

SISTEMA AUTOMATIZADO DE LOCALIZACIÓN GLOBAL, PARA PERSONAS CON CAPACIDADES VISUALES DIFERENTES Y ADULTOS MAYORES (LOCATIONME)

*Iván Darío Insausti Guerrón¹, Yeferson Fabián Olivo Pantoja²,
Lorena Elizabeth Guerrero Zambrano³.*

^{1 2} Institución Educativa Pedro León Torres – Yacuanquer (Nariño),

³ Tecnoacademia Itinerante Nariño – Centro Sur Colombiano de

Resumen

Desde Tecnoacademia Itinerante Nariño, línea de Robótica, se busca que los aprendices propongan soluciones a problemáticas locales, proyectando la apropiación de conocimiento en ideas innovadoras que permitan aplicación de los conceptos y herramientas aprendidas durante la formación.

Los aprendices del semillero de Investigación RammSoft, desarrollarán el proyecto, con el acompañamiento de la facilitadora de la línea de Robótica, quien guiará el proceso del desarrollo y definirá los pasos a ejecutar para lograr el objetivo.

La idea de la creación de un sistema localizador surge para ayudar a personas con capacidades visuales diferentes y adultos mayores, sin limitar el uso, ya que puede ampliarse a utilizarse en diferentes contextos. Se espera generar una herramienta de fácil acceso, que permita realizar el seguimiento y ubicación en tiempo real del usuario. En una fase inicial se presentarán resultados de la construcción y diseño con los componentes electrónicos.

La investigación se realiza con un enfoque mixto, ya que se realiza una recolección y análisis de datos e información, es de tipo investigación aplicada, se plantea una metodología compuesta por: revisión literaria, diseño del circuito electrónico, diseño de prototipo de prueba e implementación y validación mediante pruebas de funcionalidad.

Palabras claves: automatización, aprendizaje basado en proyectos (ABP), sistema localizador, STEAM.

INTRODUCCIÓN

Para lograr que los aprendices de la Tecnoacademia Itinerante Nariño, línea de Robótica se sumerjan en el mundo de la ciencia, la tecnología e innovación, conociendo, explorando y utilizando los avances tecnológicos tanto en herramientas y componentes electrónicos, combinando desarrollo de software y programación, en prototipos que pueden ser llevados a gran escala, se propone un sistema de posicionamiento para personas con capacidades diferentes, desarrollado con metodología STEAM.

Teniendo en cuenta las necesidades de la región y gracias a la evolución tecnológica que es pieza

fundamental para el desarrollo, surge la creación de un sistema automatizado de localización, más aún teniendo en cuenta que en Colombia la desaparición forzada y personas desaparecidas por diferentes causas incrementa diariamente. Según cifras de Medicina Legal, entre 2017 y 2021 un total de 16.361 personas fueron reportadas como desaparecidas, de las cuales 10.362 son hombres y 5.999 son mujeres (Estadística Medicina Legal, 04 - 02, 2022), es por ello por lo que el generar un sistema de incluyendo componentes de bajo para tal fin, contribuye al fácil acceso a personas de bajo recursos que requieran su utilización.

Con el fin de ayudar a personas con capacidades visuales diferentes y adultos mayores, quienes en ocasiones se encuentran desubicados sin recordar el camino de regreso a sus viviendas, cabe resaltar que no limita el uso solamente en estos casos, sino que puede ampliarse su utilización en diferentes contextos. Es así, como se espera generar una herramienta de fácil uso, que permita realizar el seguimiento y ubicación en tiempo real del usuario, enviando un mensaje de texto al contacto de emergencia almacenado en el sistema. En una fase inicial se presentarán resultados de la construcción y diseño con los componentes electrónicos y software en fase inicial.

JUSTIFICACIÓN

La afectación de la memoria en la mayoría de los adultos mayores es una de las razones por la cual muchas de las personas se extravían de sus hogares, esto ya que, con la edad, se da paso a enfermedades relacionadas con Alzheimer, demencia o desorientación, conduciendo a la pérdida de la ubicación espacial, contribuyendo al riesgo de perderse del camino al salir hacer una pequeña diligencia, como hacer mercado, visitar a un familiar o amigo o salir a pasear, corriendo el riesgo de perderse. Siendo una situación que causa preocupación familiar y exponiéndose a peligro, es por ello por lo que el uso de la tecnología suele ser un aliado estratégico para estar más cerca de aquellos que necesitan apoyo.

En la actualidad la tecnología, sus avances y usos hacen que las actividades diarias se faciliten y permiten su utilización para el desarrollo de proyectos que contribuyen al desarrollo de la región, este sistema de posicionamiento permitirá conocer la ubicación de un ser querido cuando se encuentra fuera de su hogar, no evita que se extravíe o se desoriente, pero podrá evitar una situación peligrosa y podrá tener pronta ayuda.

De esta manera, la evolución tecnológica ha sido un factor fundamental para la construcción de prototipos que contribuyen a apoyar la actividad humana, ofreciendo una posible solución en cuanto al desarrollo de la región, más aún teniendo en cuenta que en Colombia la desaparición forzada y personas desaparecidas por diferentes causas

incrementa diariamente. Según cifras de Medicina Legal, entre 2017 y 2021 un total de 16.361 personas fueron reportadas como desaparecidas, de las cuales 10.362 son hombres y 5.999 son mujeres (Estadística Medicina Legal, 04 - 02, 2022), es por ello que el generar un sistema de incluyendo componentes de bajo, contribuye al fácil acceso a personas de bajo recursos que requieran su utilización.

Una de las razones de la importancia de formular este proyecto, es debido a que un alto porcentaje desaparición o perdida por desorientación regresa a sus hogares después de unas horas, pero lamentablemente un porcentaje mínimo de personas no aparecen, estos casos en particular en zonas rurales, por lo que este prototipo contribuye notablemente en el Municipio de Yacuanquer.

Desde el programa Tecnoacademia Itinerante Nariño, línea de Robótica, se busca que los jóvenes aprendices propongan soluciones automatizadas para el apoyo de la comunidad en diferentes entornos, proyectando la apropiación de conocimiento en ideas innovadoras que permitan realizar aplicación de los conceptos y herramientas aprendidas durante la formación, creando soluciones de bajo costo e incluyendo sistemas de automatización, que sean de eficaz aprovechamiento para la comunidad que lo requiera.

Lo anterior, para lograr que los aprendices se sumerjan en el mundo de la ciencia, la tecnología e innovación, conociendo, explorando y utilizando los avances tecnológicos tanto en herramientas y componentes electrónicos, como combinando el desarrollo de software y programación, en prototipos que pueden ser llevados a gran escala.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Conocedores de que la pérdida de personas en la región es un tema de interés y preocupación para los habitantes, es por eso por lo que se plantea la idea de crear un sistema que permita la geolocalización de manera rápida, oportuna, y de bajo costo.

Por tanto, con la realización de este proyecto se pretende desarrollar un sistema que integre varias herramientas y que cumpla todas las necesidades,

además de que sea fácil de manejar y de costo accesible para los habitantes. Se tiene como antecedentes casos de personas desaparecidas, en particular de adultos mayores, que en algunos casos refiere la pérdida de memoria, siendo esta una de las razones que contribuye a extraviarse con mayor frecuencia desde sus lugares de habitación. Es por esto por lo que se ha pensado que las tecnologías de información y comunicación son herramientas que favorecen la seguridad y se convierten en un apoyo para mejorar la seguridad y búsqueda de personas de fácil uso y como dispositivo sistema de posicionamiento global.

Referente Teórico:

Para el desarrollo de este prototipo es importante realizar una búsqueda de información de los componentes que se van a utilizar, su funcionamiento, conexión y demás requisitos que sean necesarios, a continuación, se relaciona los referentes teóricos que soportan la investigación:

METODOLOGÍA

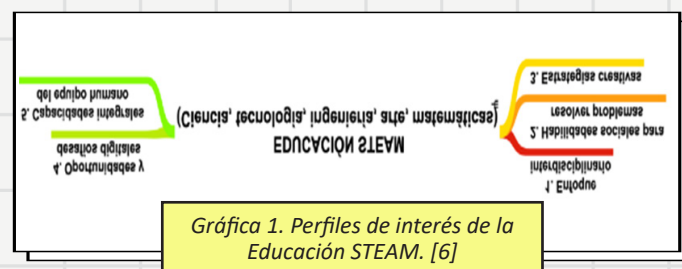
STEAM significado y origen.

La metodología STEAM es un modelo educativo que promueve la integración y el desarrollo de las materias científico-técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar [1]. El acrónimo surge en 2008 cuando Yackman, intentando fomentar la interdisciplinariedad [2], STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior introduce la “A” como inicial de “Arts” en inglés, que traducido al español significa “Arte”, incorporándola dentro de otro acrónimo ya existente: STEM, que recoge las iniciales en inglés de las disciplinas Science (S), Technology (T), Engineering (E) y Mathematics (M) o, en español, de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, respectivamente. [3] La primera vez que se introdujo el término STEM fue en la década de los 90 s por la Fundación Nacional para la Ciencia en Estados Unidos (NFS), el cual es un organismo federal autónomo de los Estados Unidos de América (EUA), que fomenta la investigación científica y tecnológica de su país [4].

Por otra parte, el origen del interés académico por el aprendizaje STEM toma un fuerte impulso entre

2005 y 2010, a pesar de existir literatura científica anterior a 2005, varios autores reclaman una mejora del aprendizaje de estas áreas para garantizar la formación de los científicos del futuro, de acuerdo con lo señalado por Ruiz [3], poco después, en el año 2008, la educación artística se sumó a estas cuatro materias para crear lo que hoy conocemos como STEAM y que implica el aprendizaje de estas cinco disciplinas que tradicionalmente se han enseñado por separado y de manera desarticulada, y que esta metodología plantea su aprendizaje de una forma integrada, articulada y bajo un enfoque tanto teórico como también práctico, así como lo expresa Yakman [1], donde afirma que la metodología STEAM contribuye al desarrollo de un modelo educativo hacia la condición de superar puentes fragmentados en materias académicas que tradicionalmente se han generado en el desarrollo curricular en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas.

Con la metodología STEAM se trabajan problemas complejos desde las diferentes disciplinas, dando soluciones creativas e innovadoras con el aprovechamiento de las tecnologías posibles [5], su propósito se destina a mejorar las habilidades y capacidades de los actores educativos a la resolución de problemas además de impactar la motivación hacia el interés por la ciencia y tecnología, adaptable a los escenarios educativos en cualquier nivel y tipo [6], lo que hace que la aplicación de esta metodología en la educación en sus diferentes niveles sea de gran impacto para apoyar los procesos educativos.



Sistema de localización geográfica

El Sistema de Posicionamiento Global (“Global Positioning System” - GPS) es un sistema de navegación compuesto de una flota de satélites puestos en órbita por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y sus estaciones en tierra firme. Funciona continuamente en todas partes del mundo y es disponible a todos libre de cargos. Con

orígenes en aplicaciones militares secretas, GPS se ha convertido en parte de nuestra vida cotidiana.¹

El SPG fue designado originalmente por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América como “Sistema de Navegación mediante Tiempo y Distancia” (Navigation Satellite Timing and Ranging; NAVSTAR, por sus siglas en inglés) y fue diseñado para proveer capacidad de navegación a las fuerzas militares de los Estados Unidos en aire, mar y tierra bajo cualquier condición climática. Un beneficio colateral el Sistema ha sido su aplicación en el área civil; incluyendo recreación, control vehicular, navegación aérea y marítima y levantamientos topográficos. Aplicaciones más sofisticadas incluyen el monitoreo del movimiento de las placas de la corteza terrestre en áreas de alta sismicidad y la agricultura de precisión.

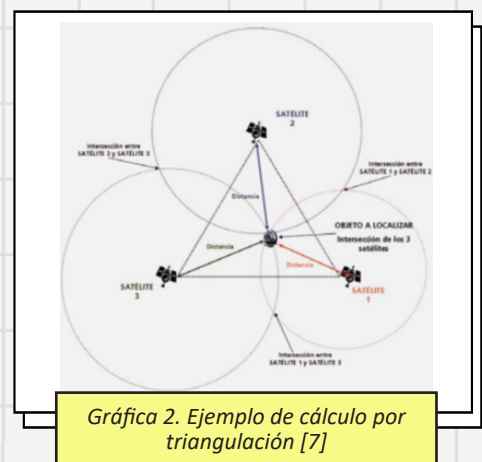
El GPS es otro ejemplo de tecnología desarrollada inicialmente con fines militares y que posteriormente ha beneficiado a la comunidad civil mundial. Los primeros once satélites (GPS1-1 a GPS1-11), conocidos como bloque I, se utilizaron para demostrar la factibilidad del Sistema de Posicionamiento Global. El primer satélite del bloque I fue lanzado desde la base de la Fuerza Aérea de Vandenberg en California el 22 de febrero de 1978. En tanto que el primer satélite del bloque II fue puesto en órbita el 14 de febrero de 1989; iniciándose la fase de prueba final del sistema; los satélites del bloque 2A son una versión ligeramente mejorada de los satélites del bloque 2 (www.af.mil/news/). El contrato para construir los satélites de la segunda generación conocidos también como Bloque II (IIA e IIR) fue asignado a la compañía Rockwell International-Seal Beach Division-U.S.A. en 1983. El primer satélite de la serie fue puesto en órbita el 14 de febrero de 1989 y el último el 9 de diciembre de 1996. Los nuevos satélites del bloque IIF iniciarán su periodo de Sistema de Posicionamiento Global TeleSIG-UNA 2 operación en el año 2002 y entre las mejoras planeadas están relojes atómicos digitales de mayor exactitud y posiblemente con un

mecanismo de autocorrección.

Clasificación de los sistemas de localización y posicionamiento. Se diferencian dos grandes grupos:

Los sistemas satelitales, basados en la utilización de satélites: Los sistemas de localización y posicionamiento satelitales son aquellos que hacen uso de los satélites para localizar y posicionar un elemento, generalmente móvil (aunque también podría ser un elemento inmóvil), en la superficie terrestre. La función de los satélites no es otra que proporcionar a los receptores la información necesaria para que puedan calcular su posición. Este tipo de sistemas son fundamentalmente utilizados para labores de navegación, es decir, para que un activo móvil (generalmente vehículos o personas) pueda conocer en todo momento su posición exacta en el globo terráqueo. También son muy utilizados para la elaboración de cartografía. Estos sistemas se basan en el cálculo de la posición a partir de la medida de la distancia entre el objeto a localizar con un mínimo de tres satélites de posición conocida, mediante triangulación.

La triangulación es como se conoce a la técnica trigonométrica a través de la cual se hace uso de los triángulos para determinar la posición de puntos, distancias o áreas geográficas.



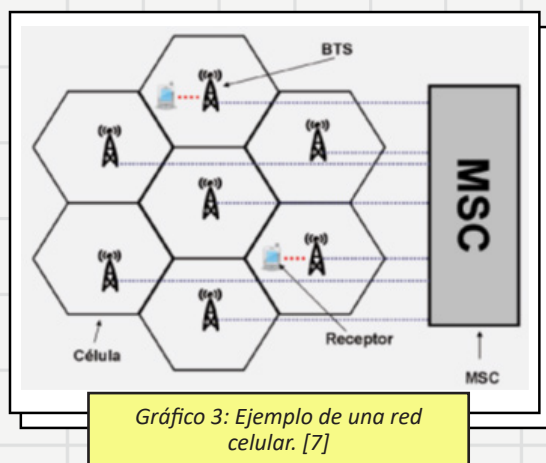
Los sistemas no satelitales, basados en tecnologías distintas al satélite: son sistemas de localización basados en radiofrecuencia de largo alcance (Outdoor). Este tipo de sistemas de localización son propios de las redes celulares. Una red celular es aquella que está dividida en celdas (o células) de cobertura, cada una de ellas con su propio transmisor y receptor, e interconectadas todas ellas entre sí.

¹ Este documento, ENY-728S, es uno de una serie de publicaciones del Departamento de Entomología and Nematología Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Fecha de primera publicación: April 10, 2006. Visite nuestro sitio web EDIS en <<http://edis.ifas.ufl.edu>>.

Una red celular se compone de 4 elementos básicos: El Centro de Conmutación Móvil (MSC, Mobile Switching Center), que es el centro de control de los sistemas celulares y el encargado de conmutar el tráfico entre las células. Las células, que son las distintas áreas geográficas en las que se divide el área total de la red.

El terminal receptor-transmisor, que se trata generalmente de un dispositivo móvil y que constituye el elemento final o cliente de toda red celular.

La Estación Base (BTS, Base Transceiver Station), que es el elemento transmisor-receptor de cada una de las células.



Como se ve en la figura anterior, las BTS son las encargadas de crear las células o celdas a través de su margen de cobertura, es decir, a partir del margen de distancia en el que pueden intercambiar comunicación por radiofrecuencia con el receptor. El tamaño de las células dependerá de la tecnología de radio que se utilice, pudiendo ser de varios cientos de metros o de kilómetros.

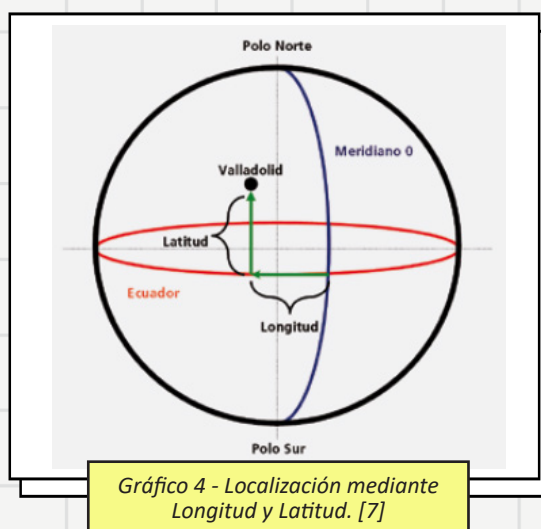
Funcionamiento. El funcionamiento de un sistema de localización de este tipo se basa en localizar la celda en la que se encuentra el terminal en cuestión de una red celular.

Sistema de coordenadas geográficas: Quizás el sistema más conocido sea el sistema de coordenadas geográficas que utiliza dos de las tres coordenadas de un sistema de coordenadas esférico (Un sistema de coordenadas esféricas es un conjunto de tres valores numéricos que representan un punto en

una esfera. Utiliza tres valores: el radio, la latitud (también llamado ángulo polar) y el azimut.) para situar cualquier punto en la superficie terrestre, la latitud y la longitud.

La latitud mide el ángulo entre un punto y el ecuador. Las líneas de latitud son los paralelos, que no son más que círculos paralelos al ecuador en la superficie de la Tierra. Tomará valores de 0° a 90° .

La longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador desde cualquier punto dado. Las líneas de longitud son los meridianos que, perpendiculares a los paralelos, pasan por los polos del globo terráqueo. Se considera como meridiano 0 al conocido como meridiano de Greenwich¹¹ que pasa por Londres. Tomará valores de 0° a 180° .



Módulo Neo 6:

La serie de los Módulos Neo-6 es una familia de autónomos receptores GPS que ofrecen un alto rendimiento de U-Blox 6 motor de posicionamiento, estos receptores flexibles y rentables ofrecen numerosas opciones de conectividad. Ideal para vehículos autónomos como aeromodelismo, queadcopters, helicópteros, robots móviles, así como para realizar control de vuelo o control de recorridos. El control entrega los datos en comunicación serial, por lo que puede ser fácilmente leído con cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo.

El módulo NEO 6M es una excelente alternativa de precisión y costo beneficio. Es de un tamaño reducido por lo que es fácilmente portable. Se comunica a través de puerto serial UART. Esta presentación viene

en modo modular, se puede utilizar en plataformas como Arduino, RaspberryPi, pcDuino o con portátil. Mide parámetros Latitud, Longitud, Velocidad, Altitud.

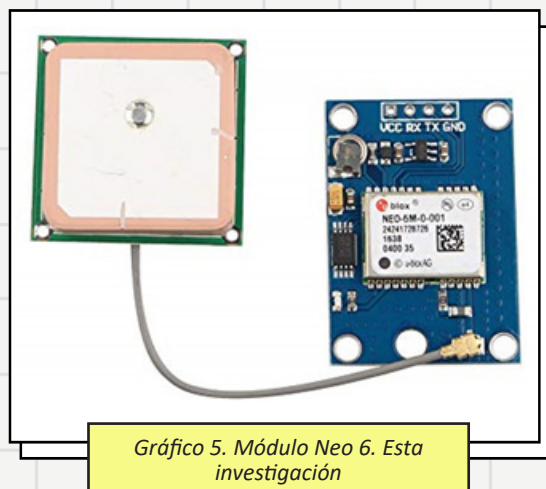


Gráfico 5. Módulo Neo 6. Esta investigación

Web Services

Un servicio Web o Webservice es un servicio ofrecido por una aplicación que expone su lógica a clientes de cualquier plataforma mediante una interfaz accesible a través de la red utilizando tecnologías (protocolos) estándar de Internet.

Módulo GPRS - Sim 800

Como módulo para la transmisión de datos a través de la red de telefonía celular se eligió el SIM800L, dicho módulo de bajo coste permite gestionar mensajes de texto, llamadas y conexión de datos GPRS. La principal característica por la cual se eligió este módulo fue que este presentaba la mejor sensibilidad de los dispositivos analizados, lo cual repercute en la capacidad del dispositivo para conectarse con las estaciones base de la red móvil. En la figura 8 se muestra el módulo empleado.

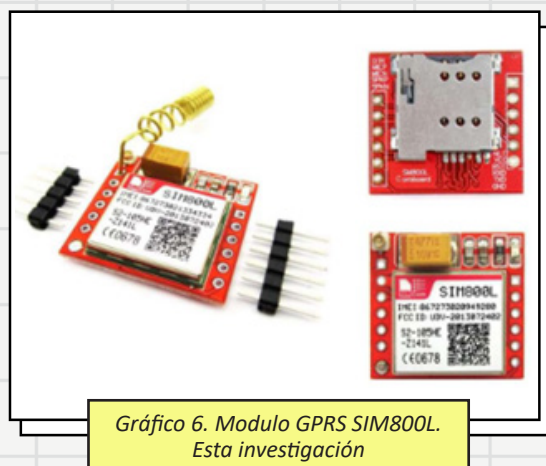


Gráfico 6. Módulo GPRS SIM800L. Esta investigación

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un sistema automatizado de localización global de posicionamiento, para personas con capacidad visual diferente y adultos mayores, utilizando metodología de aprendizaje STEAM, desarrollado con aprendices de Tecnoacademia Itinerante Nariño en el municipio de Yacuanquer.

Objetivos Específicos:

- Realizar la revisión bibliográfica y estudio de componentes que permitan elaborar un sistema automatizado de localización.
- Aplicar la metodología STEAM con la finalidad de acercar a los aprendices a la apropiación y aplicación de conocimiento.
- Diseñar e implementar un circuito electrónico que permita la comunicación entre el usuario y el receptor de la señal, para la localización de personas en tiempo real.
- Realizar pruebas de verificación de comunicación, mediante una aplicación de fácil uso y acceso que permita el uso del dispositivo de manera apropiada.

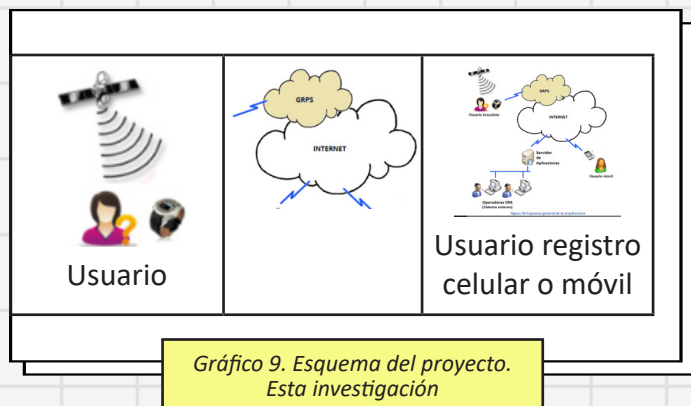
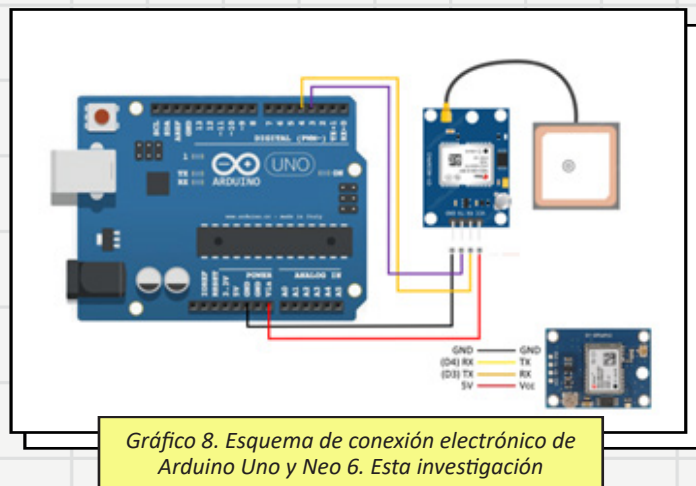
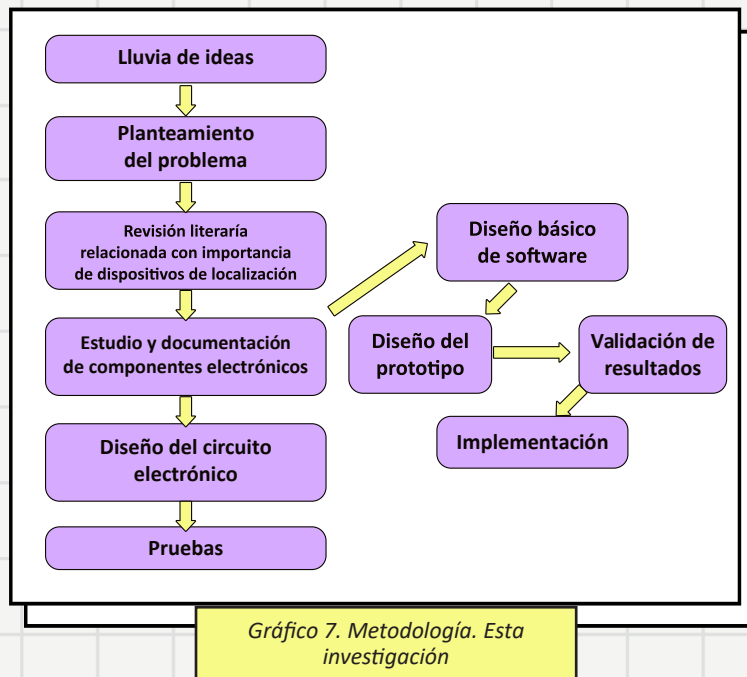
METODOLOGÍA

Los aprendices del semillero de Investigación RammSoft Tecnoacademia Itinerante Nariño, desarrollarán el proyecto, con el acompañamiento de la facilitadora de la línea de Robótica, quien guiará el proceso del desarrollo y definirá los pasos a ejecutar para lograr el objetivo.

La investigación se realiza con un enfoque mixto, ya que se hizo la recolección, análisis de datos e información, es de tipo investigación aplicada, se plantea una metodología compuesta por: revisión literaria, diseño del circuito electrónico, diseño de prototipo de prueba e implementación y validación de pruebas de funcionalidad.

En la fase de revisión literaria se realizarán un estudio y viabilidad del desarrollo de proyecto, en donde se reconocerán su importancia, antecedentes y componentes que permitan la construcción electrónica del prototipo, luego llevarán a cabo una compilación bibliográfica de referentes y marco teórico, posteriormente se diseñarán el circuito

electrónico apropiado utilizando los componentes que les permitan la comunicación tanto satelital como digital, más adelante se realizarán el diseño e implementación del prototipo mediante pruebas que identifiquen el funcionamiento de los dispositivos y por último se desarrollarán las pruebas de validación de funcionalidad.



Ciclo de vida iterativo por prototipos:

Análisis: en esta fase se van a definir los requisitos software del sistema, para ello se propone una solución para estos especificando una arquitectura en alto nivel.

Diseño: en esta fase se diseña la arquitectura a un nivel de especificación más bajo, así como los procesos del sistema. También se especificarán las interfaces de usuario de la aplicación.

Implementación: en esta etapa se realiza toda la codificación del sistema, es decir, tanto de las interfaces de usuario como de los procesos. Asimismo, se documenta el manual de usuario.

Pruebas: en esta última fase se definen las pruebas que se van a llevar en cabo en el prototipo y posteriormente se realizan.

Resultados esperados:

Se realizó una búsqueda bibliográfica que permita soportar la investigación planteada, dando claridad al tipo de prototipo a desarrollar, encontrando que se han llevado a cabo estudios que utilicen dispositivos de localización, pero no enfocados a una necesidad de región que es la problemática para resolver, mediante el prototipo a entregar.

Evaluación de componentes electrónicos más convenientes para soportar la comunicación satelital que permita la conectividad entre la plataforma y el circuito, encontrando como elemento destacado el Neo6 para triangulación global.

Aplicación de la metodología STEAM utilizando el aprendizaje basado en proyectos que permite la apropiación del conocimiento y proyección mediante la generación de un prototipo de monitoreo por sistema de posicionamiento global, que será útil a los futuros usuarios como medio de ubicación en tiempo real, favoreciendo en primer lugar a los habitantes del Municipio de Yacuanquer.

Apropiación y proyección de conocimientos por parte de los aprendices de la Institución Educativa Pedro León Torres del Municipio de Yacuanquer Nariño, quienes pertenecen a la Tecnoacademia

Itinerante Nariño, línea de Robótica, en cuanto al uso de tecnología y componentes electrónicos para una solución de bajo costo enfocado a minimizar la desaparición de personas en la región.

Diseño e implementación del circuito electrónico que permita la comunicación y envío de coordenadas en tiempo real, entre el usuario y su acudiente, verificación mediante pruebas y uso del dispositivo.

IMPACTOS

Uno de los impactos más importante es a nivel social, ya que permitirá a los usuarios utilizar el componente electrónico como sistema de ubicación en tiempo real, cuyo objetivo principal son los adultos mayores y personas con capacidades visuales diferentes.

Motivar a los aprendices de Tecnoacademia Itinerante Nariño a desarrollar proyectos de investigación que permitan reflejar los conocimientos adquiridos durante la formación y permitan beneficiar a la comunidad.

La presente es una propuesta de investigación que está en desarrollo, por lo que para evaluar el uso y aplicabilidad del dispositivo en el municipio de Yacuanquer se debe esperar concluir con el prototipo portable y las pruebas correspondientes de conectividad y funcionalidad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] G. Yakman, «STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education,» *STEAM Education*, p. 28, 2008.

[2] R. D. Santos Poveda, V. D. C. Cadena Vaca, E. M. Jaramillo Moyano y J. P. Santillán Aguirre, «STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior,» *Polo del Conocimiento*, vol. 5, n.º 8, pp. 467-492, 2020.

[3] F. Ruiz, «Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria

utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa,» *Universidad CEU Cardenal Herrera, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación, Departamento de Ciencias de la Educación*, vol. 1, p. 416, 2017.

[4] E. Asinc Benites y S. Alvarado Barzallo, «Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales,» de *Memorias del quinto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador: Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestos*, Guayaquil, Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología, 2019, pp. 1504-1514.

[5] Y. Sevilla Vera y N. Solano Pinto, «INCLUSIÓN EDUCATIVA DE LA MANO DE STEAM Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS,» *Supervisión 21, revista de educación e inspección*, vol. 60, n.º ISSN 1886-5895, p. 24, 2020. J. P. Santillán Aguirre, V. d. C. Cadena Vaca y M. Cadena Vaca, «Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento,» *Ciencia Digital*, vol. 3, n.º 3.4, pp. 212-227, 2019.

[6] Castilla y León. Consejería de Fomento, «Sistemas de localización e información geográfica,» de *Sistemas de localización e información geográfica / realiza, Observatorio Regional de la Sociedad de la Información, Biblioteca Digital de Castilla y León*, 2009, p. 124.

[7] L. Salazar Tobalina, «Diseño de un sistema de localización y seguimiento de personas,» octubre 2011. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/30044905.pdf>. [Último acceso: 18 abril 2022].

[8] E. Asinc Benites y S. Alvarado Barzallo, «Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales,» 11 abril 2019. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3iTwKsp>. [Último acceso: 6 julio 2022].

[9] O. A. Oumar, D. Singh y M. A. Al Rashed, «A real time GSM/GPS based tracking system based on GSM mobile phone. In Future Generation Communication Technology (FGCT),» *Second International Conference IEEE*, n.º 10.1109/FGCT.2013.6767186, pp. 65-68, 2013.

[10] E. Murakami y D. P. Wagner, «Can using global positioning system (GPS) improve trip reporting?,» *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 7, n° [https://doi.org/10.1016/S0968-090X\(99\)00017-0](https://doi.org/10.1016/S0968-090X(99)00017-0), pp. 149-165, 1999.

[11] J. Fallas, «Sistema de Posicionamiento Global,» *Laboratorio de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. TeleSIG-UNA*, p. 50, 2002.

C. Hegarty, «The Global Positioning System (GPS),» de *Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems*, Switzerland, Springer Nature, 2017, p. 197–218.

[12] M. Ananda, H. Bernstein, K. Cunningham, W. Feess y E. Stroud, «Global Positioning System (GPS) autonomous navigation,» *IEEE Symposium on Position Location and Navigation. A Decade of Excellence in the Navigation Sciences*, n° doi: 10.1109/PLANS.1990.66220, pp. 497-508, 1990.

[13] S. Gluck, A. Andrawos, M. J. Summers, J. Lange, M. J. Chapman, M. E. Finnis y A. M. Deane, «The use of smartphone-derived location data to evaluate participation following critical illness: A pilot observational cohort study,» *Australian Critical Care*, vol. 35, n° DOI:<https://doi.org/10.1016/j.aucc.2021.05.007>, pp. 225-232, 2021.

[14] SIM Com A company of SIM Tech, «SIM800 Series_AT Command Manuel V1.09,» 03/08, 2015. [En línea]. Available: https://www.elecrow.com/wiki/images/2/20/SIM800_Series_AT_Command_Manual_V1.09.pdf. [Último acceso: 14 04 2022].

[15] «STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education,» *STEAM Education*, p. 28, 2008.