx/index.php/perspectivas/article/view/561/467>
- Latina, O. d. (2020). *Infoamérica*. <https://www.infoamerica.org/teoria/papert1.htm>
- LEGO. (2022). *LEGP*. <https://www.lego.com/es-es/aboutus/lego-group/the-lego-group-history/>
- LEGO EDUCATION. (2022). *Robotix - Hands on Learning*. <https://www.robotix.es/es/descargar-software-lego-mindstorms-education-ev3>
- Lin, p., Abney, K., & Bekey, G. A. (2012). Robotics, Ethical Theory, and Metaethics: A Guide for the Perplexed. *Robot Ethics, The Ethical and Social Implications of Robotics*, 35-52.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/6733863>
- Llulli, R. (2004). *Retórica nova*.
- Lombana, N. B. (Enero-Junio de 2015). El uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis y SAber*, 6(1), 215-235. <http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v6n11/v6n11a10.pdf>

- Lopez Portillo, J. R. (2018). *La gran Transición, retos y oportunidades del cambio tecnológico exponencial*. Fondo de cultura económica.
- López, E. C. (2016). *Didáctica general y formación del profesorado*. Universidad Inetrnacional de la Rioja, S.A.
- Lopez, J. R. (2018). *La gran Transición, retos y oportunidades del cambio tecnológico exponencial*. Fondo de cultura económica.
- López, P. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 2215-2644. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/10628/10298>
- Luis Romero, S. B. (30 de 03 de 2020). *Educación en tiempos de coronavirus: ¿Nace un nuevo paradigma?* <https://www.iproup.com/economia-digital/12540-educacion-en-tiempos-de-coronavirus-nace-un-nuevo-paradigma>
- Maingain, A. D. (2002). *Approaches didactiques de l'interdisciplinarité*. De Boeck.
- MAKEBLOCK. (2022). MAKEBLOCK. MAKEBLOCK
- MAKERS. (2022). *Sensores en entradas analógicas de arduino*. <http://diymakers.es/sensores-en-entradas-analogicas-de-arduino/>
- Massachusetts institute of technology. (2022). *Scratch*. <https://scratch.mit.edu/>
- Mattamala, M. O. (2017). *APRENDIZAJE INTERDISCIPLINARIO EN ROBÓTICA: LA EXPERIENCIA INNOVADORA DE DUCKIETOWN CHILE*. XXX Congreso SOCHEDI .
- Mattamala, M. O. (2017). *APRENDIZAJE INTERDISCIPLINARIO EN ROBÓTICA: LA EXPERIENCIA INNOVADORA DE DUCKIETOWN CHILE*. Universidad Mayor. Obtenido de XXX Congreso SOCHEDI .
- Medina, A. (2005). De la experiencia profesional a la sabiduría didáctica. *Enseñanza: Anuario Interuniversitario de Didáctica*(23), 269-285.
- Medina, M. A. (2017). EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS UNA OPORTUNIDAD PARA TRABAJAR INTERDISCIPLINARIAMENTE. *OLIMPIA*, 14(46), 1817-9088. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6220162>
- micro:es. (2022). *Características y funcionalidades del Microbit V2*. <http://microes.org/caracteristicas.php>
- MICROCHIP. (2022). MICROCHIP. <https://www.microchip.com/>
- MICROSOFT. (2022). *Education MAKERBLOCK*. <https://education.makeblock.com/>
- MICROSOFT. (2022). *MadeCode*. <https://makecode.microbit.org/#editor>
- MICROSOFT. (2022). MICROBIT. <https://makecode.microbit.org/>
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). *Decreto 1860 de 1994*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-172061_archivo_pdf_decreto1860_94.pdf

- Ministerio de Educación Nacional. (2003). *Ambientes de Aprendizaje. Reorganización curricular por ciclos*.
<https://repositorios.educacionbogota.edu.co/bitstream/001/796/1/aareorganizacionporciclos1.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Orientaciones generales para la Educación en Tecnología*. Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2011). *Decreto 4807*.
https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-293375_archivo_pdf_decreto4807.pdf
- Ministerio de Educación, C. y. (2016). *Aprendizaje basado en proyectos*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Ministerio de salud, d. l. (13 de Agosto de 2020). *Nuevo Coronavirus*.
https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Covid-19_copia.aspx
- Ministerio de Educación Nacional. (2011). *Decreto No. 4807 de diciembre 20 de 2011*.
<https://www.mineducacion.gov.co/portal/ejes-tematicos/Normas-sobre-Educacion-Preescolar-Basica-y-Media/293375:Decreto-No-4807-de-diciembre-20-de-2011#:~:text=4807%20de%20diciembre%2020%20de%202011,-Decreto%20No.&text=Por%20el%20cual%20se%20establecen,otra>
- MIT - Massachusetts Institute of Technology. (2020). *MIT - Massachusetts Institute of Technology*.
<https://www.mit.edu/>
- MIT Computer Science & Artificial Intelligence Lab. (2021). *MIT Computer Science & Artificial Intelligence Lab*. <https://www.csail.mit.edu/>
- Molina, C. B. (2014). Ambiente de aprendizaje con robótica para estimular la creatividad.
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/238?show=full>
- Monsalves, S. (Enero - Junio de 2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32(90), 81-117.
<https://www.redalyc.org/pdf/659/65920055004.pdf>
- Moreno Franklin, O. C. (2018). *Teoría de la instrucción vs la teoría del aprendizaje significativo*. Universidad de la Sabana.
- Mujica, R. (2022). El metaverso como un escenario transcomplejo de la tecnoseducación. *Revista Internacional Tecnológica Educativa docentes 2.0*, 13(1), 20-28.
<https://ojs.docentes20.com/index.php/revista-docentes20/article/view/268/735>
- Nerici, I. (1973). *HACIA UNA DIDACTICA GENERAL DINAMICA*. Popurra S.A.
- Niño Rodríguez, L. A. (2008). Tesis de Maestría en Informática Aplicada a la Educación. *Robótica educativa asistida por Arduino como herramienta para la construcción de aprendizajes significativos en el área de tecnología en el grado noveno de la Escuela Normal*.
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/8943/2/2018_Robotica_Educativa_%20Asistida.pdf

- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 13(1), 34-46.
<http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/010103/A4oct2004.pdf>
- Omar Denjo, F. F. (2011). *Desarrollo de capacidades para el diseño e implementación de proyectos de robótica educativa en América Latina y el Caribe*. Red de Robótica Latinamericana.
- OPTIMUS EDUCATION. (2022). *Modelo Pedagógico de LEGO Education*.
<https://www.optimuseducacion.es/modelo-pedagogico/>
- Organización de la Naciones Unidas. (25 de Septiembre de 2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Educación de calidad*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación. (2020). *UNESCO*.
<https://en.unesco.org/news/unesco-rallies-international-organizations-civil-society-and-private-sector-partners-broad>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Ediciones Unesco.
- Orozco Victor, R. L. (2016). Tesis de Maestría en Educación. *Efecto del uso de la robótica educativa mediada por tic sobre las competencias profesionales de los docentes en establecimientos educativos oficiales*.
<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7713/130309.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
- Ortiz Castillo, L. C. (2019). *Robótica educativa utilizando método STEAM con arduino e impresión 3D*.
https://www.researchgate.net/publication/335128041_ROBOTICA_EDUCATIVA_UTILIZANDO_M ETODO_STEAM_CON_ARDUINO_Y_IMPRESION_3D
- Osio, R. (2015). De cómo Lego volvió a armarse. *Debates*, 20(2), 70-73. <https://web-s-ebSCOhost-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=8ccd5868-ff91-457a-9888-128ddafaad90%40redis>
- Padilla, P. A. (2019). *Experiencias de gamificación en la educación superior*.
http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/153312/1/11510_265326_5744_.pdf
- Páez Rodríguez, J. J. (Julio-diciembre de 2019). Interacción Humano-Robot: Consideraciones de implementación en ambientes escolares. *Revista Noria Investigación Educativa*, 3(1).
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/NoriaIE/issue/view/988/375>
- Papert, S. (1982). *Desafío a la Mente*. Computadoras y Educación. Galápagos.
- Papert, S. (27 de October de 1996). Computers in the Classroom: Agents of Change. *The Washington Post*. <http://www.papert.org/articles/ComputersInClassroom.html>

- Peralta, A. (2018). A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? *Revista Brasileira de Informática na Educação.*, 26(1), 30-50. <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/7136>
- Perdomo, K. (2017). Aplicación de las TIC en modelos educativos blended learning: una revisión sistemática de literatura). *Sophia*, 1(13), 144-154. <http://www.scielo.org.co/pdf/sph/v13n1/v13n1a15.pdf>
- Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15-29. <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>
- Pérez, M. S. (2007). LA DIMENSIÓN SOCIAL DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO VIRTUAL. *Revista de Educación a Distancia*(18), 1-22. <https://revistas.um.es/red/article/view/24171/23511>
- Pestalozzi. (1928). *La nueva educación*. Talleres gráficos.
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de Psicología*. Labor S.A.
- Picasso, J. (2008). *Santo Tomás de Aquino. El maestro*. UCSS.
- Pinilla, A. V. (2018). Diseño e implementación de unidad didáctica basada en robótica educativa, herramienta para el fortalecimiento de habilidades de la creatividad en estudiantes del I. E. D. Eduardo Umaña Mendoza. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14324/SanabriaPe%c3%b1aOscarHern%c3%a1n2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Pinto Salamanca, M. L. (2010). Uso de la Robótica Educativa como herramienta en los procesos de Enseñanza. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 10(1), 15-23. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/912/912
- Pittí, K., Curto Diego, B., & Moreno Rodilla, V. (Febrero de 2010). EXPERIENCIAS CONSTRUCCIONISTAS CON ROBÓTICA EDUCATIVA EN EL CENTRO INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(11), 310-329.
- Planeación, concejo nacional de política económica y social de la República de Colombia. (8 de Noviembre de 2019). *Departamento Nacional de Planeación*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>
- Platón. (1578). *La república*.
- Pluye, P. G. (2009). Understanding divergence of quantitative and qualitative data (or results) in mixed methods studies. *International Journal of Multiple Research Approaches*, 1, 58-72. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5172/mra.455.3.1.58>
- Poco, J. (2018). Tesis de maestría. LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y SU INFLUENCIA EN EL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN ESTUDIANTES DE PRIMERO DE SECUNDARIA DE LA I.E. GENERAL JOSÉ DE SAN MARTÍN. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7076>

- Pontificia Universidad Javeriana. (2022). *Departamento de formación*.
<https://educacion.javeriana.edu.co/>
- Prada, M. (2019). *EDUCAR EN LA FELICIDAD: MONTESSORI EN EL HOGAR, DE LA TEORIA A LA PRACTICA*. Oberon.
- Purzer Ş., S. J. (2014). *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. Purdue University Press.
- Quiroga, L. P. (2020). Pre-Robótica. Robótica educativa y (abp), aprendizaje basado en proyectos. *Revista de Educación & Pensamiento*, 25(27), 36-39.
- Quiroga, L. V. (2020). Pre-Robótica. Robótica educativa y (abp), aprendizaje basado en proyectos. *Revista de Educación & Pensamiento*, 25(27), 36-39.
- Ramírez Peña, L. A. (2018). *Didáctica del Lenguaje y la literatura. Retrospectivas y perspectivas*. : DGP Editores SAS.
- Ramírez, A. (2009). La teoría del conocimiento en investigación científica: una visión actual. *An Fac med*, 70(3), 217-224. <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v70n3/a11v70n3.pdf>
- Red LATE México. (2016). *Constructores de conocimiento: Papert y su visión*. Red Late.
- Rethink Robotics. (2020). *Repensar la robótica se encuentra con la ingeniería alemana*.
<https://www.rethinkrobotics.com/>
- Revista de Robots. (2020). *Robots Nao para empresa o educación*. <https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/robot-nao-caracteristicas-y-precio/>
- RO-BOTICA. (2022). *Microbit*. <https://www.ro-botica.com/tienda/micro-bit/>
- Rodas, M. (2019). Monografía. *El empoderamiento de la Educación STEAM, una respuesta para enfrentar la 4ta Revolución Industrial*. http://formacion.leccomputacion.com/wp-content/uploads/2019/09/Monograf%C3%ADa_Educaci%C3%B3n_STEAM.pdf
- Rodríguez, D. (2021). *Tendencias contemporaneas de la educación*.
<http://mariadehornueztendencias.blogspot.com/2014/04/adolphe-ferriere-escuela-nueva.html#:~:text=Adolphe%20Ferri%C3%A8re%20fue%20un%20pedagogo,los%20de%20la%20Escuela%20Tradicional>.
- Romero Gómez, A. (2016). Tesis doctoral. *Aprendizaje basado en problemas, sobre ambiente virtual de aprendizaje, un modelo de enseñanza y aprendizaje en la Universidad Santo Tomás – VUAD*.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9863/RomeroAlexander2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruíz Aguirre, E. I. (2012). Aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales y sus bases socioconstructivistas como vía para el aprendizaje significativo. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 4(2), 32-41.
<http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/313/280#bases>
- Ruiz Velazco, E. (2012). *Constructivismo, construccionismo y robótica*. Ediciones Díaz de Santos.

- Sacristán, G. (1988). *Currículum: una reflexión sobre la práctica*. Morata.
- Sánchez Martín, F. J. (2007). Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci. *ACTAS UROLÓGICAS ESPAÑOLAS MARZO 2007*, (págs. 185-196).
- Sánchez Vera, M. d. (2021). Robotics, coding and computational thinking in Early Childhood Education. *Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA)*, 7(1), 209-234.
<https://revistas.uv.cl/index.php/IEYA/article/view/2343>
- Sánchez, E. C. (2019). Robotics in the teaching of knowledge and interaction. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 33(1), 11-28.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6986241.pdf>
- Sánchez, M. A., & Ramoscelli, G. (2018). CREACIÓN DE VALOR A PARTIR DEL INTERNET DE LAS COSAS: ESTUDIO EXPLORATORIO EN LA PROVINCIA DE. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, 22(1).
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/3579/357959311009/357959311009.pdf>
- Santana Garriga, L. A. (2019). El desarrollo de contenidos educativos digitales para dispositivos móviles. *Revista Científico Pedagógica "Horizonte pedagógico"*, 8(4), 4-12.
https://www.researchgate.net/profile/Luis-Santana-Garriga/publication/357970947_El_desarrollo_de_contenidos_educativos_digitales_para_dispositivos_moviles/links/61fc0116007fb504473376c9/El-desarrollo-de-contenidos-educativos-digitales-para-dispositivos-mo
- Santiváñez Lima, V. (2017). *Didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales*. Ediciones de la U.
- Sardegna, P. C. (2016). Interdisciplinariedad. *REVISTA DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS EN DERECHO SOCIAL Y RELACIONES DEL TRABAJO (IDEIDES-UNTREF)*(44), 1-5.
- Scientific Software Development. (2022). *ATLAS TI, Qualitative data Analysis*. <https://atlasti.com/es/>
- SCRATCH. (2022). *SCRATCH*. <https://scratch.mit.edu/>
- Secretaría de Educación de Bogotá. (2020). *Portales web de colegios públicos en Bogotá*.
<https://www.redacademica.edu.co/colegios/>
- Secretaría de Educación de Bogotá. (2022). *Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos*.
https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/nuestra-entidad/organigrama/direcci%C3%B3n-de-ciencias-tecnologias-y-medios-educativos
- Secretaría de Educación de Bogotá. (2022). *Fondo de Formación Avanzada para Docentes*.
<https://web.icetex.gov.co/es/-/secretaria-de-educacion-formacion-avanzada-para-docentes-2012>
- Secretaría de Educación del Distrito. (2006). *Secretaría de Educación de Bogotá*.
<https://repositorios.educacionbogota.edu.co/bitstream/001/2493/1/orientacionespoliticodeeducacionentecnologiavfmar222006.pdf>

- Secretaría de Educación Distrital. (2011). *Programa de educación media especializada del distrito capital*. <https://academiajazmin.jimdofree.com/app/download/8629155282/resolucion+eme++2953+de++sep+de+2011.pdf?t=1438157198>
- Semana, R. (05 de 06 de 2019). *Revista Semana*. <https://www.semana.com/hablan-las-marcas/articulo/las-tecnologias-que-estan-transformando-a-colombia/542444>
- Serna, E. (2020). *REVOLUCIÓN EN LA FORMACIÓN Y LA CAPACITACIÓN PARA EL SIGLO XXI*. Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.
- Serrano, M. B. (2014). *Design thinking. Lidera el presente crea el futuro*. ESIC .
- Siemens, G. (12 de 12 de 2005). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. https://www.academia.edu/2857237/Connectivism_a_learning_theory_for_the_digital_age
- Smartmind. (2022). *Gamificación en el aula: ventajas y desventajas*. <https://www.smartmind.net/blog/gamificacion-en-el-aula-ventajas-y-desventajas/>
- Softbank Robotics. (2020). *Robots y servicios*. <https://www.softbankrobotics.com/>
- Stone, M. (1999). *La Enseñanza Para La Comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Paidós.
- Sutori. (2020). *Breve historia de la didáctica*. Obtenido de <https://www.sutori.com/story/breve-historia-de-la-didactica--a4hkrJBtKEYBR914bGUPwyT9>
- T20. (18 de 09 de 2018). *T 20. Argentina 2018*. https://t20argentina.org/wp-content/uploads/2018/09/VE-T20-policy-brief-08.27.2018_Editorial-Board-Rev11.09.2018-ALLA-clean-1.pdf
- Tamayo, O. Z. (2015). EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA EDUCACIÓN. ALGUNAS CATEGORIAS CENTRALES EN SU ESTUDIO. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134146842006.pdf>
- Teddlie, C. &. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Titone, R. (1981). *Metdología Didáctica*. Ediciones Rialp.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evlauación*. Ecoe.
- Torres, C. I. (2017). Digital ecosystems and their manifestation in learning:. *RED. Revista de Educación a Distancia*(55), 1-13. http://www.um.es/ead/red/55/islas_carranza.pdf
- Torres, H. G. (2009). *Didáctica general*. Coordinación educativa y cultural centroamericana.
- Torres, M. S. (2010). TAMAÑO DE UNA MUESTRA. *Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar*, 1-13.

- Torres, R. (2019). *Otra Educación*. <https://otra-educacion.blogspot.com/2017/04/que-es-ensenar-paulo-freire.html>
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Ediciones UNESCO.
- UNESCO. (2010). *Los residuos electrónicos: Un desafío para la sociedad del conocimiento en América Latina y el Caribe*. <http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/comunicacion-informacion/LibroE-Basura-web.pdf>
- UNIR. (2019). *Aprendizaje basado en retos: ¡acepta el desafío!* Obtenido de <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-basado-en-retos-acepta-el-desafio/>
- Universia. (2020). *Qué es el design thinking y cómo aplicarlo a la educación*. <https://www.universia.net/es/actualidad/orientacion-academica/que-design-thinking-como-aplicarlo-educacion-1154003.html>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2020). <https://www.udistrital.edu.co/inicio>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2020). *Especialización en Educación en Tecnología*. <http://edutechno.udistrital.edu.co:8080/>
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2021). *Maestría en Educación en Tecnología*. <http://www1.udistrital.edu.co:8080/web/maestria-educacion-en-tecnologia/>
- Universidad Nacional de Costa Rica. (2020). UNIVERSIDAD NACIONAL: Una nueva mirada en la mediación pedagógica al encuentro con el sentido del aprendizaje en los procesos educativos. // *Congreso Internacional de Educación*. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/17745/UNA%20nueva%20mirada%20en%20la%20mediaci%C3%B3n%20pedag%C3%B3gica%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad Pedagógica Nacional. (2022). *Licenciaturas*. <https://www.upn.edu.co/licenciaturas/>
- Universidad Politécnica de Tulancingo. (2017). La Robótica y su relación con la programación. *Milenio 2020*. <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-politecnica-de-tulancingo/la-robotica-y-su-relacion-con-la-programacion>
- Universidad Santo Tomás. (2022). *Licenciatura en Tecnología e Informática*. <http://facultadeducacion.ustadistancia.edu.co/index.php/presentacion-licetec#:~:text=Es%20un%20programa%20de%20formaci%C3%B3n,las%20nuevas%20tendencias%20en%20la>
- University, S. (2019). *Dra. Nicole Wilson*. <https://su.org/about/faculty/nicole-wilson/>
- Vargas, G. O. (2020). *La formación crítico-reflexiva en los posgrados en educación en América Latina : experiencias desde el ejercicio docente*. Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Centro Editorial. Ediciones FEDICOR. Obtenido de <https://repositorio.juannncorpas.edu.co/handle/001/87>
- Vavassori Benitti, F. B. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 978–988.

- Velazco, E. R. (2007). *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Díaz de Santos S.A.
- VEX ROBOTICS. (2022). *Education VEX*. <https://www.vexrobotics.com/education/overview>
- VEX Robotics. (2022). *Robotics in education*. <https://www.vexrobotics.com/>
- Vicario Solorzano, C. M. (Abril - Junio de 2009). Construcccionismo referente sociotecnopedagógico para la era digital. *Innovación Educativa*, 9(47), 45-50.
<http://www.redalyc.org/pdf/1794/179414895005.pdf>
- Vidas, B. y. (2020). *PauloFreire*. Obtenido de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/f/freire.htm>
- Vigotsky, L. (1976). *Pensamiento y Lenguaje*. Ediciones Revolucionarias.
- Vivas, R. (2021). *Visual thinking words*. Lunwergr Editores.
- Wiener, N. (1958). *Cibernética y Sociedad*. Sudamericana.
- William Darío, A. D. (2013). Hacia una reflexión histórica de las TIC. *Hallazgos*, 10(19), 213-233.
<http://www.redalyc.org/pdf/4138/413835217013.pdf>
- YENKA. (2022). *Tecnología Yenka*. https://www.yenka.com/es/Yenka_Technology_Bundle/