

Experiencia de Aprendizaje en Época de Confinamiento en la Creación de un Robot Asistente para Adultos Mayores con Metodología STEM

Víctor Fabio Camargo Pérez

Docente de la I.E.D. Rufino Cuervo – Chocontá.

Ingeniero Electrónico.

Especialista en Lúdica educativa.

Candidato a Magister Maestría en Tic aplicadas a las Ciencias de la Educación.

Duitama, Boyacá, Colombia.

Grupo de Investigación Símbolos.

victor.camargo02@uptc.edu.co

Eugenia Grosso Molano

Docente Escuela de Administración Turística y Hotelera.

Facultad Duitama, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Ingeniera de Sistemas. Especialista en Ingeniería de Software.

Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones.

Duitama, Boyacá, Colombia.

Grupo de Investigación Símbolos.

eugenia.grosso@uptc.edu.co

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos en las habilidades STEM relacionadas con la comprensión y explicación de fenómenos naturales, la interpretación y análisis de gráficas, perspectivas, para esto se aplicó una estrategia con enfoque en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) y metodología de aprendizaje basada en proyectos (ABP).

La experiencia de aprendizaje fue aplicada en una Institución Educativa oficial de Departamento de Cundinamarca con estudiantes del grado once, en donde identificaron una problemática del contexto relacionada con el adulto de mayor en época de confinamiento debido a la pandemia del Covid-19, para lo cual diseñaron y elaboraron un robot asistente con tecnología arduino aplicando los diferentes saberes que integran a la metodología STEM.

Los resultados de la investigación con enfoque cualitativo permitieron realizar una comprensión y triangulación con la información recogida en la bitácoras e interpretadas a través del software atlas.ti, en este se establecieron las categorías de análisis, que derivaron en la red hermenéutica, la cual confirmó que la estrategia de aprendizaje contribuyó a que los estudiantes integraran sus conocimientos, se convirtieron en protagonistas de su aprendizaje y todo dentro de una relación en la que predominó el respeto, la colaboración y la comunicación.

PALABRAS CLAVE

Metodología STEM, Aprendizaje basado en proyectos, Estrategia de Aprendizaje, Robótica Arduino.

Abstract:

This article aims to present the results obtained in STEM skills related to the understanding and explanation of natural phenomena, the interpretation and analysis of graphs, perspectives, for this a strategy was applied with a focus on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) and project-based learning methodology (PBL).

The learning experience was applied by an official Educational Institution of the Department of Cundinamarca with eleventh grade students, where they identified a context problem related to the elderly during confinement times due to the Covid-19 pandemic, for which they designed and they

developed an assistant robot with Arduino technology and applied the different knowledge that makes up the STEM methodology, this allowed them a space to develop essential skills and competencies in order to face the challenges of the 21st century.

The results of the research with a qualitative approach allowed to carry out an understanding and triangulation with the information collected in the logs and interpreted through the atlas.ti software, in this the initial analysis categories were established, which resulted in the hermeneutical network, which confirmed that the learning strategy contributed to the students integrating their knowledge, they became protagonists of their learning and all within a better relationship in which respect, collaboration and communication predominated.

Keywords:

STEM Methodology, Project Based Learning, Learning Strategy, Arduino Robotics.

1. Introducción

Los retos que trae el siglo XXI a nivel tecnológico, ambiental y social han generado un efecto masivo y multiplicador (Hernández, 2017), y el sector educativo, los procesos de formación, en el que el estudiante sea el protagonista de su aprendizaje al dar significado de los contenidos programáticos y las necesidades del contexto, se fortalezca habilidades en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas conocida como STEM, las cuales según Arce-Valerio (2019), pueden favorecer en el estudiantado la construcción de soluciones a necesidades existentes y para López-Simó, Couso-Lagarón, y Simarro-Rodríguez (2020), comprenda s fenómenos naturales y tecnológicos, al mismo tiempo abre la puerta a la generación de soluciones creativas basadas en los conocimientos actuales.

Con la pandemia globalizada originada por el COVID – 19, ha hecho que se transforme los procesos enseñanza aprendizaje haciendo que los estudiantes reciban clases de manera remota, haciendo que los profesores sean más didácticos en procesos de formación y han tenido que restringir sus actividades cotidianas con el fin de resguardar su vida ante la amenaza fatal que está enfermedad acarrea.

La investigación se adelantó durante el primer periodo académico del 2020, en la Institución Educativa Departamental Rufino Cuervo del municipio de Chocontá. Esta Institución de carácter público, está formada por 12 sedes rurales y una sede central, se trabajó con los estudiantes de grado once que reciben sus clases en la sede central, estos tienen una jornada de trabajo en la mañana y tarde, además de ser de los estratos 1, 2, y 3 según el Sisbén,

Son estudiantes que se ven obligados a salir de casa pues tienen trabajos en el sector agrícola, pecuario, aunado la brecha digital a la que tienen que enfrentar debido a que muchos de ellos no tiene acceso a las redes de internet o a los elementos tecnológicos tales como portátiles, tablets o celulares, instrumentos que son tan indispensables para el acompañamiento docente en esta época de pandemia.

Con esta investigación se pretende dar solución a una problemática que los estudiantes ven en su municipio, intentando integrar las habilidades STEM mediante una metodología de ABP, debido a la situación actual de confinamiento por parte de los estudiantes para prevenir el contagio y expansión del COVID 19, reconocer sus habilidades STEM, luego por medio de un grupo de discusión nace la pregunta problema, la cual permite formular el diseño de un prototipo robótico con Arduino, siguiendo las fases del aprendizaje basado en proyectos.

Además, para este proceso será necesario aplicar conceptos adquiridos por ellos en varias asignaturas como matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, tecnología y programación. Adicionalmente entendiendo que no hay una única manera de resolver el problema incluso no tiene que ser única la información, el requerimiento y el contexto (Malaspina y Vallejo, 2019).

Políticas de estado

De acuerdo al informe presentado por el Ministerio de salud (2013), sobre el crecimiento demográfico en Colombia, para el año 2020, el envejecimiento de la población del país tiene tasas de crecimiento superiores al de la población en general, es así, que los mayores de edad se han triplicado con respecto a la población infantil y juvenil. Por esto es importante fortalecer los planes de inclusión, donde se brinde la protección, acompañamiento, educación y canales de comunicación adecuados que garanticen el libre desarrollo e independencia.

Dada esta situación el Ministerio de salud (2018), ha formulado leyes y reformas en pro del cuidado de esta población adulto mayor, dentro de sus aportes se destaca el decálogo del buen trato como una orientación a las personas que se encargan del cuidado de esta población objeto de estudio.

Por otra parte, ante la situación que se está viviendo a nivel mundial con relación Coronavirus 2019 (COVID-19) es una enfermedad respiratoria causada por el virus SARS-CoV 2 y atendiendo las Directivas Presidenciales y a las circulares del Ministerio de Salud a fin de cumplir con el aislamiento preventivo, obligatorio específicamente para los adultos mayores por el alto riesgo a ser contagiados en muchos casos los familiares o los cuidadores que los acompañan los han dejado solos, por el alto riesgo a ser contagiados haciéndolos personas vulnerables.

1. Enfoque STEM

La educación *STEM*, nace en Estados Unidos como una respuesta ante los cambios sociales, ambientales y tecnológicos a los que se enfrentarán sus ciudadanos a nivel laboral, su intención es generar un nuevo paradigma educativo basado en el mundo real (Redondo-Trapero, Vásquez-Parra, y Velázquez-Sánchez, 2019) y la cuarta revolución industrial basada en la hiperconectividad, los sistemas ciberfísicos, la fabricación de componentes mediante impresoras 3D, la robótica y los vehículos autónomos (Pérez-Betancur, 2016).

En las instituciones educativas, esta propuesta de sinergia, entre las cuatro áreas del conocimiento se fundamenta en una aproximación para la enseñanza de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas en los estudiantes de bachillerato y cultivar una cultura STEM en edades tempranas (Boon, 2016), debido a que esta es la etapa de desarrollo más viable para evitar el desinterés por la ciencia (Bogdan-Toma y Greca, 2017).

En búsqueda de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje aparece dentro de este contexto las habilidades *STEM*, estas adquieren relevancia según los estudios hechos por la UNESCO y la OCDE, además de las publicaciones como las de Macedoi (2016), donde se refiere a las competencias y habilidades a nivel científico, Coello-Pisco, Crespo-Vaca, Hidalgo-Crespo, y Díaz-Jiménez (2018), quienes hablan del conocimiento científico crítico desde la física, para Zambrano-Cruz (2017) el aporte desde las matemáticas es la formación del pensamiento crítico, aprender a analizar, resolver problemas y argumentar; Aredondo-Trapero, Vásquez-Parra, y Velázquez-Sánchez (2019), hacen un análisis de los reportes internacionales de desarrollo económico y humano concluyendo que la brecha de género puede reducirse al adquirir competencias disciplinares STEM, en el caso de Marín y Santaolalla (2020) establecen la importancia de los maestros y maestras en la formación de habilidades STEM.

Habilidades STEM

En la actualidad los procesos de enseñanza aprendizaje se han visto transformados por la presencia que ha ocasionado el Covid 19, haciendo que se implementen estrategias de aprendizaje más activas y participativas, de la misma manera, las profesiones del futuro se enfrentan a una serie de retos que requieren el desarrollo de habilidades ante el cambio tecnológico exponencial, esto ha generado un gran debate entre especialistas lo que llevo a determinar que las personas deben tener una buena base en el conocimiento, competencias básicas que sean transversales, tener dominio científico, una buena base en matemáticas, fomentando el aprendizaje lógico, la comunicación y el aprendizaje crítico.

Los estudiantes de educación media, es necesario que desarrollen habilidades digitales con capacidad de resolver problemas y conflictos atendiendo las necesidades del contexto en el que incorporen sus conocimientos a fin de darle solución a problemas al utilizar la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, a su vez investiguen en diferentes fuentes de consulta, promuevan su creatividad e innovación, hagan uso de diferentes herramientas tecnológicas, trabajen de forma colaborativa y establezcan canales de comunicación de forma flexible y adaptable según su necesidades del entorno.

Robótica educativa y Arduino

La robótica educativa surge con la inmersión de este tipo de dispositivos en el ambiente educativo, permitiendo la transversalización del conocimiento a través de esta tecnología como lo afirma López Ramírez y Andrade Sosa (2013), constituye un saber y hacer siguiendo pasos de diseño, construcción y ensamble de un robot específico, así mismo constituye una sinergia de contenidos de electricidad, electrónica, mecánica, sensórica y programación.

Una forma de llegar a los estudiantes aprovechando el auge y la facilidad de adquisición de materiales robóticos por esto en algunos colegios emplean material de LEGO el cual consta de un ladrillo programable NXT y se usa para enseñar los aspectos no solo técnicos sino conceptos físicos, químicos y ambientales, permitiendo la transversalización del conocimiento a través de esta tecnología.

Otra alternativa usada en las entidades universitarias principalmente, pero, aplicable en Instituciones educativas de secundaria es el uso de Arduino, ya que se basa en una placa programable de software libre, que permite la interconexión eléctrica de diversos sensores, actuadores y dispositivos de comunicación, fáciles de interconectar y manipular (Arduino, 2020), fomentando el interés en la ciencia y la tecnología, aspectos fundamentales para los estudiantes de básica media, debido a los crecientes y recientes cambios que enfrentarán en el siglo XXI.

Es así como iniciativas denominadas *Arduino Education* toman fuerza, en esta se integra un equipo de expertos que desarrolla contenidos de acuerdo a las necesidades de los docentes y estudiantes, está orientado a la educación primaria con elementos para aprender jugando, en secundaria establece prácticas para enseñar y aprender de manera innovadora y en la universidad apoya procesos de robótica, artes y domótica.

Robótica asistencial

La robótica ha tenido sus aportes más conocidos en el camino militar e industrial pero ahora con las grandes posibilidades que ofrece se ha abierto hacia nuevos horizontes como la educación e incluso ha llegado a convertirse en compañía para la asistencia de personas mayores así como lo dice Cobo-Hurtado (2018) se busca que ellos tengan independencia, que mediante estos robots, puedan interactuar y hasta realizar actividades físicas.

Pero un robot asistente debe cumplir unas características específicas, para Cobo-Hurtado (2018) y Pinzón (2019) debería ser capaz de interactuar con las personas, por medio de palabras, expresiones faciales y/o gestos, realizar poses o posturas y adaptarse al entorno particular de cada persona; los más cercanos a esto son aquellos que asemejan al cuerpo humano "humanoide" o los que tienen una interfaz humano máquina (HMI) que cuentan con sistemas avanzados de inteligencia artificial.

En su investigación Cobo-Hurtado (2018), define dos tipos de robot asistencial, el primero orientado hacia el servicio apoyando actividades como comer, vestirse, la movilidad y el segundo que corresponde a servir como compañía al ser humano, tratando de tener un vínculo sentimental; Aceros (2018) también menciona aquellos que prestan su servicio de médicos y de rehabilitadores; además afirma que este tipo de robot, contribuye a disminuir el estrés, mejorar la motivación, activar la interacción social y reducir la necesidad de personal de cuidado externo.

Efectos del confinamiento e impacto sobre las familias

El confinamiento busca recluir a alguien dentro de unos límites, en este momento con la pandemia del COVID-19 estos se encuentran enmarcados en nuestros hogares, trayendo consigo una mayor unión familiar pero también otro tipo de riesgos tales como: alteraciones al pensamiento, la atención, la memoria, en el estado de ánimo (Linconao, 2020), en los hábitos de sueño, en el uso excesivo de pantallas; así mismo la disminución de actividades físicas y recreativas ayuda a agudizar estos problemas generando sedentarismo y obesidad.

En su libro Orte y Nevot (2020) nos habla que la severidad de las medidas adoptadas para proteger nuestra salud, ha encaminado a problemas psicosociales y según la asociación por el derecho a la salud afectan a las familias con el adulto mayor, dentro de ellas encontramos: la ausencia de recursos personales para el entretenimiento, baja capacidad de acceso a la tecnología, precariedad y ausencia de recursos económicos, y otros más complejos como la violencia intrafamiliar. Las anteriores implicaciones se suman a aquellos casos en donde el confinamiento será llevado en soledad, generando así un grado de marginación al impedir el libre desarrollo de sus actividades cotidianas.

Por otro lado, para las familias la educación de sus hijos ha traído nuevos retos y verdades, dentro de las que establece Pérez (2020), con respecto al compromiso escolar aclara, puede verse disminuido por la falta de relación directa docente estudiante, la relación con los amigos, el sentirse competente y capaz de afrontar desafíos, la mala conectividad o por falta de habilidades tecnológicas, hace que los estudiantes se sientan desmotivados a asistir a este tipo de formación remota.

2. Desarrollo de la experiencia

Para el desarrollo de esta investigación se realizó con un enfoque de carácter cualitativo siguiendo la secuencia metodológica de fase preparatoria, de trabajo de campo, analítica e informativa, como características este tipo de investigación según Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, (2010), los planteamientos son abiertos, se conduce en ambientes naturales dentro de su proceso, parte de la experimentación y de la observación, analiza múltiples realidades subjetivas ayudando a contextualizar un fenómeno. Es de carácter descriptiva al presentar lo que sucede a los individuos, grupos o comunidades e igualmente a cualquier otro hecho o fenómeno sometido a su análisis (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2010), con frecuencia este lleva a resultados estructurados y ordenados (Krause, 1995) que facilitan la generación de un panorama de los hechos hallados, de modo que el objeto de estudio se conoce, una vez finalizado exitosamente el proceso (Krause, 1995).

Participantes

La población objeto de estudio fueron 30 estudiantes de grado once en la Institución Educativa Departamental Rufino Cuervo – Chocontá (Cundinamarca), conformado por hombres y mujeres del área rural y urbana en su mayoría estratificados en el Sisbén y a los estratos 1,2, cuyas edades oscilan entre los 15 y 17 años, que atendieron a la invitación para servir como población muestra para el desarrollo del proyecto investigativo, a su vez, contándose con el consentimiento de los padres de familia por ser menores de edad, este tipo de selección de los participantes depende de las circunstancias (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2010); en este caso tecnológica y de comunicación vía internet.

Instrumentos

Las técnicas empleadas para la recolección de información siguen las fases mencionadas anteriormente, comenzó con observación directa antes de la llegada de la pandemia, una caracterización por medio de preguntas escritas y verbales para conocer los aspectos sociales, tecnológicos y de conexión que permitieron establecer estrategias y los aspectos de factibilidad de esta investigación; luego se realizó una entrevista de conocimientos STEM, la conformación de un grupo de discusión con el objetivo de determinar la problemática a abordar, la observación sistemática y las anotaciones personales durante la elaboración del diseño, la grabación de audios explicativos, imágenes y una bitácora digital donde se consolidaron las sesiones de trabajo

desarrolladas vía Facebook o WhatsApp. Para las categorías de análisis y las unidades de significados que se extraen de los datos (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2010) se valió del software atlas.ti.

Procedimiento

Además, con el aprendizaje basado en proyectos, se puede llegar al desarrollo de competencias, la adquisición de conocimientos, habilidades, relacionados de manera cercana con el currículo (Paredes-Curin, 2016), debido a que los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje en un ambiente colaborativo, trabajo en equipo, respeto y comunicación; con un espacio motivador donde los estudiantes aprecian los esfuerzos, buscan y proponen soluciones de manera tangible. Al mismo tiempo el rol del docente cambia al dejar de ser un simple observador para convertirse en un guía o tutor del proceso de aprendizaje a su vez, el docente no necesita saber todo acerca del tema antes de empezar a trabajar con el equipo de estudiantes (Chaín, 2018).

Fases para la implementación del aprendizaje basado en proyectos

Restrepo (2005), aclara que se puede desarrollar en fases, ya sea por un modelo de siete pasos (seven jumps) el cual emplea la universidad de Lindburg, el de ocho pasos publicado por el Journal de PBL en el año 2000 o el método de nueve pasos de la academia de matemáticas de Illinois, además destaca que todos tienen los mismos elementos esenciales.

En el caso de Morales y Landa, (2004) propone un proceso de implantación de ocho pasos. Y otros autores como Exley y Reg (2007) hacen otra clasificación pasando de ocho pasos a siete pasos.

La presente investigación, que tiene como objetivo el fortalecimiento de habilidades STEM, en la comprensión y explicación de fenómenos naturales (CEFN), la interpretación y análisis de gráficas (IAG) y el análisis de perspectivas (AP).

Se tomó como base de apoyo la metodología formulada en el ABP y expresada por Restrepo (2005), en consecuencia, se propuso un modelo de 5 etapas secuenciales (figura 1), cuyo propósito es permitir el desarrollo multidisciplinar mediante el diseño de un prototipo en donde el estudiante de solución a una problemática actual y, de su entorno municipal cercano.



Figura 1. Etapas propuestas ABP. Fuente: Restrepo (2005), adaptado por los autores.

A continuación, se describe cada una de las etapas.

Etapa 1. Identificar y determinar el problema a investigar.

Fase 1.1. Se propone al estudiante la búsqueda y solución a una problemática del contexto Malaspina y Vallejo (2019), este se caracteriza por ser relacionado con una situación real o de la vida cotidiana. Según Dewey una experiencia que le permita a los estudiantes de básica media estimular el pensamiento, contribuya a la planeación de soluciones y la aplicación del mismo adaptándose y enfrentándose al cambio.

También se tiene en cuenta la investigación de Restrepo (2005), expresa que la estructura del problema debe ser relevante, que le permita discutir y aprender las diferentes temáticas, logrando una cobertura que guíe a los estudiantes en la búsqueda, descubrimiento y análisis de información a lo que debe aprender en el curso para lo cual se plantea diferentes soluciones teniendo en cuenta los diferentes puntos vista antes de llegar a dar respuesta de manera concertada.

Etapa 2. Tratar de resolver el problema con lo que se sabe y lo que se necesita para resolverlo.

Fase 2.1. Conocimiento inicial sobre el tema

Se realiza una exploración acerca de los conocimientos previos que tienen los estudiantes para identificar la profundidad de las diferentes temáticas contenidas en los planes de área, para lo cual se aplicó un taller que contenía 18 preguntas relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y así identificar las habilidades en CEFN, IAG y AP.

Fase 2.2. Lluvia de ideas

Según Kilpatrick reconocido pedagogo, sostiene que el aprendizaje del estudiante es mejor cuando parte de su interés en el tema y se siente motivado aprender – aprender, para lo cual se conforma un grupo de discusión cuyo objetivo es establecer cuáles son las problemáticas que los afectan en su entorno cercano del municipio; una vez identificada dicha problemática se establecen una serie de acuerdos para su estudio.

Fase 2.3. Búsqueda de información en fuentes externas

Se realiza una triangulación de información que consiste en recoger datos con el fin de tener diferentes perspectivas al problema seleccionado, para luego poder analizarlos y tomar decisiones con una base sólida al poder contrastar, comparar, reconocer similitudes y diferencias; evitando el sesgo propio de un solo investigador (López, 2013). Como medio para esta se establece la búsqueda en fuentes cercanas, empíricas, textuales, experimentales y a través de la WEB.

Etapa 3. Planeación del diseño.

Para el desarrollo del proyecto se conformaron equipos de trabajo integrados por 3 o 4 estudiantes de manera libre con el fin de lograr un aprendizaje activo, en cada uno de los equipos se asignaron roles y ejecutaron diferentes tareas aplicando las temáticas relacionadas con las asignaturas de ciencias, matemáticas, tecnología, programación para lograr los objetivos propuestos utilizaron diferentes medios de comunicación teniendo en cuenta las diferentes entregas establecidas en el cronograma general.

Por ende, el rol del docente es lejano pero su labor es importante porque es quien establece dicho cronograma de trabajo; además al ser el experto debe encaminar a los estudiantes en comprender los objetivos de aprendizaje, los alcances y limitaciones del diseño, las asignaturas que intervienen en el desarrollo de la actividad, las metas que se esperan alcanzar, la forma de evaluación.

Etapa 4. Creación del diseño.

Los prototipos totalmente ensamblados por cada equipo de estudiantes integran las siguientes fases:

Fase 4.1 Elaboración de bosquejos

Los estudiantes elaboran un posible bosquejo en el que plasma sus ideas en imágenes a lápiz de los hallazgos en la etapa 2. El equipo trabaja con los conocimientos y experiencia de manera libre y creativa pero dentro de las limitaciones establecidas con anterioridad.

Fase 4.2 Componentes estructurales

Los estudiantes seleccionan las piezas físicas necesarias para la construcción de la estructura base del robot, los mecanismos de transmisión por poleas, piñones, tornillo sin fin y engranajes que le van a permitir mover las articulaciones y los sistemas mecánicos de variación de velocidad (Montoya, 2010) que contienen el tren motriz que le facilita desplazarse de forma adecuada en el espacio interior de la casa.

Fase 4.3 Componentes eléctricos

Se aplican los conocimientos con relación a las leyes correspondientes a las variables de voltaje, corriente, resistencia y potencia electrónica, así mismo se seleccionan los componentes que darán la energía al sistema ya sea por batería o adaptador eléctrico, los tipos de sensores a emplear dependiendo de las señales a medir y los actuadores correspondientes para obtener una respuesta adecuada en el robot.

Fase 4.4 Programación del robot

Siguiendo la secuencia lógica para realizar la programación mediante la aplicación de algoritmos de manera gráfica, además de variables, estructuras secuenciales, condiciones, ciclos y otras funciones que le permitan la codificación del microcontrolador Atmega328 con placa Arduino uno. Adicionalmente se establece la forma de comunicación e interacción entre el robot y el ser humano.

Etapa 5. Evaluación.

Fase 5.1 Rubrica de evaluación

Por un lado, se establece un proceso de autoevaluación, que conlleva al autoconocimiento de sí mismo, el compromiso con que desarrollo el diseño y los cambios o transformaciones que alcanzó durante el proceso en las habilidades de CEFN, IAG y AP.

Fase 5.2 Socialización de la solución.

Una vez cumplida las fases anteriores es importante poner en consideración a todo el grupo y a los demás profesores que orientan en las diferentes asignaturas de ciencias, matemáticas, tecnología y programación el diseño elaborado por cada uno de los equipos de trabajo en el que explican el desarrollo del proyecto junto con las ventajas y desventajas del diseño propuesto, de igual forma, recibe realimentación de sus otros compañeros(as) a fin de lograr un proyecto calidad.

Fase 5.3 Divulgación del diseño.

Para dar a conocer los proyectos realizados por los estudiantes de básica media se realizó una muestra a la comunidad educativa empleando el medio de difusión la red social Facebook.

Fase 5.4 Consolidación y análisis de la información.

Con la información consignada en la bitácora que contiene material recopilado de sus experiencias de manera visual, auditivo, luego el docente-investigador se encarga consolidar la información recogida en cada fase, el análisis de la misma dependerá del tipo de información obtenida, al ser de carácter cualitativa se establecen las categorías iniciales hasta obtener la hermenéutica correspondiente.

3.2 Experiencia de aprendizaje remota.

Debido a la pandemia, la socialización de la muestra del trabajo en el que se evidencia la utilización y seguimiento de las 5 fases del aprendizaje basado en proyectos, para lo cual se

establecieron una serie de parámetros donde se acordó que los encuentros grupales serían de manera virtual empleando las redes sociales Facebook o WhatsApp, el tiempo total de estas sesiones fue de 45 horas, distribuidas entre los días viernes y sábados fuera de la jornada de clases académicas del colegio. Los recursos físicos tecnológicos empleados fueron el portátil y el celular inteligente, los costos asociados con la investigación en la WEB corrían por cuenta de los voluntarios e investigador.

A continuación, se describen cada una de las etapas ABP como son:

Etapas 1 - Identificar y determinar el problema a investigar.

Para llevar a cabo este proceso se invitó a los estudiantes de grado once, se les hizo una descripción y explicación de los objetivos que se pretendían con el desarrollo del proyecto que tenga impacto en su contexto regional. Ellos se mostraron interesados y presentaron tres posibles problemáticas, una vez valoradas cada una de ellas se llegó a la formulación del problema, ¿Cómo realizar el diseño de un robot asistente para adultos mayores?, esta nace de la situación actual de las personas mayores que se encuentran en aislamiento preventivo obligatorio a causa de la pandemia.

Etapas 2. Tratar de resolver el problema con lo que se sabe y lo que se necesita para resolverlo.

Una vez definida la problemática se procedió a desarrollar una lluvia de ideas con respecto a lo que conocían acerca del diseño de un robot y sus componentes básicos de funcionamiento, en esto se encontraron hallazgos de conocimiento general sobre robótica y sus partes, pero no tan específicos como para permitirles desarrollar el robot acompañante propuesto, adicionalmente, se desconocían las normas, derechos y deberes para con las personas adultas mayores en Colombia, por lo que fue necesario consultar, seleccionar, organizar la búsqueda de información en diferentes fuentes establecidas así: la primera la empírica a partir de los que conocían por parte de sus padres, abuelos, tíos(as), hermanos y demás familiares, la segunda son mediante noticias físicas, electrónicas, auditivas y la tercera en páginas web académicas específicamente en Google Académico.

Etapas 3. Planeación del diseño.

Con la información se establece las características que tiene el robot, para lo cual se distribuyen los roles entre los cuales se destacan: un monitor quién se encargó de ayudar a la organización interna de tareas y labores dentro del equipo, del mismo sirvió como enlace de comunicación directa con el docente; el relator encargado de llevar al día las evidencias y la bitácora, por último los ensambladores quienes se encargaban de la parte de diseño, construcción y automatización del robot, estos fueron asignados teniendo en cuenta las habilidades de cada uno de los integrantes, para un mejor desempeño y logro de objetivos propuestos se buscó que cada uno de los equipos se complementara a fin de resolver las diferentes dificultades que tuvieran con relación al conectividad a internet y de esta manera lograr mitigar algunas de las dificultades presentadas.

Para establecer la comunicación entre los equipos de trabajo, los estudiantes crearon grupos de WhatsApp, en el que compartían información de manera sincrónica y asincrónica, resolvieron las inquietudes entre todos los integrantes, como se visualiza en la figura 2.



Figura 2. Medio de comunicación sincrónica y asincrónica. Fuente: Elaboración propia.

Paralelamente con el docente se definió como requisitos funcionales mínimos se trabajará desde el desarrollo de la parte estructural y motriz, la electrónica y la programación. Así mismo desde el enfoque STEM, en busca del aprendizaje multidisciplinar se concluyó que las asignaturas a trabajar serían la física para el análisis del movimiento y desplazamiento, la biología para comprender la biomecánica humana y como se ve afectada por la edad, la tecnología con el empleo de sensores y actuadores, la ingeniería asociada con la forma del robot y su sistema de automatización por último las matemáticas para el manejo de medidas y escalas.

En el desarrollo del proyecto el profesor fue un observador pasivo, se destaca dentro de las reflexiones a priori la capacidad de cada grupo para formular soluciones creativas y negociadas, eligiendo tanto la forma ergonómica como las diferentes aplicaciones tecnológicas a emplear. Se aclara que, para garantizar la originalidad de cada equipo, estos trabajaron de forma independiente.

Etapa 4. Creación del diseño.

La creación del robot cuidador de personas adultas mayores, como se observa en la figura 3 se inició con un bosquejo a lápiz, para luego pasar a un plano en formato DIN A4. Los estudiantes se centraron en dos modelos, uno tipo humanoide y otra forma diferente.

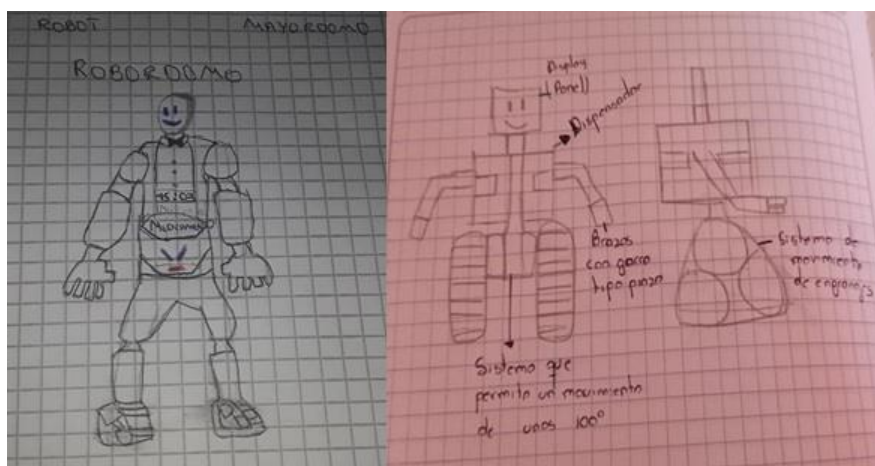


Figura 3. A la izquierda bosquejo de robot humanoide, a la derecha otro tipo de robot. Fuente: Elaboración propia.

Para los mecanismos de transmisión, decidieron tomar un reductor de velocidad, debido a que concluyeron que en un espacio físico como la casa es mejor tener un sistema de fuerza para desplazarse por las diferentes superficies de la casa y no uno de velocidad dado que en los diferentes hogares existen diferentes obstáculos por tanto se necesita un robot de fuerza para superarlos y permitir su movilidad; para el movimiento brazos y tenazas se empleó el mismo sistema. Del mismo modo para los sistemas mecánicos de variación de velocidad, se seleccionaron motor d.c. con caja de reducción como actuador.

De acuerdo con la información que necesitaban captar del mundo real, los sensores a emplear serían de contacto, ultrasónico, de luz e infrarrojo. En el caso de la comunicación algunos grupos propusieron utilizar módulos bluetooth. Para aprender a utilizar estos elementos se desarrollaron prácticas online en Facebook, por medio de video tutoriales y grabación de audios. Ver figura 4.

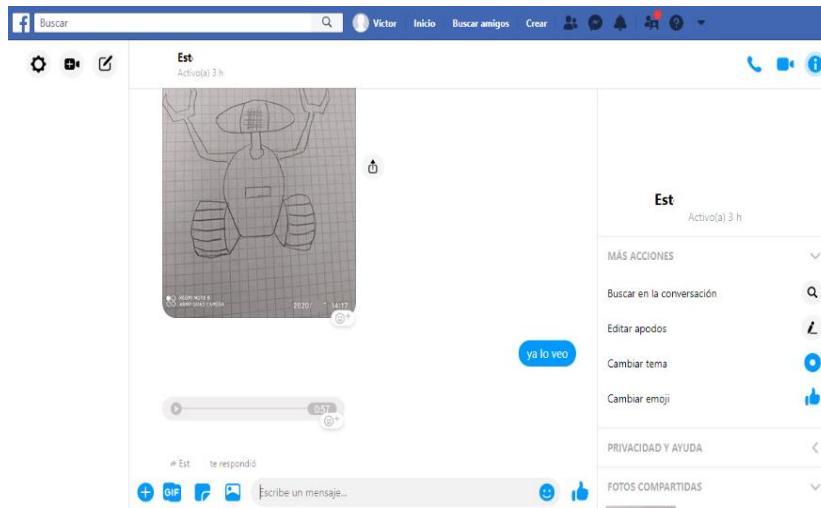


Figura 4. Asesoría remota vía Facebook. Fuente: Elaboración propia.

Con relación a la programación del robot, los aprendices elaboraron diagramas de flujo que les permitiera comprender la lógica de programación, luego descargaron el programa Arduino de la página oficial: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> (Figura 5) y crearon las rutinas que le permitían desarrollar los diferentes procedimientos para ejecutar la movilidad del robot teniendo en cuenta las señales captadas por el sensor, las cuales eran enviadas al profesor experto para ser valoradas y determinar si cumplían los requisitos mínimos de la propuesta.

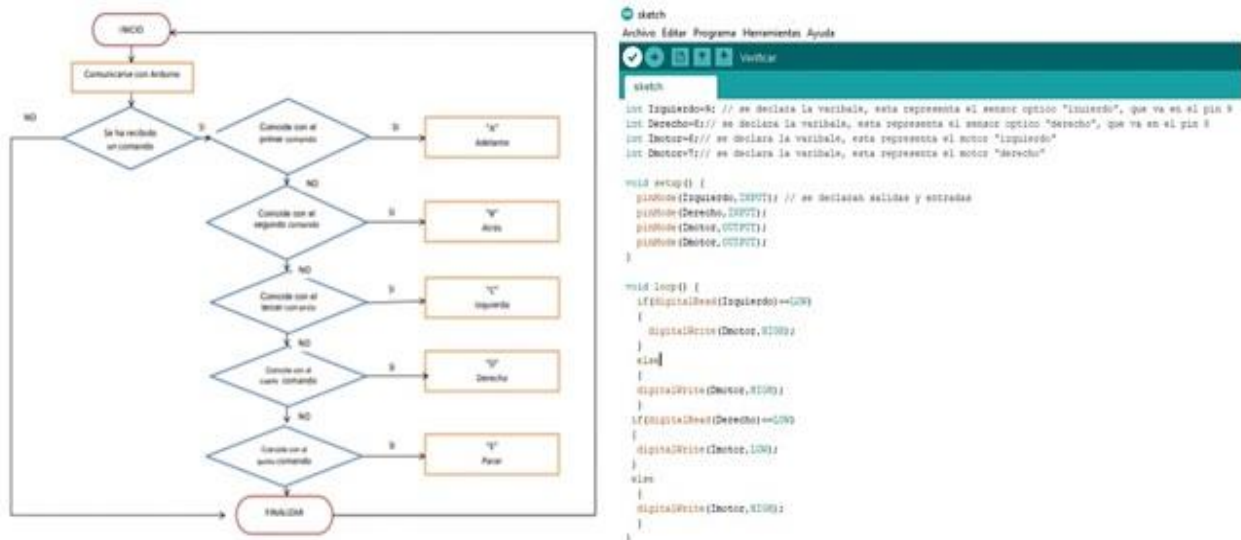


Figura 5. Diagrama de flujo y programación en el sketch de Arduino. Fuente: Elaboración propia.

Una vez culminado la propuesta se procedió a la divulgación del diseño en donde los compañeros, profesores, exalumnos y padres de familia realizaban sus aportes y felicitaron a los estudiantes y al profesor investigador por el buen manejo y la incorporación de los conocimientos de las diferentes asignaturas, utilizando la metodología STEM, los estudiantes lograron una apropiación de los conceptos y vieron una utilidad de las diferentes temáticas de manera virtual online el canal de comunicación, para este caso fue WhatsApp en donde cada grupo exponía a través de la imagen compartida de su diseño y la grabación de audios.

Cada uno de los equipos expuso las características funcionales de su diseño, los logros y dificultades de las mismas. Al concluir la presentación se realizó una realimentación por medio de preguntas de conocimiento a modo de heteroevaluación. Y como medio de divulgación se escogió

Facebook porque dentro de las posibilidades de comunicación y de acceso es la que todos podían utilizar.

A continuación, se presenta el resultado final del dos diseños uno elaborado con Google Sketchup y Blender 3D (Figura 6).

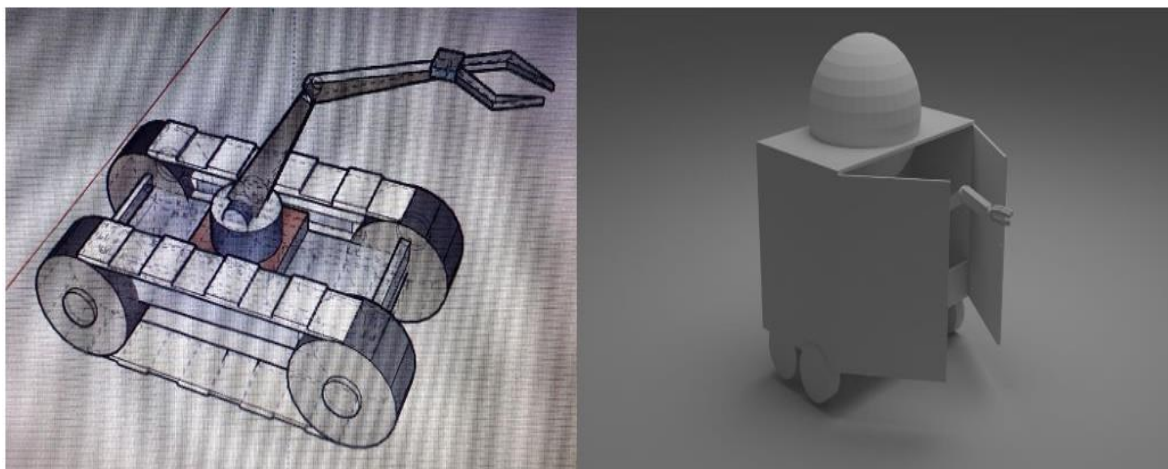


Figura 6. Diseño en Google Sketchup a la izquierda, y en Blender 3D a la derecha del robot cuidador de personas mayores de 70 años.

En los modelos anteriormente presentados se pretendía que el robot fuera capaz no solo de brindar una compañía pasiva, sino que fuera capaz de alcanzar objetos, los medicamentos que necesita un adulto mayor por eso constan de un brazo extensible.

Como último paso de este proceso se realizó una autoevaluación para identificar los cambios surgidos al desarrollar el proyecto de la creación de un robot asistente para adultos mayores empleando la metodología STEM, a lo que respondieron los estudiantes de la población objeto estudio se sintieron muy motivados, les permitió integrar las áreas de ciencias, matemáticas, tecnología y programación aplicar los diferentes conceptos y relevancia al trabajar de manera integrada y fue muy gratificante trabajar de manera remota.

3. Análisis de resultados

Los resultados relacionados con las habilidades planteadas, se recopilan en una bitácora digital por medio de, anotaciones personales dadas por la observación sistemática, diagramas, fotos y audios. (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2010). Para la construcción de esta se usó herramientas de comunicación como WhatsApp y Facebook, debido a las limitaciones de comunicación encontradas. Finalmente, los datos se analizaron mediante la relación de categorías apoyado en el software atlas.ti, en síntesis se concluye que la estrategia fundamenta en problemas del contexto, ayuda a mejorar las capacidades STEM, así mismo fomenta habilidades como el trabajo colaborativo, el desarrollo de la creatividad, la indagación y la comunicación asertiva.

Teniendo en cuenta la información recogida con cada instrumento en las diferentes fases ABP, se establecieron las categorías de análisis hermenéutico predefinidas de acuerdo con las habilidades que se desea fortalecer, realizando así una categorización deductiva y partiendo de la formulación en tres categorías de análisis la primera en tener una comprensión, explicación de fenómenos naturales, la segunda la interpretación y análisis de las gráficas y la tercera el análisis de perspectivas.

La primera categoría: “Comprensión y explicación de fenómenos naturales”

Con la información recopilada y clasificada se procedió a registrarla en un archivo de texto plano para luego ser cargado en atlas.ti para construir la red de conceptos vinculados como se visualiza en la figura 7, que los estudiantes relacionan los fenómenos físicos con elementos como: sensores, elementos de energía y establecen argumentos con la parte biológica, física y cognitiva específicamente con el adulto mayor.

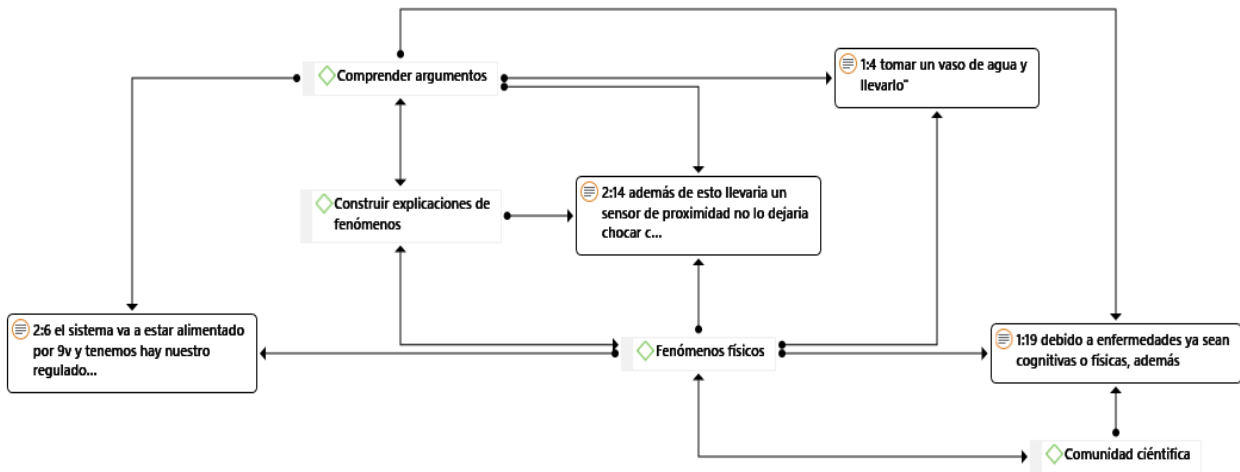


Figura 7. Red hermenéutica de comprensión y explicación de fenómenos naturales.

Categoría 2: “Interpretación y análisis de gráficas”

Teniendo en cuenta la red de conceptos vinculados con respecto a la representación gráfica lo que más comprendieron fue el concepto de línea, conceptos de ancho, alto y fondo, modelado 3D y diseño 3; en la parte de comunicación vinculan conceptos de tiempo, cronogramas y el análisis del mercado de robots asistentes, asimismo, los estudiantes ven la utilidad del internet para establecer conectividad, los diagramas de flujo y los gráficos le permitieron desarrollar la programación para movilidad del robot ver (Figura 8).

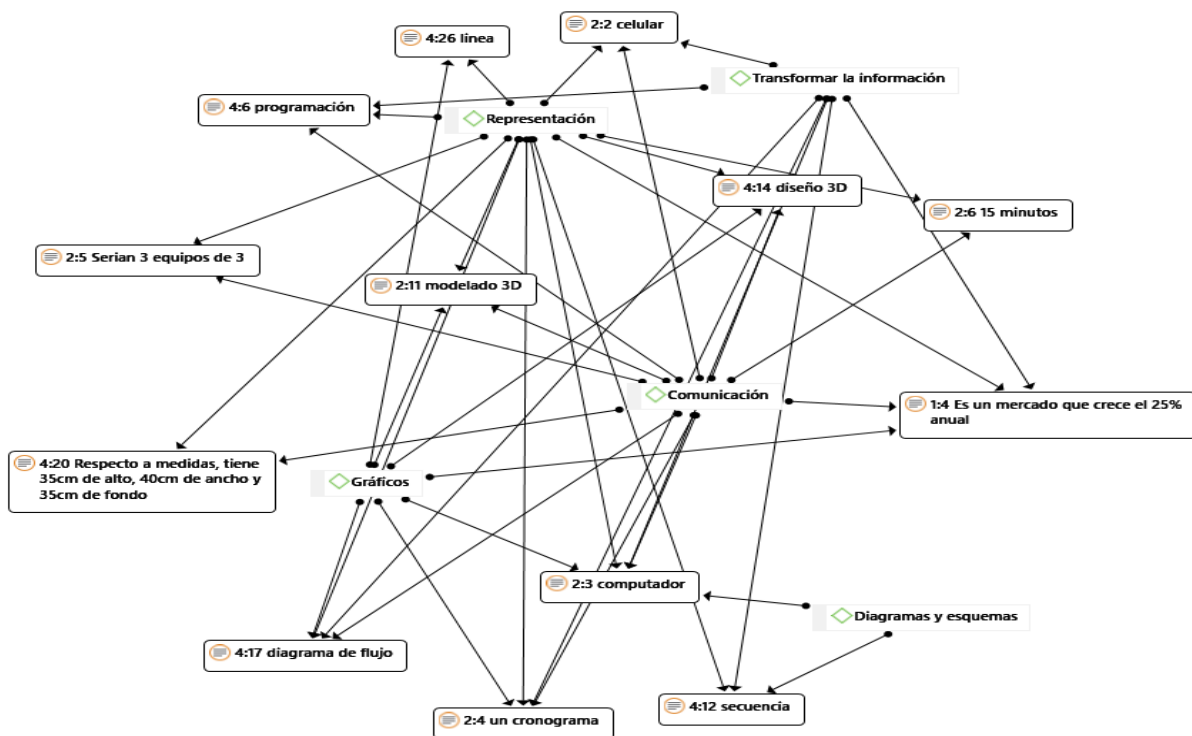


Figura 8. Red hermenéutica de la interpretación y análisis de gráficas

Categoría 3: “Análisis de perspectivas”

Establecen la problemática de los adultos mayores relacionados como son: la necesidad de ayuda y cuidado que les permita tener movilidad, una buena salud mental al contar con un robot o persona que les ayude como asistentes médicos por ejemplo para que les alcance sus medicamentos y los ayude a recoger objetos del suelo a pesar de que adultos mayores lo rechazan los robots, los estudiantes lo observan como una alterativa viable en época de pandemia como se visualiza en la Figura 9.

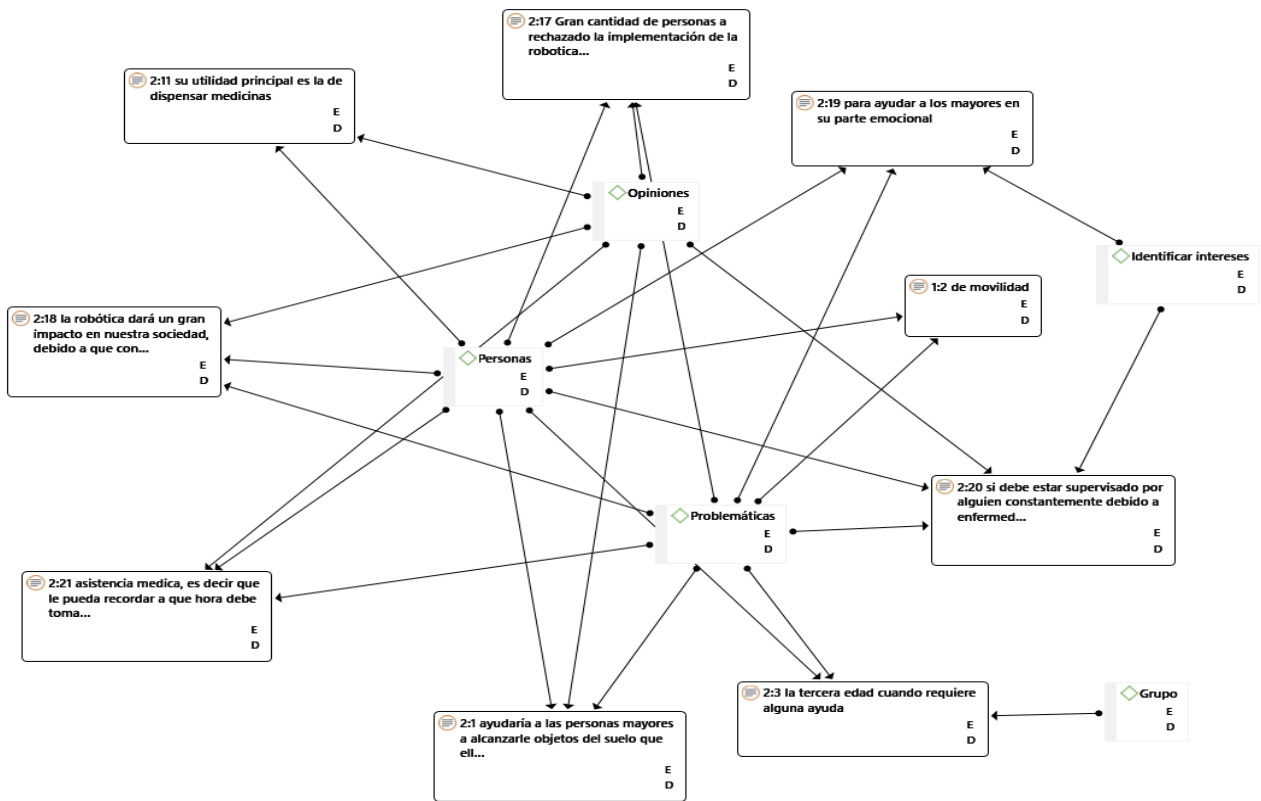


Figura 9. Red hermenéutica de análisis de perspectivas

4. Discusión

La estrategia de aprendizaje utilizada con la metodología de ABP, permitió que los estudiantes desarrollaran habilidades científicas, tecnológicas, sociales y personales, como lo demuestran estudios similares que han sido obtenidos por otros investigadores como: Vidal-Ledo, Rivera-Michelena, Nolla-Cao, Morales-Suárez, y Vialart-Vidal, (2016), Medina- Nicolalde y Tapia-Calvopiña, (2017) y Luy-Montejo, (2019).

Cabe mencionar que la investigación soluciono un problemática real, además, los estudiantes integraron y aportaron al desarrollo del proyecto en la creación de un robot asistente para adultos mayores incorporando las asignaturas de (figura 10) física con las temática de movimiento, fuerza, desplazamiento, introducción a los conceptos de sonido y óptica ; matemáticas con los conceptos de línea, operaciones, manejo formulas, medidas, escalas, proporcionalidad; tecnología mecanismos, sensores, actuares, manejo y uso de herramientas colaborativas, aplicaciones de office y manejo de redes sociales al contribuir y describir, como se pueden establecer las relaciones sociales de aprendizaje, a través de la red de manera offline u online aprovechado su facilidad de uso, lo que concuerda con lo dicho por Trejos-Buriticá, (2018) y Padrón, (2013); en Biología conocimiento acerca del cuerpo humano, cuidados, protocolos de bioseguridad, condiciones de calidad de vida en el adulto mayor; Programación los conceptos básicos sobre la lógica, diseño de algoritmos, esquemas, manejo de las diferentes estructuras básicas, siendo estas asignaturas las que fortalecen y aportan a la metodología STEM.



Figura 10. Integración y aportes de la metodología STEM en el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Los diseños aquí realizados cumplieron con los requerimientos técnicos eléctricos y de automatización planteados de manera básica, en cuanto al diseño de la estructura aunque se apoyaron en diferentes tipos de software de diseño gráfico y modelado, se esperaba que este ayudara a la habilidad de interpretación y representación de gráficas, como lo describe De la Torre Cantero, Saorín, Carbonell, Del Castillo, y Contero, (2012), este estudio refleja un buen dominio en el tema de dimensiones, medidas, escalas; necesarias para desarrollar la habilidad espacial.

Al igual que lo presentado por Estrada-Esponda, López-Benítez, y Gutiérrez-Reyes, (2019), se encuentra que ABP permite el desarrollo final de soluciones a problemáticas del entorno, además, aunque no fue posible llegar hasta el desarrollo del prototipo físico, se logró llegar a una solución producto de la actividad colaborativa que aporta un aprendizaje multidisciplinar como lo sugiere el enfoque STEM.

5. Consideraciones Finales

Los estudiantes informan que debido a la situación suscitada por el COVID-19 ellos se ven restringidos al acceso a la información por medios digitales lo cual se identificó como un obstáculo a dominar. Esto motivo que el aprendizaje mediante la interacción social a pesar de que todos no tienen conectividad a internet, pero predominó el trabajo en equipos superando gran diversidad de dificultades ayudándolos a crear estrategia didáctica que les permitió ser protagonistas de su conocimiento y buscar nuevos espacios sociales por medio de las redes sociales durante el confinamiento en casa.

El resultado cualitativo presentado con respecto al objetivo general de estudio, vivido durante el proceso de elaboración del diseño de un robot asistente para personas mayores de 70 años, determino que fortalecimiento de habilidades STEM relacionadas con la comprensión y explicación de fenómenos naturales, la interpretación y análisis de gráficas y el análisis de perspectivas son necesarias para el desarrollo en el mundo laboral dominado por las nuevas tecnologías emergentes.

El análisis de categorías iniciales propuestas en Atlas.ti, derivó en una serie de códigos y nuevas categorías que ayudaron a describir las características comunes de la población objeto de estudio e identificar su nivel de habilidades STEM, opiniones y sentimientos.

Finalmente, la estrategia de aprendizaje aquí propuesta busca servir como ayuda a fomentar iniciativas que permitan a los estudiantes continuar su formación en casa de manera remota a pesar de las medidas de confinamiento necesarias para proteger su salud y la de sus familiares.

Referencias

Aceros, J. (2018). Robots para el cuidado de personas mayores. Taxonomía de una promesa. Ediciones Universidad de Salamanca, 43-60.

Arce-Valerio, I. (2019). Las áreas STEAM y el papel de la persona profesional en Orientación como parte de un trabajo colaborativo en el desarrollo de habilidades y competencias. Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula, 39-44.

Arduino. (20 de Mayo de 2020). <https://www.arduino.cc/>. Obtenido de: <https://www.arduino.cc/en/Main/FAQ#toc2>

Aredondo-Trapero, F., Vásquez-Parra, J., y Velázquez-Sánchez, L. (2019). STEM y brecha de género en Latinoamérica. *Revista de El Colegio de San Luis*, 137-158.

Bogdan-Toma, R., y Greca, I. (2017). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de educación primaria. En M. Cebreiros, P. Membiela, N. Casado, y M. Vidal, *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (págs. 391-395). Roma: Educación Editora.

Boon, S. (2016). La experiencia en Malasia de la participación de las niñas en la educación de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). UNESCO, 1-39.

Carvajal, J., Vega, C., y Téllez, J. (2010). Diseño Mecatrónico de Robot Móvil para Transporte de Carga en Superficies Irregulares. *ITECKNE*, 19-33.

Cobo-Hurtado, L. (2018). Estudio y aplicación del robot Pepper para la interacción con personas mayores (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid: Valladolid, España.

Coello-Pisco, S., Crespo-Vaca, T., Hidalgo-Crespo, J., y Díaz-Jiménez, D. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 1-8.

Cháin, O. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Primaria*. España: Universidad de Valladolid.

De de la Torre Cantero, J., Saorín, L., Carbonell, C., Del Castillo, M., y Contero, M. (2012). Modelado 3D como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. *Arte, Individuo y Sociedad*, 179-193.

Estrada-Esponda, R., López-Benítez, M., y Gutiérrez-Reyes, R. (2019). Experiencia metodológica para la integración de las asignaturas Diseño de Interfaces de Usuario y Desarrollo de Software II por medio de un enfoque basado en proyectos. *Revista Logos, Ciencia y Tecnología*, 94-106.

Exley, K., y Reg, D. (2007). Enseñanza en pequeños grupos en educación superior. Madrid: Narcea.

Hernández, R. (2017). Impacto de las TIC en la educación - Retos y Perspectivas. *Dialnet Plus*, 325 - 347.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.

Krause, M. (1995). La investigación cualitativa - un campo de posibilidades y desafíos. *Revista TEMAS DE EDUCACIÓN*, 19-36.

Linconao, A. (12 de 04 de 2020). ResearchGate. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/340595520_El_confinamiento_ante_el_COVID-19_sus_efectos_vinculares_y_psicologicos_Fenomenos_y_practicas_recomendadas

López, W. (2013). El estudio de casos una vertiente para la investigación educativa. *Educere*, 139-144.

- López-Ramírez, P. A., y Andrade-Sosa, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 43-63.
- López-Simó, V., Couso-Lagarón, D., y Simarro-Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 1-29.
- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de los estudiantes universitarios. *Propósitos y representaciones*, 353-383.
- Macedoi, B. (2016). Educación científica. *UNESCO*, 1-18.
- Malaspina, U., y Vallejo, E. (2019). Creación de problemas en la docencia e investigación. Reflexiones y Propuestas en Educación Matemática, 7-54.
- Marín, O., y Santaolalla, O. (2020). Educación STEM formación con conciencia. Padres y maestros, 41-46.
- Medina-Nicolalde, M., y Tapia-Calvopiña, M. (2017). El aprendizaje basado en proyectos una oportunidad para trabajar interdisciplinariamente. *OLIMPIA. Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, 236 - 246.
- Ministerio de salud. (2013). Envejecimiento demográfico, Colombia 1951-2020 - Dinámica demográfica y estructuras poblacionales. Imprenta Nacional de Colombia, 48.
- Ministerio de salud. (2018). Cartilla sobre sobre buen trato a las personas adultas mayores. Imprenta Nacional de Colombia, 42.
- Morales, P., y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 145-157.
- Orte, C., y Nevot, L. (2020). Manual de recursos para familias en confinamiento. Barcelona: Octaedro.
- Padrón, C. (2013). Las estrategias didácticas en aplicaciones de mensajería instantánea WhatsApp exclusivamente para jóvenes y el uso de la herramienta para promover el aprendizaje colaborativo. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 123-134.
- Paredes-Curín, C. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete. *Revista Electrónica Educare*, 1-26.
- Pérez, C. (12 de Junio de 2020). ResearchGate. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/342420021_Guia_de_apoyo_al_aprendizaje_de_ninosas_y_adolescentes_durante_el_confinamiento_en_el_hogar_para_padresmadrescuidadores.
- Pérez-Betancur, N. (2016). El SENA a la vanguardia de la cuarta revolución industrial. *Revista Finnova*, 35-50.
- Pinzón, J. (2019). Algoritmo de operación para robot asistencial autónomo enfocado a alimentación (Tesis de maestría). Universidad Militar Nueva Granada: Bogotá, Colombia.
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP) una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 9-19.
- Trejos-Buriticá, O. (2018). WhatsApp como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de la programación de computadores. *Educación y Ciudad*, 149-158.
- Vidal-Ledo, M., Rivera-Michelena, N., Nolla-Cao, N., Morales-Suárez, R., y Vialart-Vidal, M. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Educación Médica Superior*, 678-688.
- Zambrano-Cruz, K. (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Ciencias humanas*, 39-52.