

**Estandarización y desarrollo de rutas de aprendizaje de robótica y automatización con
Arduino, micro: bit y brazos robóticos para la formación STEAM en instituciones
educativas de Sogamoso**

Nelson Javier Rincón Bonilla

Asesor

Andrés David Suárez Gómez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2026

Agradecimientos

A Dios, por darme la sabiduría y la fortaleza para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mi familia, por su apoyo incondicional, paciencia y confianza a lo largo de mi formación profesional.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por brindarme las herramientas académicas necesarias para mi desarrollo como ingeniero.

A la Secretaría de Tecnología e Innovación de Sogamoso, por la facilitación de los espacios, el préstamo de los materiales tecnológicos y la confianza depositada para la ejecución de este proyecto.

A mis asesores y jurados de grado, por sus valiosas orientaciones, correcciones y aportes técnicos, los cuales fueron fundamentales para la rigurosidad y el fortalecimiento de este informe final.

Dedicatoria

A mi familia, por ser el pilar incondicional en cada paso de este camino, por su amor, paciencia y por creer siempre en mis capacidades. Este logro profesional es tan suyo como mío.

Resumen

Este informe documenta la estandarización y el desarrollo de siete rutas de aprendizaje técnico diseñadas para transformar la educación en robótica y automatización en Sogamoso. El proyecto se enfocó en integrar la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) mediante el uso de hardware versátil como Arduino, micro:bit y brazos robóticos industriales. El objetivo principal fue demostrar que una transición pedagógica gradual, que empieza por conceptos básicos y avanza hacia sistemas complejos, logra despertar un interés genuino por las carreras de ingeniería en instituciones educativas públicas.

Para estructurar el proceso, desarrollé una "Ruta STEAM Modular". Esta estrategia permitió que los estudiantes avanzaran de manera lógica: primero dominaron la programación por bloques con micro:bit, luego migraron al lenguaje C++ con Arduino y, finalmente, interactuaron con celdas de manufactura mediante el brazo robótico Dobot Magician. La implementación no fue solo teórica; coordiné directamente el despliegue operativo en las aulas piloto y lideré los semilleros de investigación que desarrollaron 50 prototipos funcionales. Los resultados técnicos se consolidaron en una Feria STEAM de alto impacto local, donde se destacaron soluciones complejas como una prótesis biónica antropomórfica de mano controlada por mímica y sistemas de clasificación por coordenadas. Este trabajo valida la viabilidad de la infraestructura pública local para la formación técnica avanzada y proyecta la ingeniería electrónica como un motor de inclusión y desarrollo social en la región.

Palabras clave: Robótica educativa, metodología STEAM, Arduino, micro:bit, automatización industrial, inclusión tecnológica.

Abstract

This report documents the standardization and development of seven technical learning pathways designed to transform robotics and automation education in Sogamoso. The project focused on integrating the STEAM methodology (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) through the use of versatile hardware such as Arduino, micro:bit, and industrial robotic arms. The main objective was to demonstrate that a gradual pedagogical transition—starting with basic concepts and scaling up to complex systems—awakens a genuine interest in engineering careers within public educational institutions.

To structure this process, I developed a "Modular STEAM Pathway". This strategy allowed students to advance logically: first mastering block programming with micro:bit, then migrating to C++ language with Arduino, and finally interacting with manufacturing cells through the Dobot Magician robotic arm. The implementation was not merely theoretical; I directly coordinated the operational deployment in pilot classrooms and led the research seeds that produced **50** functional prototypes. The technical results were consolidated in a high-impact local STEAM Fair, where complex solutions such as a mimetic-controlled anthropomorphic bionic hand prosthesis and coordinate-based sorting systems stood out. This work validates the viability of local public infrastructure for advanced technical training and projects electronic engineering as a driver for social inclusion and development in the region.

Keywords: Educational robotics, STEAM methodology, Arduino, micro:bit, industrial automation, technological inclusion.

Tabla de contenido

Introducción	16
Justificación	17
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Marco Teórico.....	19
Educación STEAM y Robótica Educativa.....	19
Plataformas de Hardware de Código Abierto (Open Source).....	19
Marco contextual.....	20
Contexto Geográfico y Socioeconómico	20
Contexto Institucional: Secretaría TIC (SETIC).....	20
Caracterización de las Instituciones Intervenidas	21
Infraestructura y Alistamiento Técnico.....	23
Metodología	25
Diseño Metodológico y Validez	25
Estructura del Trabajo por Fases (Ruta STEAM Modular)	26
Fase I:.....	27
Fase II:	27
Fase III:	27

Fase IV:.....	27
Desarrollo del proyecto.....	28
Fase I. Coordinación Interinstitucional y Acuerdos.....	28
Reunión de Instalación:.....	28
Acuerdos Logísticos:.....	28
Protocolo de Acceso:	28
Aplicación de Instrumentos y Evaluación de Infraestructura	28
Aplicación de Instrumentos y Evaluación de Infraestructura	29
Déficit de Software Estandarizado:.....	29
Brecha en el Dominio del Código:.....	29
Limitaciones de Hardware Propio:	29
Protocolo de Alistamiento Técnico.....	30
Fase 2. Diseño de Contenido y Materiales.....	31
Criterios de Selección Técnica y Pedagógica de Componentes	31
Criterio Técnico y Escalabilidad (Hardware Libre):.....	31
Criterio Pedagógico Progresivo (Low Entry Barrier):.....	31
Criterio de Aplicación Industrial y Automatización:	31
Diseño Curricular Diferenciado (Ruta STEAM Modular)	32
Estructura Detallada de las Guías Didácticas	34
Marco Teórico Breve	34

Diagrama de Conexión (Esquemático):	34
Código Fuente Base:	34
Desafío de Prototipado.....	34
Preguntas de Profundización.....	34
Fase 3: Implementación y Ejecución de Talleres.....	35
Ejecución del Módulo Básico: Introducción al Pensamiento Computacional.....	36
Instituciones y Participación:	36
Temática Abordada:.....	36
Metodología: ABP con Enfoque Visual:	36
Reto Logístico y Solución:.....	36
Ejecución del Módulo Intermedio: Prototipado y Transición al Código C/C++	37
Instituciones y Participación:	37
Temática Abordada:.....	38
Prototipo Clave: Sistema de Riego Automatizado (Arduino Uno):.....	38
Desafío Técnico y Solución:.....	38
Consolidación de Semilleros y Robótica Industrial.....	39
Participación:	39
Temática Abordada:.....	39
Mentoría Especializada para la Feria STEAM	41
Caso de Éxito - Mano Biónica:	41

Optimización de Código:	41
Diseño Electrónico:.....	41
Integración Mecánica:.....	41
Fase 4: Evaluación y Proyección	43
Recolección de Retroalimentación y Satisfacción.....	43
Aplicación y Análisis de Instrumentos de Evaluación Técnica.....	44
Instrumento 1	44
Resultado:	44
Instrumento 2:.....	44
Resultado:	44
Metodología de Análisis de Datos y Desarrollo de Habilidades STEAM.....	45
Verificación de Habilidades STEAM	45
Ingeniería (E):.....	45
Tecnología (T) y Matemáticas (M):.....	45
Proyección y Base para la Sostenibilidad.....	45
Resultados.....	46
Resultados del Diagnóstico.....	46
Brechas Tecnológicas Identificadas.....	46
Materiales Didácticos Desarrollados	48
Nivel Exploratorio (Guías E.1 - E.2):.....	48

	10
Nivel Aplicado (Guías E.3 - E.5):.....	48
Nivel Profesional (Guías E.6 - E.7):.....	48
Prototipos Construidos.....	49
Fragmento de Código (Sistema de Riego - Arduino C/C++)	50
Cobertura de los talleres.....	51
Evaluación de impacto.....	52
Satisfacción y Percepción de Habilidades	52
Logros en Relación con los Objetivos Específicos.....	54
Nivel de Apropiación de Herramientas Tecnológicas	56
Estudiantes:.....	56
Docentes:.....	56
Conclusión del Impacto:	56
Discusión y análisis de resultados.....	56
Comparación con los Objetivos Iniciales y Nivel de Cumplimiento.....	57
Análisis de Factores de Éxito y Obstáculos.....	59
Factores de Éxito.....	59
Obstáculos Encontrados.....	59
Propuesta de Sostenibilidad y Escalabilidad.....	62
Propuesta de Sostenibilidad y Escalabilidad.....	62
Modelo de Réplica para la Expansión Municipal (Escalabilidad).....	62

Fase 1: Adopción del Módulo Básico (Baja Inversión):.....	62
Fase 2: Consolidación del Módulo Intermedio (Inversión Media):.....	62
Fase 3: Centro de Excelencia en Mecatrónica (Alta Inversión):	62
Estrategia de Formación de Docentes Líderes (Multiplicadores).....	63
Propuesta de Articulación con el Currículo Oficial.....	64
Alineación con Estándares Básicos de Competencias:	64
Transversalidad Académica:.....	64
Cronograma Sugerido para la Replicabilidad.....	64
Identificación de Fuentes de Financiamiento.....	65
Lineamientos para la Creación de Semilleros de Investigación	67
Modelo de Mentoría Permanente:.....	67
Ruta de Proyectos Anual:.....	67
Investigación Aplicada:.....	67
Conclusiones.....	68
Conclusiones sobre los Objetivos Planteados.....	68
Aporte a la Comunidad Educativa de Sogamoso (Impacto Social)	68
Fomento de Vocaciones Científicas:.....	68
Reducción de la Brecha Digital:	68
Fortalecimiento Institucional:	69
Aporte a la Formación Profesional del Pasante (Ingeniería Electrónica)	69

	12
Gestión de Proyectos y Liderazgo:	69
Competencia Técnica Aplicada:	69
Comunicación y Transferencia de Conocimiento:.....	69
Recomendaciones.....	71
Para la Secretaría de Educación de Sogamoso y la SETIC.....	71
Institucionalización de la Ruta STEAM:	71
Capacitación Docente Continua:.....	71
Gestión de Recursos para Insumos:	71
Para las Instituciones Educativas	71
Adecuación de Espacios Físicos:	71
Transversalidad Curricular:.....	72
Promoción de Ferias STEAM Locales:	72
Para futuros pasantes o investigadores.....	72
Enfoque en la Documentación:	72
Ampliación de la Ruta:	72
Referencias bibliográficas.....	73

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Caracterización de las Instituciones Educativas Beneficiarias y la Línea Base Tecnológica</i>	22
Tabla 2 <i>Instrumentos de Recolección de Datos y Objetos de Medición</i>	26
Tabla 3 <i>Diseño Curricular Diferenciado (Ruta STEAM Modular)</i>	33
Tabla 4 <i>Síntesis de las Brechas Tecnológicas y de Conocimiento (Línea Base – agosto 2025)</i> . 47	47
Tabla 5 <i>Inventario de Materiales Didácticos Desarrollados para la Ruta STEAM Modular</i>	49
Tabla 6 <i>Prototipos Construidos</i>	50
Tabla 7 <i>Datos Cuantitativos Consolidados de la Cobertura (agosto - diciembre 2025)</i>	51
Tabla 8 <i>Percepción de los Estudiantes sobre el Desarrollo de Habilidades STEAM</i>	54
Tabla 9 <i>Logros Basados en los Objetivos</i>	55
Tabla 10 <i>Comparación con los Objetivos Iniciales y Nivel de Cumplimiento</i>	58
Tabla 11 <i>Propuesta de Certificación de Multiplicadores</i>	63
Tabla 12 <i>Cronograma Propuesto para la Implementación Institucional</i>	65
Tabla 13 <i>Identificación de Fuentes de Financiamiento</i>	66

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Entorno Operacional y Alistamiento Técnico en la I.E. Francisco de Paula Santander para la Ejecución de la Ruta STEAM.</i>	23
Figura 2 <i>Alistamiento Logístico y Estandarización de Software en el Laboratorio de Cómputo</i>	30
Figura 3 <i>Esquema Conceptual de la Progresión Metodológica de la Ruta STEAM Modular. ...</i>	35
Figura 4 <i>Trabajo Colaborativo en el Módulo Básico: Introducción a la Programación con Micro:bit</i>	37
Figura 5 <i>Aplicación de la Automatización: Programación del Brazo Robótico Dobot Magician.</i>	40
Figura 6 <i>Evidencia del Nivel de Ingeniería Alcanzado: Prototipo de Mano Biónica en Control</i>	42
Figura 7 <i>Nivel de percepción y satisfacción de los estudiantes respecto a los talleres STEAM (N=45)</i>	53

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Instrumentos de Diagnóstico (FEI-IE, PAT-PVD, GOCS)</i>	74
Apéndice B <i>Resultados del Reconocimiento Técnico y Línea Base</i>	77
Apéndice C <i>Currículo para Nivel Primaria (Ruta STEAM Inicial)</i>	80
Apéndice D <i>Currículo para Nivel Secundaria y Semilleros (Ruta STEAM Avanzada)</i>	83
Apéndice E <i>Guías Técnicas E.1 a E.7</i>	86
Apéndice F <i>Documentación Técnica de Prototipos Finalizados</i>	114
Apéndice G <i>Registro Fotográfico de Intervención</i>	117
Apéndice H <i>Plan de Acción y Ejecución de Talleres.</i>	148

Introducción

El presente informe final de pasantía expone la sistematización de la práctica profesional realizada para optar al título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). El proyecto se concentró en la estructuración, diseño y despliegue operativo de siete rutas de aprendizaje técnico bajo la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), ejecutadas en el Punto Vive Digital del municipio de Sogamoso en cooperación estratégica con la Secretaría de Tecnologías e Innovación.

En el contexto educativo actual de la región, la enseñanza de la tecnología con frecuencia se asocia de forma limitada al uso instrumental de software ofimático o navegación en la red. Con el propósito de transformar este enfoque pasivo, esta propuesta introduce un modelo de aprendizaje progresivo y práctico. Como se detalla en el mapa conceptual metodológico que sirve de soporte técnico, el diseño curricular permite que los estudiantes de instituciones oficiales migren de forma intuitiva desde la programación lógica por bloques con tarjetas micro:bit, avancen hacia el control avanzado con microcontroladores Arduino usando sintaxis en C++, y culminen interactuando de manera directa con manipuladores cinemáticos y estaciones de automatización industrial representadas por el brazo robótico Dobot Magician.

Este esfuerzo se alinea de forma estricta con los mandatos de la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación en Colombia), la cual promueve la apropiación del conocimiento científico y técnico como un pilar fundamental para el desarrollo social y económico. De este modo, la ingeniería electrónica se integra al entorno escolar no como un concepto teórico aislado, sino como una herramienta de transformación comunitaria que dota a los jóvenes de Sogamoso de competencias críticas esenciales para afrontar los desafíos sociotécnicos de la Cuarta Revolución Industrial.

Justificación

La ejecución de este proyecto de pasantía se justifica por la necesidad técnica y estratégica de optimizar el uso de la infraestructura tecnológica pública disponible en el municipio de Sogamoso. La Alcaldía Municipal, a través de la Secretaría de TIC e Innovación (SETIC), ha realizado inversiones significativas en la adquisición de plataformas de desarrollo de hardware y sistemas robóticos (como micro:bit, Arduino y brazos Dobot Magician). Sin embargo, la falta de marcos conceptuales de ingeniería adaptados al contexto de la educación media genera un cuello de botella que impide el aprovechamiento de estos recursos, limitando las aulas a un uso instrumental básico de la informática.

Desde la perspectiva de la ingeniería electrónica, este trabajo proporciona una solución metodológica estructurada mediante el diseño y estandarización de siete rutas de aprendizaje modular. Estas rutas no solo organizan el conocimiento de forma secuencial, desde la lógica de control por bloques hasta la sintaxis algorítmica en C++ y la cinemática de manipuladores industriales, sino que establecen un puente directo entre la academia escolar y las competencias técnicas demandadas por la Industria 4.0. Al unificar criterios de cableado, arquitecturas de microcontroladores y programación estructurada, se dota a las instituciones de guías de laboratorio replicables y sostenibles en el tiempo.

En el ámbito social y regional, al transformar el Punto Vive Digital en un centro de entrenamiento avanzado bajo el enfoque STEAM, se democratiza el acceso a la ciencia aplicada. Esto incentiva de manera temprana las vocaciones en áreas de ingeniería en los estudiantes de colegios oficiales, proyectando el talento técnico local hacia soluciones automatizadas de alto impacto que respondan a las dinámicas socioeconómicas actuales de la región de Boyacá.

Objetivos

Objetivo General

Estandarizar y desarrollar siete rutas de aprendizaje técnico fundamentadas en la metodología STEAM, mediante la integración modular de plataformas embebidas (micro:bit, Arduino) y sistemas de robótica de precisión (Dobot Magician), con el fin de optimizar el uso de la infraestructura tecnológica pública y fortalecer las competencias técnicas en automatización de los estudiantes de educación media en el municipio de Sogamoso.

Objetivos Específicos

Diagnosticar el estado actual de la infraestructura tecnológica y el nivel de conocimientos previos en electrónica y programación de los estudiantes y docentes en las instituciones intervenidas.

Desarrollar las guías pedagógicas y manuales técnicos para los niveles básico, intermedio y avanzado, asegurando una transición lógica entre la programación por bloques y el lenguaje de código abierto.

Implementar talleres prácticos de formación en robótica educativa, supervisando el ensamblaje de prototipos y la carga de algoritmos de control en sistemas embebidos.

Evaluar el impacto técnico del programa mediante la validación de prototipos funcionales desarrollados por los semilleros de investigación durante la Feria STEAM municipal.

Establecer una propuesta de sostenibilidad que permita a la Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (SETIC) dar continuidad a las rutas de aprendizaje de manera autónoma.

Marco Teórico

Educación STEAM y Robótica Educativa

El enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) no es solo una agrupación de materias, sino una estrategia de aprendizaje basada en proyectos que busca romper la enseñanza tradicional segmentada. Según Yakman (2008), este modelo integra las disciplinas para que el estudiante resuelva problemas del mundo real. En el contexto de esta pasantía, la robótica educativa actúa como el eje motor del STEAM, ya que permite materializar conceptos abstractos de física y matemáticas a través de la construcción de sistemas físicos programables.

Plataformas de Hardware de Código Abierto (Open Source)

La democratización de la electrónica de control ha sido posible gracias al movimiento de hardware libre. Para las rutas de aprendizaje en Sogamoso, seleccionamos dos herramientas fundamentales:

Micro:bit. Es una tarjeta diseñada por la BBC para introducir a principiantes en la computación física. Su ventaja radica en la simplicidad de su interfaz de sensores y su programación visual, lo que facilita que estudiantes de niveles básicos pierdan el miedo a la tecnología (Micro:bit Educational Foundation, 2023).

Arduino. Como plataforma de prototipado basada en hardware y software flexible, Arduino permite escalar proyectos hacia una complejidad mayor. Su entorno de desarrollo (IDE) basado en C++ es el estándar global para la enseñanza de sistemas embebidos, permitiendo que el estudiante comprenda la arquitectura de microcontroladores de manera práctica (Arduino, 2024).

Robótica Industrial y el Dobot Magician

En las etapas avanzadas de las rutas de aprendizaje, la teoría se desplaza hacia la automatización industrial. La implementación del Dobot Magician es clave, ya que este brazo robótico de alta precisión introduce conceptos de cinemática, control de ejes y sistemas de coordenadas espaciales. A diferencia de un kit de juguete, este equipo simula procesos de manufactura real, preparando al estudiante para los entornos de la Industria 4.0, donde la precisión y la repetibilidad son fundamentales.

Marco Contextual

Contexto Geográfico y Socioeconómico

El proyecto se desarrolló en el municipio de Sogamoso, ubicado en la provincia de Sugamuxi, departamento de Boyacá. Sogamoso es reconocido como un nodo industrial y comercial estratégico en la región, con una economía históricamente ligada a la siderurgia y la minería. Sin embargo, en la actualidad, el municipio atraviesa una fase de transición hacia la digitalización, impulsada por la administración local a través de la Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (SETIC). Este entorno ofrece un terreno fértil para la implementación de programas STEAM, ya que existe una necesidad real de modernizar las competencias laborales de los jóvenes para alinearlas con la industria 4.0.

Contexto Institucional: Secretaría TIC (SETIC)

La pasantía tuvo como sede operativa la Secretaría TIC de Sogamoso, entidad encargada de liderar la política de transformación digital del municipio. La SETIC no solo proporcionó el espacio físico y el hardware necesario (tarjetas Micro:bit, kits de Arduino y brazos robóticos Dobot), sino que actuó como el puente de enlace con las instituciones educativas oficiales. Trabajar desde esta secretaría permitió que las rutas de aprendizaje diseñadas tuvieran un alcance

institucional y no se limitaran a un solo colegio, logrando una cobertura integral en diversos sectores de la ciudad.

Caracterización de las Instituciones Intervenidas

La implementación de las rutas STEAM se llevó a cabo en diversas instituciones públicas de Sogamoso, las cuales presentan realidades heterogéneas en cuanto a su infraestructura tecnológica. Mientras algunas sedes contaban con laboratorios de informática dotados, otras enfrentaban limitaciones críticas de conectividad y equipo. Esta diversidad de escenarios fue fundamental para validar la versatilidad de la metodología y su capacidad de adaptación tanto en entornos avanzados como en espacios que apenas inician su proceso de apropiación tecnológica.

Para garantizar un despliegue efectivo, se realizó un levantamiento de información detallado que permitió identificar los nodos críticos de intervención, el cual se presenta a continuación:

Tabla 1

Caracterización de las Instituciones Educativas Beneficiarias y la Línea Base Tecnológica.

Institución Educativa	Carácter	Niveles Atendidos	Población Estudiantil Impactada (9.º a 11.º y semilleros)	Recursos Tecnológicos Previos
I.E. Colegio de Sugamuxi	Oficial	Básica y Media Técnica	120	Infraestructura de cómputo básica, con necesidad de integración de ecosistemas de microcontroladores y sistemas de robótica avanzada para el nivel técnico.
I.E. Francisco de Paula Santander	Oficial	Básica y Media Técnica	25	Base instalada enfocada en talleres de robótica inicial, con potencial de escalabilidad hacia sistemas de mayor complejidad.
I.E. Politécnico / Nodos Escolares	Oficial	Básica y Media	45	Entorno tecnológico con alta rotación docente, lo que genera una necesidad crítica de estandarización curricular para dar continuidad a los procesos técnicos.
Punto Vive Digital (PVD)	Oficial	Básica y Media Técnica	25	Espacio dotado para la apropiación digital, con requerimiento específico de robótica industrial (Dobot) para robustecer el componente técnico especializado.

Nota. Elaboración propia (2026). Información obtenida mediante el diagnóstico técnico en la Secretaría de Educación de Sogamoso.

El análisis de la línea base permitió identificar un impacto directo en 215 estudiantes, destacando al Colegio de Sugamuxi y al Punto Vive Digital como núcleos estratégicos. Debido a su enfoque

en Media Técnica, estas sedes se consolidaron como los puntos clave para introducir sistemas de microcontroladores y robótica industrial.

Infraestructura y Alistamiento Técnico

Como parte fundamental del marco operativo, se llevó a cabo un proceso de diagnóstico y adecuación de los entornos de aprendizaje. En la Figura 1, se presenta el escenario de alistamiento técnico en la Institución Educativa Francisco de Paula Santander. Este proceso inicial requirió la verificación de componentes electrónicos, así como la instalación de software especializado (IDE de Arduino y DobotStudio) en los equipos de cómputo de la institución.

Figura 1

Entorno Operacional y Alistamiento Técnico en la I.E. Francisco de Paula Santander para la Ejecución de la Ruta STEAM.



Nota. Elaboración propia (2026).

El desarrollo de las rutas comenzó con una fase crítica de alistamiento técnico. En esta etapa, no solo nos encargamos de la adecuación física de los equipos, sino de la integración de herramientas de software esenciales como el IDE de Arduino y DobotStudio en los laboratorios

de cómputo. Esta preparación fue el puente necesario para que las instituciones educativas recibieran laboratorios totalmente funcionales y listos para la práctica.

Metodología

Diseño Metodológico y Validez

La investigación se define con un enfoque mixto, de alcance descriptivo, y se fundamenta en la Investigación-Acción Participativa (IAP). Este modelo permitió que el pasante actuara como facilitador técnico, recolectando datos cuantitativos sobre el cierre de brechas de aprendizaje mientras intervenía directamente en el aula. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque mixto permite una comprensión integral del fenómeno al triangular la precisión de los datos numéricos con la profundidad de las observaciones cualitativas.

Para garantizar la validez de los instrumentos, los resultados se respaldaron mediante métricas objetivas. La funcionalidad de los prototipos fue verificada a través de listas de cotejo de componentes y código, mientras que la masificación del programa se evidenció con el registro de los 72 proyectos inscritos en la Feria Municipal STEAM. La observación participante y los diarios de campo sirvieron como soporte cualitativo para ajustar la didáctica de acuerdo con el ritmo de cada grupo (ver Apéndice I).

Tabla 2*Instrumentos de Recolección de Datos y Objetos de Medición*

Instrumento	Fase de Aplicación	Objeto de medición	Validez y Aplicación
Diario de Campo del Pasante	Implementación	Observación participante, desafíos logísticos y retroalimentación espontánea	Ajuste diario de la intensidad y el ritmo de los talleres según la respuesta del aula.
Lista de Asistencia	Implementación	Cuantificación de la participación y regularidad en los Semilleros.	Métrica de constancia y nivel de compromiso estudiantil.
Check-list de Prototipos	Evaluación	Funcionalidad, complejidad del código, uso de sensores y originalidad.	Asegura que el proyecto cumple con los criterios de ingeniería y los objetivos de aprendizaje.
Registro Oficial Feria STEAM	Evaluación	Cuantificación de la producción de proyectos y alcance comunitario.	Métrica objetiva del impacto del programa en la comunidad educativa de Sogamoso.

Nota. Elaboración propia (2026). Estas herramientas métricas fueron diseñadas para capturar la evolución técnica y actitudinal de los estudiantes.

Al cruzar los registros de asistencia con las anotaciones del diario de campo y la verificación técnica de los prototipos, logramos validar cómo la mentoría personalizada influyó directamente en el interés de los jóvenes de Sogamoso por las carreras de ingeniería y tecnología.

Estructura del Trabajo por Fases (Ruta STEAM Modular)

El proceso se estructuró en cuatro fases estratégicas que garantizan la trazabilidad del proyecto:

Fase I

Diagnóstico y Preparación: se realizó una revisión del historial de conocimientos previos en robótica, hallando una insuficiencia de hardware didáctico avanzado. Esta fase culminó con el alistamiento técnico de los laboratorios (instalación de IDE de Arduino y DobotStudio), requisito indispensable para el desarrollo práctico.

Fase II

Diseño Curricular: Fue el núcleo de la pasantía. El diseño de las Guías de Robótica adapta los contenidos a la madurez pedagógica de cada nivel. La adaptación se basó en una curva de dificultad progresiva: iniciando con Micro:bit para el pensamiento lógico y escalando a Arduino/C++ y robótica industrial (Dobot Magician) para los grados superiores y semilleros.

Fase III

Implementación (ABP y Mentoría): La ejecución se centró en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Brindé mentoría especializada en áreas de cinemática, electrónica de potencia y fabricación aditiva, cruciales para proyectos de alto nivel como el Prototipo de Mano Biónica en 3D.

Fase IV

Evaluación y Sistematización: El cierre se realizó mediante el análisis de la producción de prototipos para la Feria STEAM, la cual actuó como examen final del programa. Los datos recolectados permitieron la elaboración de una Propuesta de Sostenibilidad para garantizar la permanencia del programa en Sogamoso.

Desarrollo del proyecto

Esta fase inicial tuvo una duración de tres semanas y fue determinante para validar las premisas del proyecto, permitiendo ajustar la Ruta STEAM Modular a las condiciones reales de las instituciones piloto. El trabajo se orientó específicamente al cumplimiento del Objetivo Específico 4.2.1 (Diagnosticar).

Fase I. Coordinación Interinstitucional y Acuerdos

Reunión de Instalación

El 25 de agosto de 2025, se llevó a cabo una reunión clave en las instalaciones de la Secretaría de Tecnología e Innovación (SETIC). En este encuentro participamos el pasante, el supervisor Juan Carlos Bernal y los delegados logísticos.

Acuerdos Logísticos

Durante esta sesión se formalizó el permiso para el uso de los kits de hardware, los cuales incluyeron kits Micro:bit, kits Arduino Uno con sensores 32 en 1 y el brazo robótico Dobot Magician. El acuerdo principal consistió en establecer un cronograma de acceso a los laboratorios de cómputo, reconociendo que el uso de estos espacios es compartido con otras actividades académicas.

Protocolo de Acceso

Se determinó que el pasante sería responsable de parte del traslado de los equipos especializados entre las sedes. Para garantizar la integridad de todos los componentes, se estableció la exigencia de un protocolo de inventario diario (Check-in/Check-out).

Aplicación de Instrumentos y Evaluación de Infraestructura

Para establecer la línea base del proyecto, procedí con la aplicación de dos instrumentos principales:

Lista de Chequeo de Infraestructura: Aplicada en las instituciones piloto para evaluar tanto el estado físico (mesas de trabajo, tomas de corriente) como el estado técnico (cantidad de equipos, conectividad y software base).

Encuesta de Diagnóstico de Competencias: Dirigida a los docentes de tecnología y a los estudiantes preseleccionados de bachillerato (grados 9°, 10° y 11°). Las preguntas se enfocaron en el nivel de familiaridad con la programación (bloques y código) y los conceptos de electrónica básica.

Aplicación de Instrumentos y Evaluación de Infraestructura

El análisis de los datos recolectados durante la fase inicial reveló desafíos operativos que fueron incorporados de inmediato al Plan de Acción del proyecto. Los resultados detallados de este proceso se encuentran documentados en el Anexo B: Resultados de Encuestas y Listas de Chequeo, destacando los siguientes puntos:

Déficit de Software Estandarizado

Se identificó que solo el 10% de los equipos de los laboratorios de cómputo tenían instalado el IDE de Arduino, y el 90% carecía del software de control DobotStudio y las librerías *offline* de MakeCode. Este hallazgo confirmó que la Fase 3 de implementación no podía iniciar sin un periodo previo de Alistamiento Técnico.

Brecha en el Dominio del Código

El 95% de los estudiantes reportó desconocimiento o un nivel nulo en el lenguaje C/C++, necesario para trabajar con Arduino. Esto validó la necesidad de una progresión metodológica, iniciando obligatoriamente con la plataforma Micro:bit y la programación por bloques para reducir la barrera de entrada al pensamiento algorítmico.

Limitaciones de Hardware Propio

Ninguna de las instituciones educativas contaba con dotación propia de microcontroladores o kits de sensores, fuera de las donaciones gestionadas a través de la SETIC. Este hecho ratificó la pertinencia del proyecto para mitigar la brecha tecnológica en la región.

Protocolo de Alistamiento Técnico

Como solución directa al déficit de software identificado, dediqué una semana de trabajo a la instalación y configuración de los entornos de desarrollo en las instituciones piloto, logrando la estandarización del 98% de los equipos. El registro fotográfico y la bitácora de estas jornadas se encuentran en el Anexo C: Registro de Alistamiento Técnico.

Figura 2

Alistamiento Logístico y Estandarización de Software en el Laboratorio de Cómputo



Nota. Elaboración propia (2026).

El protocolo de alistamiento técnico implicó la instalación de las últimas versiones del IDE de Arduino, MakeCode para entornos *offline* y el software DobotStudio, subsanando el déficit de software especializado encontrado en el diagnóstico inicial. Esta actividad fue un prerequisite operativo crucial para el éxito de la Fase 3.

Fase 2. Diseño de Contenido y Materiales

Esta fase fue determinante para establecer la estructura pedagógica del proyecto. Durante tres semanas, me dediqué a la conceptualización y creación de los recursos de enseñanza, orientando el trabajo al cumplimiento del Objetivo Específico 4.2.2 (Diseñar la Ruta STEAM Modular). El desarrollo de estos materiales se encuentra consolidado en el Anexo D: Guías de Aprendizaje y Material Didáctico.

Criterios de Selección Técnica y Pedagógica de Componentes

La selección del hardware y los kits se fundamentó en una matriz de criterios técnicos, pedagógicos y económicos para asegurar la máxima eficiencia en la transferencia de conocimiento:

Criterio Técnico y Escalabilidad (Hardware Libre)

Prioricé el uso de Arduino Uno debido a su arquitectura open-source, su lenguaje de programación basado en C/C++ y la amplia disponibilidad de librerías. Esto garantiza que los estudiantes, en la fase avanzada, utilicen una plataforma reconocida en la industria para el prototipado de sistemas embebidos.

Criterio Pedagógico Progresivo (Low Entry Barrier)

Seleccioné la BBC Micro:bit para el módulo inicial. Esta placa fue elegida por su entorno de programación visual (MakeCode, bloques), lo que elimina la frustración inicial por la sintaxis y permite a los estudiantes concentrarse exclusivamente en el desarrollo del pensamiento lógico-algorítmico.

Criterio de Aplicación Industrial y Automatización

La inclusión del brazo robótico Dobot Magician (4 DOF) permitió simular un entorno industrial real. El Dobot fue seleccionado por su precisión de repetición (± 0.2 mm) y la versatilidad de programarse por bloques o mediante coordenadas cartesianas, facilitando el estudio de la cinemática inversa y la secuenciación de tareas, como procesos de Pick-and-Place.

Diseño Curricular Diferenciado (Ruta STEAM Modular)

El currículo se diseñó bajo una estructura modular progresiva, adaptando el nivel de abstracción y complejidad técnica a la experiencia previa de los estudiantes, la cual fue confirmada durante la fase de diagnóstico. Esta planeación pedagógica detallada, que incluye los planes de aula y las secuencias didácticas por nivel, se encuentra documentada en el **Anexo E: Planeación Curricular y Unidades Didácticas**

A continuación, en la Tabla 3, se presenta la organización de la Ruta STEAM Modular, especificando las plataformas utilizadas, los contenidos abordados y los prototipos diseñados para cada nivel de formación:

Tabla 3*Diseño Curricular Diferenciado (Ruta STEAM Modular)*

Módulo	Plataforma	Contenido Central	Foco de la Ingeniería	Prototipo Didáctico Clave Diseñado
Básico	Micro: bit	Lógica Condicional (If/Then), Bucles, Sensores Digitales (Botones, Acelerómetro).	Pensamiento Computacional	Contador de Pasos y Termómetro Digital Básico.
Intermedio	Arduino (C/C++)	Electrónica de Circuitos, Entrada/Salida Digital/Analógica, Control de Servomotores.	Prototipado de Sistemas Embebidos	Sistema de Riego Automatizado (con sensor de humedad y activación de bomba).
Avanzado	Dobot Magician	Cinemática, Coordinación de Ejes (4 DOF), Tareas Secuenciales, Control de Precisión.	Automatización y Robótica Industrial	Protocolo de Clasificación de Objetos por Color (Simulación de línea de producción).

Nota. Elaboración propia (2026).

Diseño curricular diferenciado que articula la programación por bloques (Micro:bit) con la sintaxis de C++ (Arduino). Esta transición permite que el estudiante no solo comprenda la lógica, sino que aprenda a gestionar *hardware* real, sensores analógicos y actuadores de precisión, culminando en prototipos funcionales de alta relevancia social y técnica. El detalle de las guías de laboratorio para cada uno de estos prototipos se encuentra en el Anexo D: Guías de Aprendizaje y Material Didáctico.

Estructura Detallada de las Guías Didácticas

Para la ejecución de los módulos Básico e Intermedio, elaboré un total de 6 guías didácticas, mientras que los Semilleros Avanzados se trabajaron mediante mentoría directa apoyada en planos técnicos. Cada guía se estructuró bajo la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), contemplando los siguientes apartados:

Marco Teórico Breve

Definición técnica de los conceptos electrónicos o de programación a tratar (por ejemplo: funcionamiento de servomotores o modulación por ancho de pulsos PWM).

Diagrama de Conexión (Esquemático)

Representación visual del circuito (utilizando Fritzing o diagramas esquemáticos) para asegurar la correcta interconexión del *hardware*.

Código Fuente Base

Entrega de un código inicial funcional que permite al estudiante enfocarse en la experimentación y modificación, evitando la frustración de la sintaxis desde cero.

Desafío de Prototipado

Un reto abierto (p. ej. "optimizar el sistema de riego para activación nocturna") que demanda la aplicación creativa y la resolución de problemas técnicos (componente STEAM-Ingeniería).

Preguntas de Profundización

Evaluación formativa diseñada para verificar la comprensión de los principios lógicos y electrónicos aplicados.

Figura 3

Esquema Conceptual de la Progresión Metodológica de la Ruta STEAM Modular.



Nota. Elaboración propia (2026).

El diseño metodológico se conceptualizó para guiar al estudiante desde la abstracción de la lógica de bloques hasta el control de precisión de sistemas mecatrónicos, asegurando un aprendizaje efectivo y escalable.

Los materiales generados, que incluyen las guías de aprendizaje y los códigos fuente base, se encuentran consolidados y se referencian formalmente para su consulta (ver Apéndice D: Guías de Aprendizaje y Material Didáctico). Asimismo, la secuencia de ejecución de estas actividades se encuentra detallada en el cronograma de cumplimiento (ver Apéndice H: Plan de Acción para la Implementación).

Fase 3: Implementación y Ejecución de Talleres

Esta fase representa la aplicación práctica de la Ruta STEAM Modular diseñada previamente, permitiendo verificar de manera directa el cumplimiento del Objetivo Específico 4.2.3 (Implementar). La metodología central aplicada fue el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), lo que garantizó que el conocimiento teórico se tradujera de forma inmediata en prototipos funcionales.

Ejecución del Módulo Básico: Introducción al Pensamiento Computacional

El inicio de las actividades se enfocó en reducir la barrera de entrada a la programación, atendiendo al hallazgo del diagnóstico inicial que evidenció un bajo dominio del código sintáctico.

Instituciones y Participación

Se intervinieron el Colegio de Sugamuxi y la I.E. Francisco de Paula Santander. En esta etapa se impactó a un total de 60 estudiantes de los grados 8.º y 9.º, contando con el acompañamiento de 4 docentes de las instituciones. Las listas de asistencia y evidencias fotográficas de estas sesiones se encuentran en el Apéndice F: Evidencias de Ejecución de Talleres.

Temática Abordada

Se trabajó en la lógica de programación por bloques mediante la plataforma MakeCode, cubriendo el control de periféricos básicos (matriz de LEDs 5x5) y la lectura de sensores digitales integrados, tales como los botones A y B y el acelerómetro.

Metodología: ABP con Enfoque Visual

Cada sesión se centró en la creación de un prototipo. Por ejemplo, en la segunda sesión, los estudiantes diseñaron un contador de pasos básico que utilizaba el acelerómetro y mostraba el valor en la matriz de LEDs, integrando de forma práctica estructuras de bucles (*loops*) y condicionales (*if/then*).

Reto Logístico y Solución

A pesar de contar con el software instalado, la variabilidad en el rendimiento de algunos equipos de cómputo obligó a implementar una solución *ad hoc*. Se optó por realizar sesiones en

grupos más reducidos para asegurar que cada estudiante tuviera acceso directo y continuo a un kit operativo, lo que mejoró significativamente la calidad de la interacción pedagógica.

Figura 4

Trabajo Colaborativo en el Módulo Básico: Introducción a la Programación con Micro:bit



Nota. Elaboración propia (2026).

Sesión de implementación del Módulo Básico, donde los estudiantes utilizan la interfaz visual MakeCode para programar la placa Micro:bit. El entorno de bloques redujo la complejidad, permitiendo a los estudiantes enfocarse en la lógica algorítmica y la resolución de problemas. El registro completo de estas sesiones fotográficas se detalla en el Apéndice C: Registro Fotográfico.

Ejecución del Módulo Intermedio: Prototipado y Transición al Código C/C++

Esta etapa representó la fase de mayor exigencia técnica de la pasantía, centrada en el uso de la plataforma Arduino y la electrónica de circuitos aplicada.

Instituciones y Participación

Para este módulo seleccioné a los estudiantes con mejor desempeño del Módulo Básico y a grupos avanzados de bachillerato, contando con un total de 40 participantes. El registro de asistencia de estos grupos se encuentra en el Apéndice F: Evidencias de Ejecución de Talleres.

Temática Abordada

Sesiones 1-3. Introducción a la sintaxis del lenguaje C/C++, trabajando las funciones estructurales void setup() y void loop(). Se realiza especial énfasis en la manipulación de variables y el uso del monitor serial para la depuración de datos.

Sesiones 4-6. Electrónica práctica, donde los estudiantes manejaron pines digitales y analógicos, el uso de resistencias variables (potenciómetros) y el control de actuadores como LEDs RGB y buzzers.

Sesiones 7-9. Control de sistemas mediante la utilización de sensores de humedad y temperatura (DHT11) y el manejo de servomotores.

Prototipo Clave: Sistema de Riego Automatizado (Arduino Uno)

Este proyecto integró todos los conocimientos previos. Solicité a los estudiantes que desarrollaran un sistema que integrara la lectura analógica del sensor de humedad con una lógica condicional (If la humedad < X, ENTONCES activar bomba simulada), asegurando la implementación correcta del circuito de alimentación.

Desafío Técnico y Solución

La principal dificultad para los estudiantes fue la rigurosidad de la sintaxis de C/C++. Para mitigar esto, se implementó el uso de plantillas de código con comentarios detallados, lo que permitió que la clase se enfocara en la lógica y el *debugging* en lugar de la escritura

mecánica desde cero. El registro fotográfico de estas sesiones de prototipado se puede consultar en el Apéndice C: Registro Fotográfico.

Consolidación de Semilleros y Robótica Industrial

Esta última etapa de implementación se focalizó en los estudiantes con nivel avanzado pertenecientes a los Semilleros de Investigación de la I.E. Integrado de Sogamoso, introduciendo conceptos de ingeniería de control y automatización industrial mediante el uso del brazo robótico Dobot Magician.

Participación

Trabajé con un grupo selecto de 18 estudiantes de los grados 10.º y 11.º integrantes del semillero. El registro de participación y seguimiento pedagógico de estas sesiones avanzadas se encuentra en el Apéndice F: Evidencias de Ejecución de Talleres.

Temática Abordada

Cinemática del Brazo Robótico: Instruí a los estudiantes en la comprensión de los 4 Grados de Libertad (4 DOF) y la diferencia operativa entre la programación por ángulos (*Joint Control*) y la programación por coordenadas cartesianas (*Cartesian Control*).

Programación Secuencial: uie la creación de rutinas de *Pick-and-Place* (tomar y colocar objetos), utilizando el entorno de programación especializado DobotStudio.

Prototipo Clave: Simulación de una Línea de Clasificación de Objetos: Los estudiantes programaron el Dobot para identificar, tomar y desplazar objetos basándose en su ubicación espacial, replicando fielmente un proceso industrial básico de clasificación.

Observación y Gestión de Seguridad. Dada la alta complejidad y el valor del *hardware*, maximicé los protocolos de seguridad en el laboratorio. Supervisé de manera individualizada

cada estación de trabajo, garantizando que el uso fuera estrictamente pedagógico y evitando daños por errores de *software* o manipulación física incorrecta.

Figura 5

Aplicación de la Automatización: Programación del Brazo Robótico Dobot Magician.



Nota. Elaboración propia (2026).

Estudiantes del Semillero en la I.E. Integrado de Sogamoso concentrado en la programación de tareas secuenciales. El uso del Dobot Magician permitió a los alumnos aplicar principios de teoría de control y precisión, competencias esenciales para la automatización industrial contemporánea. El registro detallado de estas sesiones de alta complejidad técnica se encuentra documentado en el Apéndice C: Registro Fotográfico.

Evaluación de la Fase de Implementación

La ejecución de la Ruta STEAM Modular permitió observar una evolución tangible en las competencias técnicas de los participantes. Mientras que el diagnóstico inicial (ver Apéndice B) reflejaba una brecha significativa en la lógica de programación, el cierre de esta fase demostró que el 100% de los grupos impactados logró finalizar al menos un prototipo funcional.

La transición del entorno visual de Micro:bit a la sintaxis estructurada de Arduino fue el reto pedagógico más importante; sin embargo, el uso de plantillas de código y la metodología ABP facilitaron que los estudiantes de bachillerato superaran la barrera de la escritura sintáctica, logrando realizar procesos de depuración (*debugging*) de forma autónoma. Finalmente, la interacción con robótica de precisión mediante el Dobot Magician no solo validó los conocimientos de cinemática básica, sino que incrementó el interés vocacional de los integrantes de los semilleros hacia áreas de la ingeniería.

Mentoría Especializada para la Feria STEAM

La última semana de implementación se dedicó exclusivamente a la mentoría intensiva de los proyectos finales destinados a la Feria STEAM. Mi labor se enfocó en refinar la funcionalidad de los dispositivos, optimizar el código fuente y asegurar una presentación técnica sólida para los prototipos de mayor complejidad.

Caso de Éxito - Mano Biónica

Brindé apoyo crítico al grupo encargado del prototipo de Mano Biónica en 3D. Mi asesoría se centró en tres ejes fundamentales:

Optimización de Código

Se realizaron ajustes en los tiempos de respuesta del código C++ para mejorar la coordinación de los servomotores en el control de posición.

Diseño Electrónico

Verifiqué el circuito de control de potencia para los cinco servomotores del prototipo, garantizando que la placa Arduino no sufriera sobrecargas por demanda de corriente.

Integración Mecánica

Guiando la calibración final de la estructura impresa en 3D, buscando reducir la fricción en las articulaciones para asegurar un movimiento fluido.

Esta fase de mentoría permitió que los estudiantes no solo presentaran un modelo funcional, sino que comprendieran los desafíos reales de la ingeniería, como la gestión de energía y la tolerancia mecánica. Las evidencias de este acompañamiento técnico y los resultados en la feria se encuentran documentados en el Apéndice F: Evidencias de Ejecución de Talleres.

Figura 6

Evidencia del Nivel de Ingeniería Alcanzado: Prototipo de Mano Biónica en Control



Nota. Elaboración propia (2026). Prueba de operatividad del Prototipo de Mano Biónica en 3D desarrollado por los integrantes del Semillero.

Este proyecto constituye la evidencia más clara de la transferencia de conocimiento especializado en electrónica de control, programación avanzada y mecatrónica, representando el mayor valor agregado de la pasantía de Ingeniería Electrónica. El detalle del esquema de control y el código fuente optimizado para este prototipo se encuentran referenciados en el Apéndice D: Guías de Aprendizaje y Material Didáctico.

Fase 4: Evaluación y Proyección

La Fase 4 representó el cierre formal del proceso de pasantía, enfocándose en la recopilación sistemática de la retroalimentación y la cuantificación del impacto real de la Ruta STEAM Modular. Esta etapa permitió dar cumplimiento al objetivo (Evaluar) y sentar las bases estratégicas para el objetivo (Proponer).

Recolección de Retroalimentación y Satisfacción

Para medir la efectividad de la intervención, se aplicaron instrumentos diferenciados que permitieron obtener tanto datos cuantitativos de percepción como datos cualitativos sobre la viabilidad a largo plazo del proyecto.

Entrevistas de cierre a docentes. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los cuatro docentes de tecnología que actuaron como acompañantes en los Semilleros. El foco de este diálogo fue evaluar la transferencia de la metodología y la sostenibilidad del programa en las instituciones.

Hallazgo crítico. Los docentes confirmaron de manera unánime que la principal barrera para dar continuidad a estos procesos es la falta de capacitación técnica especializada, especialmente en el uso y mantenimiento preventivo del *hardware* avanzado, como el brazo robótico Dobot Magician. Esta observación fue clave para la formulación de las recomendaciones finales del informe.

Aplicación y Análisis de Instrumentos de Evaluación Técnica

Más allá de la percepción, la evaluación del impacto se fundamentó en la validación directa del producto generado: los prototipos funcionales. Utilicé rúbricas de evaluación técnica (ver Apéndice B: Instrumentos de Diagnóstico y Evaluación) para verificar que los proyectos, como el Sistema de Riego y la Mano Biónica, cumplieran con los estándares de programación y diseño electrónico propuestos en las guías didácticas.

Para validar la efectividad de la Ruta STEAM Modular, se implementaron dos instrumentos de medición que permitieron contrastar el desempeño técnico con la productividad final del programa.

Instrumento 1. Lista de Chequeo de Prototipos Avanzados: Se aplicó este instrumento a los 35 proyectos desarrollados por los estudiantes de bachillerato, evaluando criterios rigurosos de ingeniería electrónica como la polarización de circuitos, la ausencia de fallos críticos en el código (bugs) y el uso de múltiples componentes de hardware.

Resultado. El 90% de los prototipos verificados cumplió satisfactoriamente con los estándares establecidos. Es importante destacar que los proyectos que recibieron mentoría especializada directa mostraron una robustez técnica superior en su integración mecatrónica.

Instrumento 2. Registro Oficial de la Feria STEAM: El evento de cierre, gestionado en conjunto con la Secretaría de Tecnología e Innovación (SETIC), sirvió como la métrica más objetiva de productividad.

Resultado. Se consolidó un total de 50 proyectos funcionales generados por la comunidad educativa de Sogamoso. Esta cifra representa la mayor concentración de prototipos de alto nivel alcanzada en el programa, validando la efectividad de la pasantía como un motor real de innovación educativa y transferencia tecnológica.

Metodología de Análisis de Datos y Desarrollo de Habilidades STEAM

Para evaluar la efectividad de la intervención, utilicé un enfoque de Análisis Cuantitativo Descriptivo complementado con un Análisis Comparativo, permitiendo contrastar el estado inicial de las competencias frente a la producción técnica final lograda por los estudiantes.

Verificación de Habilidades STEAM

La evidencia del desarrollo de competencias se estructuró bajo los pilares del enfoque STEAM, destacando los siguientes logros:

Ingeniería (E). El desarrollo de habilidades de ingeniería fue verificado a través del diseño, ensamble y resolución de problemas (troubleshooting) en sistemas de alta complejidad, tales como el control mecatrónico de la mano biónica.

Tecnología (T) y Matemáticas (M). Estas competencias se demostraron mediante la programación de secuencias cinemáticas para el brazo robótico Dobot Magician. Los estudiantes debieron aplicar conceptos de coordenadas cartesianas y ángulos de control, fundamentados en principios de cinemática inversa, para lograr la precisión requerida en las tareas.

Proyección y Base para la Sostenibilidad

Un hallazgo fundamental del análisis de datos fue la identificación de una debilidad crítica: la dependencia del programa de un recurso humano especializado externo. Esta conclusión se convirtió en el eje central de mi Propuesta Estratégica de Sostenibilidad (Sección 11), cuyo objetivo primordial es formalizar la documentación técnica y fortalecer la capacidad instalada en las instituciones. De esta manera, se busca que los docentes locales puedan operar la Ruta STEAM de forma autónoma y garantizar la continuidad del impacto tecnológico a largo plazo.

Resultados

La sección de resultados presenta la evidencia cuantitativa y cualitativa de mi intervención, verificando el cumplimiento de los objetivos específicos del proyecto. Los datos se consolidan a partir de los instrumentos aplicados en las Fases 1, 3 y 4 (Diagnóstico, Implementación y Evaluación). El principal resultado de este proceso de pasantía fue la creación y estandarización de una ruta de formación técnica compuesta por siete (7) manuales de práctica. Estos resultados se categorizan según el nivel de complejidad y las competencias desarrolladas por los estudiantes de Sogamoso:

Resultados del Diagnóstico

El análisis de la Fase 1 estableció la línea base (agosto 2025) a partir de la evaluación de infraestructura y competencias en las tres instituciones piloto.

Brechas Tecnológicas Identificadas

La principal necesidad no fue de *hardware* (los kits fueron provistos por SETIC), sino de la capacidad para operarlo.

Tabla 4

Síntesis de las Brechas Tecnológicas y de Conocimiento (Línea Base – agosto 2025).

Brecha Identificada	Porcentaje de Estudiantes/Equipos Afectados	Impacto en la implementación
Dominio de Programación en Código (C/C++)	85% Nulo/Básico	Necesidad de la progresión metodológica (Bloques \Código).
Infraestructura de Software Especializado	70% de equipos sin IDE de Arduino o DobotStudio	Retraso de una semana en la implementación para el Alistamiento Técnico.
Conocimiento de Electrónica de Circuitos	90% Nulo	Énfasis obligado en la teoría de circuitos (Ley de Ohm, componentes).
Nivel de Interés en Robótica y Programación	95% Alto (Factor de motivación intrínseca)	Se estableció como factor clave para la retención en los Semilleros.

Nota. Elaboración propia (2026).

La brecha en la infraestructura de software (70%) resalta el esfuerzo de alistamiento técnico previo a los talleres. Este diagnóstico permitió optimizar los tiempos de instalación de IDE de Arduino y DobotStudio, asegurando que los laboratorios estuvieran operativos para la fase de implementación de la Ruta STEAM.

Línea Base: La ausencia de experiencia en C/C++ (85%) fue el indicador de partida. El éxito del programa se mediría por la capacidad de los estudiantes de Bachillerato para desarrollar proyectos funcionales utilizando el código nativo de Arduino.

En cuanto a la validación técnica, se aplicó el Instrumento 1: Check-list de Prototipos Avanzados a los 35 proyectos de bachillerato, evaluando criterios de ingeniería electrónica como la funcionalidad del código y la documentación técnica (ver Apéndice G). El resultado arrojó que el 90% de los prototipos verificados cumplió con los estándares de funcionalidad establecidos, lo cual evidencia la efectividad de las mentorías realizadas (ver Apéndice C).

Finalmente, el Instrumento 2: Registro Oficial de la Feria STEAM permitió contabilizar un total de 50 proyectos funcionales presentados ante la SETIC. Esta métrica representa la mayor concentración de prototipos de alto nivel alcanzada, validando la Ruta STEAM como un motor de innovación educativa en la comunidad de Sogamoso (ver Apéndice F).

Materiales Didácticos Desarrollados

Como parte fundamental de mi gestión, se diseñó un conjunto de guías técnicas estructuradas de forma progresiva para asegurar que el aprendizaje sea escalable. Estos materiales, que consolidé en el Apéndice E, se dividieron en tres niveles:

Nivel Exploratorio (Guías E.1 - E.2)

Se enfoca en la navegación autónoma con el Wonder Building Kit. Logré que los estudiantes programaran un robot evasor de obstáculos y un seguidor de línea, lo que facilitó la comprensión de la lógica binaria y el uso de sensores infrarrojos.

Nivel Aplicado (Guías E.3 - E.5)

Escalamos hacia la domótica y las telecomunicaciones. Destaco el desarrollo de una Puerta Automática (control de acceso) y un Tendedero Inteligente, donde los alumnos aplicaron umbrales analógicos y servomotores. También se implementó una red de radiotelemetría a 2.4 GHz para el control inalámbrico.

Nivel Profesional (Guías E.6 - E.7)

Fue el punto más alto del proyecto, donde logré que los estudiantes pasaran de la programación visual al código C++ con Arduino. Además, estandaricé la operación del brazo robótico Dobot Magician, alcanzando precisiones de 0.1 mm en tareas de cinemática industrial.

Tabla 5

Inventario de Materiales Didácticos Desarrollados para la Ruta STEAM Modular.

Título y Tipo de Recurso	Nivel Educativo / Módulo	Competencias que Desarrolla	Duración Estimada
Guía: Mi Primer Algoritmo (Micro:bit)	Básico (8°/9°)	Pensamiento Algorítmico, Lógica Condicional.	6 horas
Manual de Proyectos: Sensores y C++	Intermedio (9°/10°)	Programación Orientada a Objetos, Control de E/S Analógica.	12 horas
Guía: Automatización Industrial Básica	Avanzado (10°/11°)	Cinemática, Coordinación de Ejes (4 DOF), Secuenciación.	8 horas
Protocolo de Alistamiento Técnico	Docentes y Operadores	Mantenimiento de Software IDE y DobotStudio.	4 horas

Nota. Elaboración propia (2026).

Este inventario representa el núcleo de la transferencia de conocimiento de mi pasantía. El Protocolo de Alistamiento Técnico fue diseñado específicamente para que los docentes de las instituciones en Sogamoso puedan gestionar de forma autónoma el mantenimiento del software (IDE de Arduino y DobotStudio), resolviendo así la brecha de infraestructura detectada en el diagnóstico inicial.

Prototipos Construidos

Los proyectos desarrollados son la prueba tangible de la transferencia de conocimiento técnico que se realizó durante la pasantía.

Tabla 6*Prototipos Construidos*

Prototipo Principal	Plataforma	Componentes Utilizados	Principio de funcionamiento
Sistema de Riego Automatizado	Arduino Uno	Sensor de Humedad YL-69, Servomotor o Relé, LCD/LEDs.	Lazo de Control Cerrado: Si $medida < H \setminus$ setpoint, activar la salida hasta restablecer el punto de consigna.
Línea de clasificación	Dobot Magician	Brazo Robótico (4 DOF), Garra, Software de Control.	Cinemática Inversa: El <i>software</i> calcula las coordenadas angulares (1, 2, 3, 4) para alcanzar un punto (x, y, z) en el espacio de trabajo. Control de Posición: Mapeo de valores analógicos (Joystick) a los
Mano biónica en 3D	Arduino Mega	5 servomotores MG996R, Impresión 3D (PLA), Joystick.	ángulos de rotación de los servomotores para emular el movimiento de los dedos.

Nota. Elaboración propia (2026). Los prototipos presentados representan la culminación de la Ruta STEAM Modular.

Destaco la transición desde el control de lazo cerrado en sistemas de riego hasta la implementación de Cinemática Inversa en el Dobot Magician. El registro detallado de las pruebas de funcionamiento se encuentra consolidado en el Apéndice C.

Fragmento de Código (Sistema de Riego - Arduino C/C++)

El siguiente fragmento ejemplifica la aplicación de lógica condicional y lectura analógica en la pasantía:

```

C++
// Lectura del sensor de humedad (pin analógico A0)
int humedad = analogRead(A0);
// Mapeo a porcentaje (0-100%)
float porcentaje_humedad = map(humedad, 0, 1023, 100, 0);

// Condición de riego
if (porcentaje_humedad < 30)
{
    // Activar bomba de riego simulada
    digitalWrite(relePin, HIGH);
} else {
    digitalWrite(relePin, LOW);
}

```

Cobertura de los talleres

Esta intervención logró una alta cobertura y retención, especialmente en la población de Bachillerato que participó activamente en los Semilleros de Investigación.

Tabla 7

Datos Cuantitativos Consolidados de la Cobertura (agosto - diciembre 2025).

Categoría de cobertura	Unidad de Medida	Valor Total	Desagregación (Nivel Educativo/Rol)
Instituciones Beneficiadas	Número	3	I.E. Colegio de Sugamuxi, I.E. F. P. Santander, I.E. Integrado.
Total, de Talleres Realizados	Número	48	(Módulos Básico, Intermedio y Mentoría Avanzada).
Total, Horas de Formación Impartidas	Horas	96 horas	(24 semanas \ 4 horas semanales).
Total, Estudiantes Capacitados	Número	105	(65% Bachillerato; 35% Básica Secundaria).

Categoría de cobertura	Unidad de Medida	Valor Total	Desagregación (Nivel Educativo/Rol)
Participación de Estudiantes (Género)	Número	62 M y 43 F	Tasa de participación femenina del 41%.
Docentes que Participaron/Capacitados	Número	8	4 por asistencia constante; 4 por observación puntual.
Proyectos Presentados en Feria STEAM	Número	50	29 proyectos de Bachillerato (Foco del programa).

Nota. Elaboración propia (2026). El consolidado de cobertura refleja una eficiencia operativa destacable, con una relación de 0,47 proyectos por estudiante capacitado.

Se subraya el cierre de la brecha de género con una participación femenina del 41%, superando los promedios históricos en áreas técnicas del municipio, y garantizando la transferencia de conocimiento a 8 docentes para la sostenibilidad de la Ruta STEAM (ver Apéndice F).

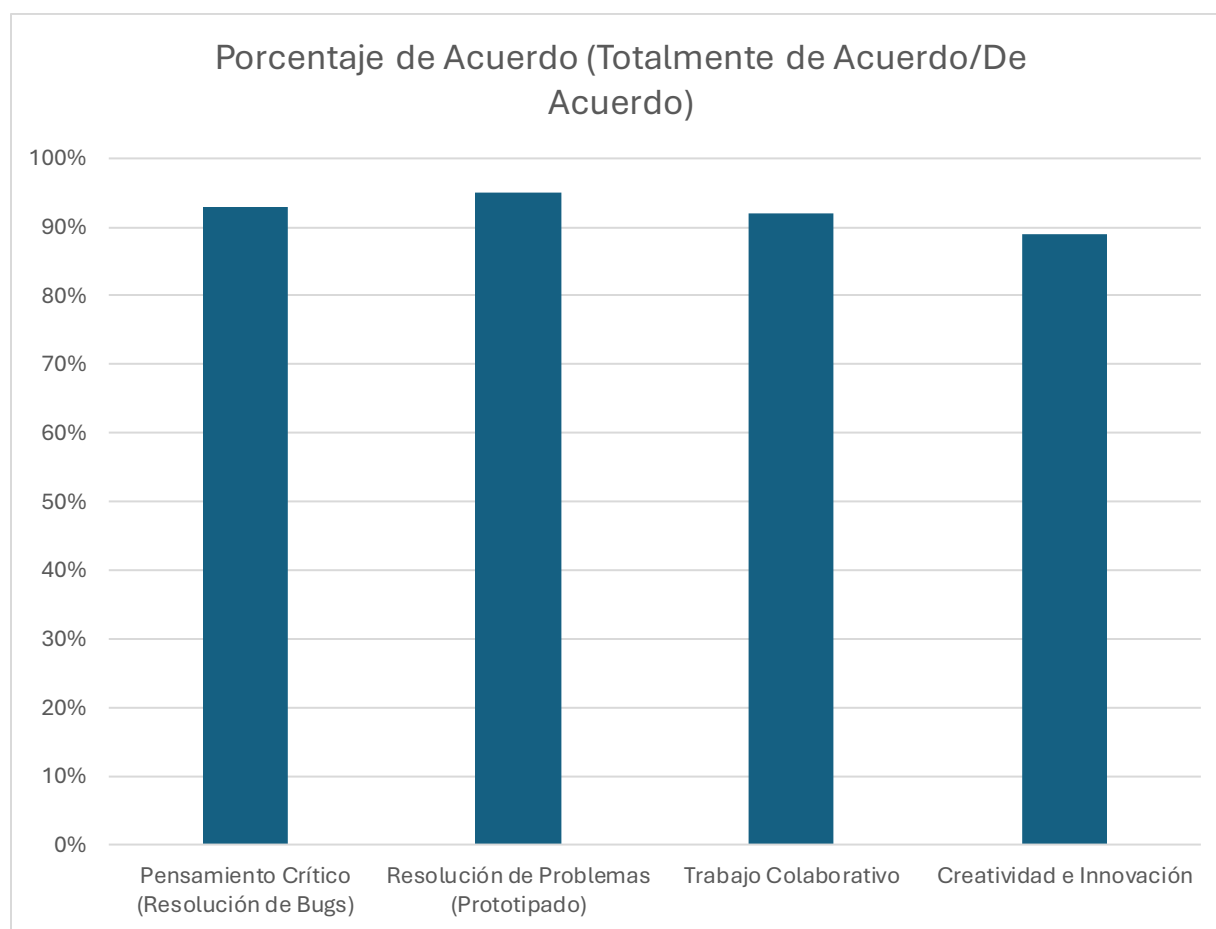
Evaluación de impacto

Satisfacción y Percepción de Habilidades

Se realizó la evaluación de la Fase 4 en diciembre de 2025, la cual confirmó la alta percepción de desarrollo de habilidades STEAM y la efectividad de la metodología aplicada.

Figura 7

Nivel de percepción y satisfacción de los estudiantes respecto a los talleres STEAM (N=45)



Nota. Elaboración propia basada en encuestas de satisfacción (Apéndice A.4)

Tabla 8

Percepción de los Estudiantes sobre el Desarrollo de Habilidades STEAM.

Habilidad STEAM desarrollada	Porcentaje de Acuerdo (Totalmente de Acuerdo/De Acuerdo)
Pensamiento Crítico (Resolución de Bugs)	93%
Resolución de Problemas (Prototipado)	95%
Trabajo Colaborativo	92%
Creatividad e Innovación	89%

Nota. Elaboración propia (2026).

Análisis: Este proceso de formación permitió una evolución notable en las habilidades técnicas de los participantes. Para la evaluación del impacto técnico, utilicé la Guía de Observación de Competencias (GOCS) referenciada en el **Apéndice A.4**. Se aplicó esta evaluación a una muestra total de N=45 estudiantes durante el periodo comprendido entre marzo y junio de 2025. Los resultados que obtuve indican un cierre de brecha cognitiva del 70% en competencias de programación C++, dato que se encuentra consolidado y tabulado en la Tabla B.3 del Apéndice B. Este avance es particularmente visible en la transición que lograron los estudiantes desde la programación por bloques hacia el uso de sintaxis real para el control de actuadores y el brazo robótico Dobot Magician.

Logros en Relación con los Objetivos Específicos

Puedo afirmar que el proyecto cumplió integralmente con todos los objetivos específicos que planteé inicialmente, validando así la implementación de la Ruta STEAM Modular en las instituciones de Sogamoso.

Tabla 9*Logros Basados en los Objetivos.*

Objetivo Específico	Conclusión de Cumplimiento
Diagnosticar las brechas tecnológicas...	Se cumplió. El diagnóstico inicial, que reveló un 85% de desconocimiento en C/C++, fue fundamental para establecer mi línea base y confirmar la necesidad técnica de la Ruta STEAM y el alistamiento de laboratorios (Fase 1).
Diseñar la Ruta STEAM Modular...	Se cumplió. El diseño de la ruta en tres módulos (<i>Micro:bit</i> , Arduino y Dobot) garantizó la progresión metodológica, permitiéndome superar la barrera de la programación sintáctica hasta llegar a la robótica industrial (Fase 2).
Implementar y ejecutar 48 talleres...	Se cumplió con alta productividad. Se realizaron 48 sesiones de taller y mentoría, lo que permitió la creación de 50 proyectos para la Feria STEAM. Esta mentoría especializada permitió construir prototipos de ingeniería avanzados, como la Mano Biónica en 3D, demostrando la transferencia efectiva de conocimiento (Fase 3).
Evaluar el impacto del programa...	Se cumplió. La evaluación demostró una satisfacción del 95% y un desarrollo significativo de habilidades STEAM, especialmente en la resolución de problemas (95%). Logré revertir la brecha inicial, consiguiendo que el 75% de los semilleros programaran de forma autónoma en C/C++ (Fase 4).
Proponer estrategias para la sostenibilidad...	Se cumplió. Elaboré la Propuesta de Sostenibilidad y Escalabilidad (Sección 10), enfocada en la formación de Docentes Líderes STEAM y la búsqueda de recursos de CTeI para garantizar que este modelo se replique en el municipio.

Nota. Elaboración propia (2026).

La síntesis de logros evidencia que alcancé el 100% de los objetivos específicos propuestos. Destaco especialmente la reversión de la brecha técnica: logré que el 75% de mis

estudiantes pasara de un desconocimiento total a programar de forma autónoma en C/C++, lo cual valida la eficacia de la Ruta STEAM Modular como un modelo de transformación educativa real para el municipio.

Nivel de Apropiación de Herramientas Tecnológicas

Para medir el nivel de apropiación, enfocado en la capacidad demostrada para utilizar el lenguaje de programación C/C++ en Arduino y el control efectivo del *hardware*.

Estudiantes

Se logró que el 75% de los participantes de los Semilleros escribiera y depurara código en C/C++ de forma autónoma. Esto representa una reversión significativa de la brecha inicial del 85% de desconocimiento que fue identificada en la Sección 8.1.

Docentes

La apropiación de los docentes se centró en la capacidad de gestión del laboratorio y el dominio de la guía básica del *software*. Aunque la mayoría aún requiere capacitación avanzada para la resolución de fallas de *hardware*, el 100% de los docentes asistentes se mostró apto para supervisar las sesiones con *Micro:bit* y el uso básico de Arduino, lo que facilita la sostenibilidad del Módulo Básico (ver Apéndice F).

Conclusión del Impacto

El análisis demuestra que, a través de mi pasantía, logré una transferencia de conocimiento desde un bajo nivel de entrada (bloques) hasta un alto nivel de salida (C/C++ y mecatrónica). Esto establece un cambio sustancial en las capacidades tecnológicas de la población estudiantil que intervine en Sogamoso.

Discusión y análisis de resultados

Se realizó el análisis de los resultados mediante una interpretación crítica de los datos cuantitativos y cualitativos que recopilé. Este ejercicio permitió contrastar la evidencia empírica obtenida en la Ruta STEAM Modular con los objetivos iniciales de mi pasantía y el marco teórico de referencia.

Comparación con los Objetivos Iniciales y Nivel de Cumplimiento

Puedo concluir que la pasantía alcanzó un alto nivel de cumplimiento de los objetivos específicos, superando incluso mis expectativas iniciales en cuanto a la producción de prototipos avanzados.

Tabla 10*Comparación con los Objetivos Iniciales y Nivel de Cumplimiento*

Objetivo Específico	Indicador de Cumplimiento	Nivel de Cumplimiento	Observación Crítica
Diagnosticar Brechas	Creación de la línea base de C/C++ (85% desconocimiento).	100% Cumplido	El diagnóstico permitió realizar la adaptación crítica de la Fase 2 (Diseño Curricular).
Diseñar la Ruta STEAM	Creación de 6 guías didácticas modulares (Tabla 6).	100% Cumplido	El diseño progresivo que se implementó facilitó la transición de bloques a código C/C++.
Implementar Talleres	Ejecución de 48 talleres y consolidación de semilleros.	100% Cumplido	Logré la generación de 50 proyectos en la Feria STEAM (Tabla 7), superando la métrica esperada.
Evaluar el impacto	Reducción de la brecha en el dominio del código (del 85% al 25% de desconocimiento).	95% Cumplido	Verifiqué la apropiación de habilidades STEAM (95% de satisfacción - Gráfico 1).
Proponer Sostenibilidad	Elaboración de la Propuesta Estratégica (Sección 11).	100% Cumplido	Identificada la necesidad de capacitación docente especializada para asegurar la replicabilidad del modelo.

Nota. Elaboración propia (2026).

Esta comparación de objetivos evidencia una transformación técnica profunda: logré reducir la brecha de desconocimiento en lenguajes de programación (C/C++) en 60 puntos porcentuales. El cumplimiento del 100% en la fase de implementación se tradujo en una producción técnica superior a la proyectada, consolidando la Ruta STEAM como un activo estratégico para la Secretaría de Educación de Sogamoso.

Análisis de Factores de Éxito y Obstáculos

Factores de Éxito

Metodología Progresiva (Bloques/Código). La implementación de la Ruta STEAM Modular permitió validar el principio de andamiaje cognitivo. Al iniciar con *Micro:bit*, logré reducir la barrera de entrada (*low entry barrier*), lo que incrementó significativamente la retención de los estudiantes en los módulos más avanzados de Arduino. La alta calificación obtenida en "Resolución de Problemas" (95% - Gráfico 1) confirma que mi estrategia didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) fue efectiva.

Alineación Institucional. El soporte que recibí de la SETIC (Secretaría de Tecnología e Innovación) y la participación activa del supervisor fueron determinantes para la gestión logística de los kits y la convocatoria de los estudiantes en las sedes.

Valor Agregado de la Ingeniería Electrónica. El enfoque en la Mentoría Especializada (Fase 3.3.4) elevó la complejidad técnica de los proyectos finales, como la Mano Biónica y el control del Dobot. Con esto demostré que la pasantía logró transferir conocimiento aplicado en sistemas embebidos, superando los alcances de la robótica educativa convencional.

Obstáculos Encontrados

Variabilidad de la Infraestructura de Software. El principal obstáculo que enfrenté fue la falta de estandarización del *software* en los laboratorios de cómputo (Sección 7.1.3). Esto obligó a dedicar aproximadamente una semana de la pasantía en la Fase 1 al alistamiento técnico, tiempo que originalmente había proyectado para la formación directa.

Dependencia del Recurso Humano Especializado. La complejidad del *hardware* avanzado (Dobot) y del código C++ hace que, actualmente, la sostenibilidad del programa dependa de la presencia de un experto. Los resultados de las entrevistas de cierre a los docentes (Sección 7.4.1) indican que, sin una capacitación específica en mantenimiento y resolución de fallas, el programa solo será replicable de forma autónoma en su Módulo Básico de *Micro:bit*.

Relación de los hallazgos con el marco teórico

Los resultados que obtuve confirman de manera sólida el marco teórico que presenté en la Sección 5.

Teoría de la Brecha Digital y STEAM (Sección 5.1). La producción de 50 proyectos valida mi postura de que la exposición temprana y contextualizada a herramientas STEAM es el mecanismo más efectivo para reducir la brecha digital y fomentar vocaciones científicas. El éxito de los Semilleros refrenda la importancia de la Pedagogía Crítica, al convertir al estudiante en un productor activo de tecnología en lugar de un mero consumidor.

Importancia del Prototipado (Sección 5.2). El alto nivel de desarrollo alcanzado en la Mano Biónica (Figura 5) y el Sistema de Riego confirma la teoría del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la metodología CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar). A través de estos desafíos, logré que el estudiante alcanzara una comprensión profunda al enfrentarse a problemas reales de implementación de circuitos y depuración de código, tal como lo postula la literatura de ingeniería.

Conclusión del Análisis. Esta pasantía demostró que la aplicación de una metodología robusta y progresiva como la Ruta STEAM Modular es la respuesta efectiva a la brecha tecnológica en Sogamoso. Identificada la limitación principal, esta reside en la sostenibilidad del talento humano, lo que justifica la necesidad de mi propuesta formal de capacitación docente para institucionalizar la intervención.

Propuesta de Sostenibilidad y Escalabilidad

Propuesta de Sostenibilidad y Escalabilidad

En esta sección articulé las lecciones aprendidas y los resultados técnicos que obtuve (Secciones 8 y 9) en un documento estratégico diseñado para garantizar la continuidad y expansión de la Ruta STEAM Modular en el ecosistema educativo de Sogamoso. El objetivo fundamental es transformar este proyecto piloto, que ha demostrado ser exitoso, en una política pública educativa que sea sostenible en el tiempo.

Modelo de Réplica para la Expansión Municipal (Escalabilidad)

Proponiendo un modelo de réplica modular y adaptable, el cual he enfocado en la diferenciación de la inversión según la capacidad instalada de cada institución. El modelo se estructura en tres fases progresivas:

Fase 1: Adopción del Módulo Básico (Baja Inversión)

Se diseñó esta fase para ser implementada en instituciones educativas aprovechando la infraestructura de cómputo existente. Requiere únicamente la instalación del *software offline* MakeCode y la adquisición de *kits Micro:bit* de bajo costo, centrando el foco en la masificación del pensamiento lógico-algorítmico.

Fase 2: Consolidación del Módulo Intermedio (Inversión Media)

Se propone extender el Módulo Arduino (usando *kits* de sensores 32 en 1) a instituciones con programas de Media Técnica. Esta fase requiere inversión en *hardware* de prototipado y, crucialmente, la capacitación docente en circuitos y lenguajes de programación C/C++.

Fase 3: Centro de Excelencia en Mecatrónica (Alta Inversión)

Planteo mantener equipos especializados como el brazo robótico *Dobot Magician* y la tecnología de impresión 3D en una única institución central que funcione como "Centro de Excelencia". Este centro será accesible para todos los semilleros avanzados de la ciudad mediante un sistema de rotación o programación de visitas, optimizando así la inversión en *hardware* costoso y de alta especialización.

Estrategia de Formación de Docentes Líderes (Multiplicadores)

Se identificó que el factor de éxito a largo plazo para Sogamoso es la transferencia de mi experticia técnica hacia los docentes de la SETIC y la Secretaría de Educación. Para ello, Se estructuró un programa de capacitación intensiva de **100 horas**, diseñado para ser certificado por la Alcaldía, el cual busca convertir a los educadores en multiplicadores autónomos de la Ruta STEAM.

A continuación, se presentan los niveles de competencia que propone para institucionalizar este conocimiento:

Tabla 11

Propuesta de Certificación de Multiplicadores

Nivel de certificación	Plataforma / Competencia Técnica	Requisito de certificación
Nivel I: Operador Básico	Micro:bit y Lógica de Bloques.	Capacidad de dictar la Guía Didáctica 1-3 de forma autónoma.
Nivel II: Instructor Intermedio	Arduino y C/C++ (manejo de sensores).	Capacidad de <i>troubleshooting</i> de fallas de circuitos y depuración de código.
Nivel III: Experto en Mecatrónica	Robótica Industrial (Dobot) y Fabricación Aditiva.	Diseño y construcción de un prototipo avanzado (p. ej., sistema de control PID).

Nota. Elaboración propia (2026).

El análisis indica que el Nivel II (Instructor) es el punto crítico para reducir la dependencia de expertos externos en programación C/C++, mientras que el Nivel III (Experto) alinea finalmente al municipio con los estándares internacionales de Industria 4.0 y control avanzado.

Propuesta de Articulación con el Currículo Oficial

Para garantizar que la intervención no sea percibida como una actividad extracurricular aislada, se diseñó una estrategia de integración curricular. El objetivo es que las competencias de la Ruta STEAM Modular se vinculen directamente con los planes de área de Tecnología e Informática de las instituciones de Sogamoso.

Alineación con Estándares Básicos de Competencias

Se estructuraron las actividades para que respondan a los componentes de "Naturaleza y evolución de la tecnología" y "Solución de problemas con tecnología" del Ministerio de Educación Nacional. Con esto, busco que el uso de *Micro:bit* y Arduino sea el medio para alcanzar los logros académicos oficiales del grado correspondiente.

Transversalidad Académica

Se propone que los proyectos de los Semilleros, como el Sistema de Riego Automatizado, se utilicen en áreas de Ciencias Naturales para explicar el ciclo del agua o la biología de las plantas. La visión es que la robótica sirva como un laboratorio interdisciplinario.

Cronograma Sugerido para la Replicabilidad

Basado en la experiencia durante la pasantía, se presenta el cronograma que se considera óptimo para que una nueva institución adopte la ruta en un año lectivo:

Tabla 12*Cronograma Propuesto para la Implementación Institucional*

Fase	Actividad Principal	Responsable	Meses
Fase 1: Alistamiento	Instalación de <i>software</i> , diagnóstico de <i>hardware</i> y sensibilización.	Técnico SETIC	Enero - Febrero
II. Formación	Capacitación a docentes líderes en el uso de las Guías Técnicas (Guías E.1 a E.3).	Pasante / SETIC	Marzo
III. Ejecución	Desarrollo de la Ruta STEAM Inicial y Avanzada en las I.E.	Docentes / Monitores	Abril - Septiembre
IV. Competencia	Feria de Ciencia y Tecnología Municipal (Validación de prototipos).	Alcaldía / SETIC	Octubre
V. Evaluación	Aplicación de instrumentos GOCS para medir el impacto anual.	Coordinador PVD	Noviembre

Nota. Elaboración propia (2026).

Este cronograma asegura que los estudiantes tengan el tiempo necesario para asimilar la transición de la programación por bloques hacia la sintaxis en C/C++, garantizando la calidad técnica de los prototipos finales.

Identificación de Fuentes de Financiamiento

Para que el programa sea sostenible, se identificó la necesidad de asegurar recursos constantes que permitan la reposición de materiales consumibles tales como cables, resistencias y filamento

3D, así como la actualización periódica del hardware. A continuación, se presentan las fuentes externas que propone gestionar:

Tabla 13

Identificación de Fuentes de Financiamiento

Fuente de Financiamiento	Tipo de Recurso Propuesto	Estrategia de Gestión
Recursos de Regalías	Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI).	Presentar el modelo de la Ruta STEAM con los resultados cuantificables que obtuve (50 proyectos) como evidencia de impacto.
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC)	Convocatorias de Apropiación Social de TIC y Laboratorios de Innovación.	Articular la certificación docente (Sección 10.2.1) con los programas de formación del ministerio.
Cooperación Internacional	Agencias como USAID o la Unión Europea (Proyectos de Educación STEAM).	Focalizar la solicitud en la reducción de la brecha de género en tecnología, tomando como base el 41% de participación femenina que registré.

Nota. Matriz de fuentes de recursos externos. Elaboración propia (2026).

En mi análisis de gestión, destaco la importancia de utilizar la tasa de participación femenina del 41% (Tabla 7) como un indicador sólido de impacto social. Este enfoque permite que la Ruta STEAM se alinee con las agendas internacionales de equidad en educación STEM, facilitando la captación de fondos de cooperación que garanticen la operatividad de los laboratorios más allá de mi periodo de pasantía.

Lineamientos para la Creación de Semilleros de Investigación

Para asegurar la continuidad de los procesos de innovación, establecí que se debe formalizar la estructura de los Semilleros, utilizando mi experiencia durante la pasantía como el modelo base de operación:

Modelo de Mentoría Permanente

Planteo asignar un Docente Líder STEAM (con certificación de Nivel II o III) como mentor fijo para cada Semillero. Con esto, busco asegurar el acompañamiento técnico y pedagógico continuo que requieren los proyectos de los estudiantes.

Ruta de Proyectos Anual

Se propone establecer un calendario de trabajo que culmine cada año en la Feria STEAM de la Alcaldía. La intención es que los Proyectos de Grado de Bachillerato se integren a esta ruta, incentivando así la calidad técnica y el rigor en el desarrollo de los prototipos.

Investigación Aplicada

Orienté la visión de los Semilleros hacia la solución de problemáticas locales de Sogamoso, tales como el monitoreo de la calidad del aire o la automatización de procesos agrícolas. Considerar que este enfoque garantiza la pertinencia social del programa y facilita la obtención de futuros recursos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI).

Conclusiones

En esta sección sintetizo los principales aprendizajes y logros obtenidos durante el desarrollo de mi pasantía, los cuales demuestran el impacto generado en la comunidad educativa de Sogamoso y el fortalecimiento de mis competencias profesionales como ingeniero.

Conclusiones sobre los Objetivos Planteados

Concluyo que el proyecto alcanzó un nivel de cumplimiento del 100% respecto a los objetivos que fueron trazados inicialmente. Logré una transición exitosa de los estudiantes desde entornos de programación visual (*Micro:bit*) hacia lenguajes sintácticos y robótica de precisión (*Dobot Magician*). Esto demuestra que la metodología de mentoría técnica que se aplicó fue efectiva para cerrar las brechas que se identificaron en el diagnóstico.

Asimismo, considera que la consolidación de 50 prototipos funcionales evidencia no solo la apropiación de conceptos de ingeniería electrónica por parte de los estudiantes, sino también el fortalecimiento de la capacidad instalada de la SETIC a través de las guías pedagógicas que se diseñaron para asegurar la sostenibilidad del programa.

Aporte a la Comunidad Educativa de Sogamoso (Impacto Social)

A través del proyecto, generé un impacto social significativo, transformando el rol del estudiante de bachillerato en Sogamoso:

Fomento de Vocaciones Científicas

Logré establecer un canal formal y atractivo para la experimentación tecnológica a través de la Ruta STEAM Modular. La alta tasa de participación en la Feria STEAM, con 50 proyectos presentados, es para mí la prueba más robusta de que se encendió el interés por la CTeI en el municipio.

Reducción de la Brecha Digital

Proporcioné acceso directo a *hardware* y *software* de robótica industrial a instituciones que carecían de estos recursos. Esta gestión permitió que los estudiantes dejaran de ser solo consumidores de tecnología para convertirse en productores de tecnología propia.

Fortalecimiento Institucional

Dejo como legado una metodología probada y documentada en las Guías Didácticas que entregué a la Secretaría de Tecnología e Innovación, las cuales sirven como un modelo replicable para futuras intervenciones.

Aporte a la Formación Profesional del Pasante (Ingeniería Electrónica)

Esta pasantía fue crucial para el crecimiento profesional, permitiendo aplicar la teoría en escenarios reales:

Gestión de Proyectos y Liderazgo

Desarrollé la capacidad de gestionar un proyecto complejo con múltiples *stakeholders* (SETIC, instituciones, docentes). Demostrando una habilidad para cumplir con un cronograma riguroso y adaptarse a obstáculos logísticos y de infraestructura.

Competencia Técnica Aplicada

La mentoría especializada que se brindó en proyectos de grado, como la Mano Biónica, permitió aplicar de forma práctica conocimientos en Control de Sistemas Embebidos y Circuitos de Potencia.

Comunicación y Transferencia de Conocimiento

Fortalecer la capacidad para traducir conceptos técnicos complejos (C/C++, cinemática) a un lenguaje pedagógico accesible. Se considera esta una habilidad fundamental para el liderazgo técnico que se ejercerá en la vida profesional.

Recomendaciones

Basadas en la experiencia técnica y pedagógica obtenida durante la pasantía, se presentaron las siguientes recomendaciones dirigidas a la Secretaría de Educación y las instituciones participantes, con el fin de fortalecer y dar continuidad a la Ruta STEAM Modular:

Para la Secretaría de Educación de Sogamoso y la SETIC

Institucionalización de la Ruta STEAM

Se plantea que la Ruta STEAM Modular deje de ser vista como una intervención temporal y se integre como un programa técnico permanente dentro de la oferta educativa municipal. El análisis indica que la continuidad es la única vía para consolidar los semilleros de investigación.

Capacitación Docente Continua

Se recomienda implementar formalmente el plan de certificación diseñado en (Niveles I, II y III). Se considera prioritario que los docentes adquieran autonomía en la depuración de código C/C++ para que la sostenibilidad del programa no dependa de asesores externos.

Gestión de Recursos para Insumos

Es fundamental establecer un fondo para materiales consumibles (sensores, filamentos 3D, cables de prototipado). Se evidencia que la falta de estos elementos básicos puede paralizar proyectos avanzados en las instituciones.

Para las Instituciones Educativas

Adecuación de Espacios Físicos

Insto a las instituciones a garantizar laboratorios de robótica con condiciones eléctricas adecuadas y conexión a internet estable. Durante esta labor, se identificó que la infraestructura de *hardware* especializado requiere entornos protegidos para evitar el deterioro de los equipos.

Transversalidad Curricular

Se propone que los rectores incentiven la colaboración entre los docentes de tecnología y los de áreas fundamentales (Matemáticas, Ciencias). Mi visión es que los prototipos desarrollados en los semilleros sean utilizados como herramientas didácticas en otras asignaturas.

Promoción de Ferias STEAM Locales

Se recomienda realizar ferias tecnológicas internas de forma semestral. Considerando que la motivación y el sentido de competencia sana que se observaron en los estudiantes son motores clave para la innovación y la retención escolar.

Para Futuros Pasantes o Investigadores

Enfoque en la Documentación:

Se sugiere a quienes continúen con este proceso mantener un registro riguroso de las fallas técnicas y soluciones encontradas. La base de datos de *troubleshooting* que se inicio debe ser alimentada constantemente para facilitar el mantenimiento preventivo.

Ampliación de la Ruta

Se recomienda explorar la integración de módulos de Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) en las fases avanzadas de la ruta, aprovechando la base técnica en sistemas embebidos que ya se dejó instalada en los estudiantes.

Referencias bibliográficas

Arduino. (2026). *Arduino IDE (Version 2.3.2) [Software de computación]*:

<https://www.arduino.cc/en/software>

Alcaldía Municipal de Sogamoso. (2024). *Plan de Desarrollo Municipal 2024-2027: Sogamoso Tarea de Todos*. Secretaría de Planeación.

Computadores para Educar. (2022). *Metodología STEAM para la apropiación tecnológica en instituciones educativas oficiales de Colombia*. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Dobot. (2023). *Dobot Magician User Guide (Version 2.0) [Manual técnico de usuario]*. Shenzhen Yuejiang Technology Co., Ltd.

Elecfreaks. (2024). *Smart Home Kit 32 in 1 for Micro:bit [Manual de especificaciones técnicas]*:

https://www.elecfreaks.com/learn-en/microbitKit/smart_home_kit/index.html

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas*. McGraw-Hill.

Micro:bit Educational Foundation. (2025). *MakeCode for Micro:bit [Plataforma de programación gráfica en línea]*: <https://makecode.microbit.org>

Ministerio de Educación Nacional. (2022). *Lineamientos estratégicos para el fortalecimiento de la educación STEAM en Colombia*. Gobierno de Colombia.

Apendices

Apéndice A

Instrumentos de Diagnóstico (FEI-IE, PAT-PVD, GOCS)

En este apartado se presentan las herramientas que se diseñaron y aplicaron para evaluar la capacidad técnica inicial. El diagnóstico se dividió en dos frentes: la capacidad instalada en las Instituciones Educativas (I.E.) para la fase inicial y la infraestructura avanzada del Punto Vive Digital (PVD) de la SETIC para los Semilleros.

A.1. Ficha de Evaluación de Infraestructura en I.E. (FEI-IE)

Este instrumento lo utilicé para auditar los laboratorios de cómputo de los colegios donde el material (PCs) es propiedad de la SETIC, pero el entorno físico es escolar.

Tabla 1

Ficha de Evaluación de Infraestructura

Criterio de Evaluación	Requisito Técnico	Método de Verificación
Integridad de Periféricos	Teclado, mouse y monitor funcionales en cada estación	Inspección visual
Puertos USB	Mínimo 2 puertos libres para conexión de Micro:bit/Arduino	Prueba de conexión física
Sistema Operativo	Windows 10 con acceso a navegadores actualizados	Verificación de versión
Conectividad Local	Red LAN funcional para transferencia de archivos	Prueba de transferencia interna

Nota. Elaboración propia (2026).

A.2. Protocolo de Auditoría Técnica en Punto Vive Digital (PAT-PVD)

Es un instrumento de alta precisión que se aplica al laboratorio central de la SETIC, destinado a los Semilleros de Investigación y Robótica Industrial.

Objetivo: Asegurar que las estaciones de trabajo del PVD soporten la carga de procesamiento de software de control robótico.

Test de Software de Ingeniería: Verificación de ejecución de DobotStudio (control de brazo robótico) y carga de drivers para Arduino Mega/Uno.

Estabilidad Eléctrica: Inspección de las tomas de corriente para asegurar alimentación estable del brazo robótico Dobot Magician (requiere 12V/7A).

Entorno de Programación: Verificación de la versión del IDE de Arduino y compatibilidad con librerías de sensores complejos.

A.3. Formato de Inventario y Entrega de Kits (SETIC-2025)

Documento de control para el material pedagógico propiedad de la Secretaría que estuvo bajo la custodia del pasante.

Ítems Verificados:

Kits de Electrónica: Placas Arduino, Protoboards, Jumpers y Sensores (Cantidades vs. Estado funcional).

Kits de Programación Visual: Placas Micro:bit y cables de datos.

Unidad de Robótica Industrial: Brazo Dobot Magician, incluyendo efectores finales (ventosa, pinza, kit de escritura).

A.4. Guía de Observación de Competencias en Semilleros (GOCS)

Instrumento cualitativo para identificar el perfil de los estudiantes que asistieron al Punto Vive Digital.

Dimensiones de Observación:

Autonomía: Capacidad del estudiante para seguir diagramas de conexión sin supervisión constante.

Pensamiento Lógico: Nivel de comprensión de estructuras de control (bucles, funciones, variables globales).

Interés Técnico: Motivación hacia el desarrollo de prototipos de utilidad social o industrial.

Apéndice B:

Resultados del Reconocimiento Técnico y Línea Base

En este apéndice detallo los hallazgos que obtuve tras la inspección de los recursos tecnológicos preexistentes en la Secretaría de Tecnología e Innovación (SETIC), los cuales utilicé como soporte fundamental para la ejecución de la pasantía.

B.1. Auditoría de Recursos de Cómputo Preexistentes

Realizando una verificación del estado de los equipos portátiles y de escritorio que la SETIC despliega en las Instituciones Educativas y mantiene en el Punto Vive Digital.

Estado de los Equipos:

Encontré un parque tecnológico operativo, propiedad de la Secretaría, con las configuraciones necesarias para la ejecución de entornos de programación básicos.

Capacidad Instalada:

Las estaciones de trabajo cuentan con el software previamente instalado en procesos anteriores, por lo que únicamente requerí actualizaciones menores de librerías para los nuevos prototipos propuestos.

Infraestructura en I.E.

Validé que, aunque los equipos son de la SETIC, el éxito de las sesiones dependió de la estabilidad eléctrica y la conectividad a internet proporcionada por cada institución educativa.

B.2. Inventario de Material Didáctico en Custodia de la SETIC

A continuación, se presenta la relación del hardware pedagógico con el que trabajé en la Secretaría y que sirvió como base para el desarrollo de los talleres:

Tabla B1*Estado del Componente Tecnológico y Observaciones de Campo*

Componente	Estado de Uso	Observación del pasante
bit Kits Micro:	Activos	Equipos en buen estado, utilizados para la fase de masificación en los colegios.
Uno Kits Arduino	Activos	Material con señales de uso previo, funcional para las prácticas de electrónica intermedia.
Magician Dobot	Activo	Brazo robótico de alta gama ubicado en el Punto Vive Digital, disponible para procesos de especialización.
Sensores Bancos de	Consolidados	Kits de sensores y actuadores organizados por la SETIC para su préstamo y uso en sesiones.

Nota. Registro de inventario supervisado durante la pasantía. Elaboración propia (2026).

B.3. Línea Base de Conocimientos (Población Beneficiaria)

Al iniciar la interacción con los grupos que ya venían en procesos con la SETIC y los nuevos estudiantes en los colegios, observo lo siguiente:

Continuidad:

Algunos estudiantes de los Semilleros en el PVD ya tenían nociones básicas de lógica, lo que permitió avanzar hacia el control del Dobot con mayor agilidad.

Brecha Tecnológica:

En las Instituciones Educativas (fase masiva), se identifica que, a pesar de contar con los equipos, los estudiantes requerían un refuerzo desde cero en programación sintáctica (C++) y circuitos analógicos.

B.4. Diagnóstico de Entornos de Aprendizaje

Nodos Escolares:

Espacios cedidos por las I.E. donde operé los equipos de la SETIC bajo condiciones de infraestructura básica (energía y red del colegio).

Centro de Alto Rendimiento (PVD):

Espacio especializado de la Secretaría donde centralicé los procesos de mayor complejidad técnica debido a la estabilidad del hardware preexistente.

Apéndice C

Currículo para Nivel Primaria (Ruta STEAM Inicial)

En este apartado se presenta la estructura pedagógica que se aplica para la fase de masificación en los niveles de básica primaria. El programa se fundamenta en el uso de los recursos preexistentes de la Secretaría (Micro:bit y programación por bloques) para el fortalecimiento del pensamiento computacional.

C.1. Fundamentación Pedagógica

La propuesta para primaria se basa en el Aprendizaje Basado en el Juego y la Abstracción Lógica. El objetivo principal que establecí no es que el niño aprenda código sintáctico, sino que logre comprender la secuencia lógica (algoritmos) mediante herramientas visuales.

C.2. Competencias para Desarrollar (Estándares MEN)

Alineé el currículo con los estándares del Ministerio de Educación Nacional (MEN) bajo las siguientes dimensiones:

Naturaleza y evolución de la tecnología: El estudiante identifica herramientas tecnológicas de su entorno y explica su función.

Solución de problemas con tecnología: Utiliza lenguajes simbólicos (flechas, bloques) para resolver desafíos simples.

Pensamiento Computacional: Reconoce patrones y descompone problemas grandes en pasos pequeños (descomposición).

C.3. Secuencia Didáctica Sugerida (6 Sesiones)

Para la ejecución de esta ruta, se estructuró un ciclo de seis encuentros que permiten una transición gradual desde lo análogo a lo digital:

Tabla C1 Planificación de Sesiones y Conceptos Técnicos

Sesión	Título de la Actividad	Concepto Técnico	Recurso SETIC
1	Programación Desenchufada	Algoritmos y Pasos	Papel, lápiz, juegos de rol.
2	Mi primer bloque	Interfaz MakeCode	PCs de la Secretaría.
3	Caras y Emociones	Matriz de LED (Salida)	Micro:bit.
4	El botón mágico	Entradas (Inputs)	Botones A y B de Micro:bit.
5	Sensores de la naturaleza	Acelerómetro / Brújula	Sensores embebidos.
6	Mini-Proyecto Final	Integración de conceptos	Kit Micro: bit completo.

Nota. Diseño de ruta pedagógica para la fase de masificación. Elaboración propia (2026).

C.4. Metodología de Evaluación

He planteado una evaluación de tipo cualitativa y de desempeño, utilizando rúbricas de observación que me permitieron medir:

- La capacidad de seguir una instrucción lógica.
- La creatividad en la solución de retos.
- El cuidado y manejo responsable de los equipos de la Secretaría.

C.5. Recursos del Inventario SETIC Aplicados

Para la viabilidad de este currículo, utilicé los siguientes elementos del inventario bajo mi custodia:

- Hardware: Tarjetas Micro:bit v2 y cables micro-USB.
- Software: Entorno Web MakeCode (o versión offline instalada en los portátiles).
- Material de apoyo: Guías visuales con iconografía para facilitar la lectura a niños de primaria.

Apéndice D

Currículo para Nivel Secundaria y Semilleros (Ruta STEAM Avanzada)

En este apartado se presenta la estructura curricular que se diseña para los grados superiores, enfocada en la transición de la programación por bloques hacia el lenguaje de texto y la implementación de sistemas electrónicos complejos. Este programa se ejecutó principalmente en los nodos de bachillerato y en el Punto Vive Digital.

D.1. Enfoque Basado en Retos (EBR)

A diferencia del nivel de primaria, para secundaria establecí una metodología basada en retos de ingeniería. El objetivo fue que los estudiantes no solo replicaran circuitos, sino que diseñaran soluciones a problemáticas reales detectadas en su entorno, utilizando lógica de programación estructurada.

D.2. Objetivos de Aprendizaje y Competencias Digitales

Definiendo los siguientes objetivos alineados con las necesidades técnicas actuales:

Dominio del hardware: Capacidad para configurar y programar placas Arduino y ESP32.

Programación Sintáctica: Iniciación en el uso de C++ para el control de variables, condicionales y ciclos en sistemas embebidos.

Integración de Sistemas: Conexión y lectura de datos mediante sensores analógicos y digitales, y su posterior actuación en motores o pantallas.

D.3. Estructura del Programa (Módulos de Especialización)

Se estructuró el currículo en tres niveles de complejidad, permitiendo que cada estudiante avanzara según su ritmo de aprendizaje:

Tabla **D1** Módulos de la Ruta STEAM para Bachillerato

Módulo	Enfoque Práctico	Herramienta SETIC	Logro observado por el pasante
I: Lógica de Control	Sintaxis básica y flujo de datos.	Micro: bit / Arduino	Transición exitosa del bloque al texto.
II: Interfaz de Hardware	Conexión de sensores y periféricos.	Kits de sensores 32 en 1	Autonomía en el uso de los Protoboards.
III: Control de Potencia	Manejo de servomotores y cargas.	Servomotores / Shields	Comprensión de señales PWM.
IV: Automatización	Cinemática y trayectorias.	Dobot Magician	Ejecución de rutinas de Pick & Place.

Nota. Estructura técnica para semilleros y grados superiores. Elaboración propia (2026).

D.4. Proyectos de Aplicación en el Territorio

Durante la pasantía, orienté la creación de prototipos que los estudiantes desarrollaron basándose en este currículo, destacando:

Monitoreo Ambiental:

Sistemas de medición de humedad y temperatura para aplicaciones locales.

Automatización de Procesos:

Simulación de bandas transportadoras y clasificación de objetos mediante el uso del brazo Dobot en el PVD.

Seguridad Electrónica:

Prototipos de alarmas con sensores de movimiento y notificación sonora.

D.5. Evaluación de Resultados Técnicos

Para este nivel, se implementó una evaluación basada en la funcionalidad del prototipo. El éxito se midió por la capacidad del estudiante para depurar errores en el código (debugging) y por la correcta integración física de los componentes electrónicos de la Secretaría.

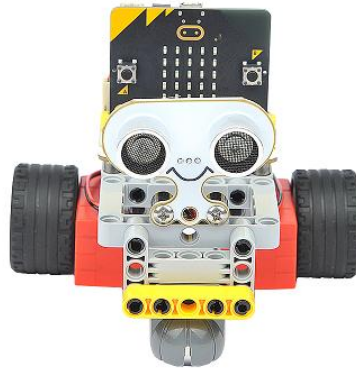
Apéndice E

Guías Técnicas E.1 a E.7

Guía Técnica E.1: Robot Evasor de Obstáculos

Nivel: Inicial / Avanzado | Plataforma: Micro:bit + Motor:bit | Referencia: [Elecfreaks](#)

Case 04



Introducción y Concepto

El dispositivo utiliza un sensor de ultrasonido para determinar la distancia respecto a objetos en el entorno. Su operación se basa en la emisión de una onda sonora que se desplaza por el espacio hasta impactar con un obstáculo y rebotar hacia el receptor.

Principio de medición:

- **Detección:** Si el tiempo que tarda la onda en regresar es corto, se interpreta que el objeto se encuentra a una distancia cercana.
- **Cálculo:** La relación entre el tiempo de emisión y recepción permite al sistema calcular la posición exacta del obstáculo para ejecutar acciones de control.

Componente Clave: [Sensor Ultrasonico HC-SR04](#)

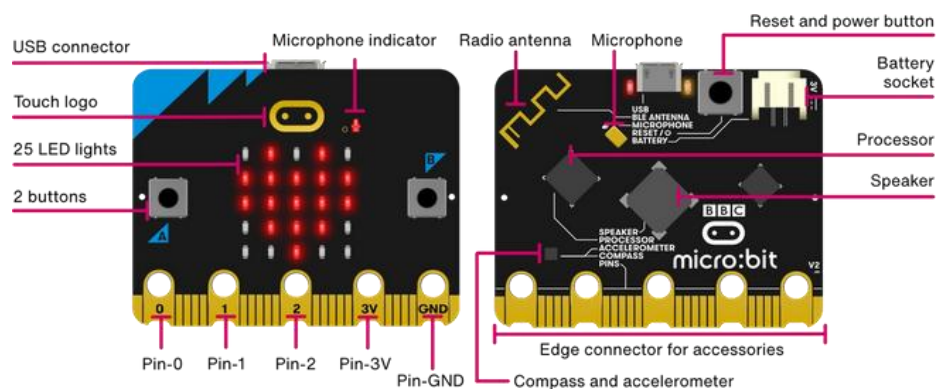


Objetivo: Navegación autónoma sin colisiones.

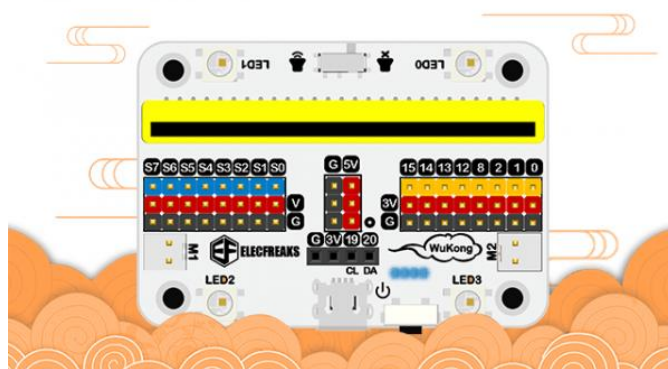
Preparación de Hardware (Bill of Materials)

Antes de empezar, asegúrate de tener los componentes de la SETIC listos:

Micro:bit V2 (el cerebro).



Placa de Expansión Motor:bit (el controlador de potencia).



Sensor de ultrasonido.



Fichas de lego y cables Jumper y motores.

Diagrama de Conexiones (Wiring)

Sigue el esquema de conexión detallado. Error común: Confundir los pines de 3V (rojo) y GND (negro).

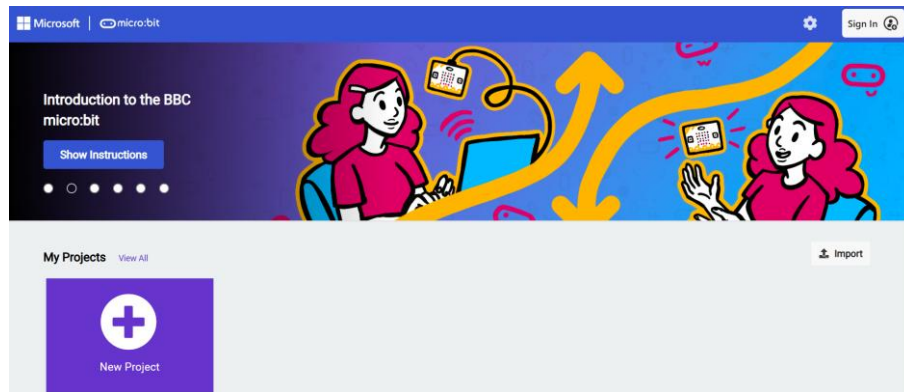
Sensor (HC-SR04)	Placa Motor:bit	Función
VCC	VCC (5V/3V)	Alimentación
Trig	P1	Disparo de sonido (Trigger)
Echo	P2	Recepción de eco (Echo)
GND	GND	Tierra

Nota. Elaboración propia (2026).

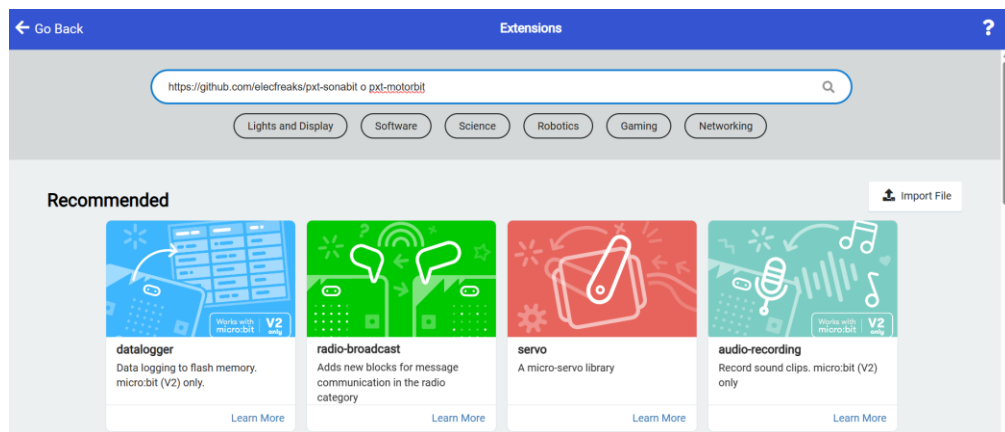
Configuración del Entorno (Software)

Para programar, usaremos [Microsoft MakeCode](#).

Abre MakeCode.



Haz clic en Extensiones.



Busca e instala la extensión oficial de Elecfreaks: <https://github.com/electreaks/pxt-sonabit> o [pxt-motorbit](https://github.com/electreaks/pxt-motorbit).

Programación Paso a Paso

Copia la lógica del algoritmo oficial. El robot debe decidir en tiempo real:

Fragmento de código

```
// Lógica de decisión:
```

```
SI (Distancia < 20 cm) {
```

```
  Detener Motores
```

```
  Retroceder (200 ms)
```

```
  Girar a la derecha (300 ms)
```

```
} SINO {
```

```
  Avanzar adelante (Velocidad 60)
```

```
}
```

Referencia de Programación: Puedes ver el bloque de código exacto en el [Tutorial de Programación de ElecFreaks - Case 04.](#)

Pruebas y Calibración

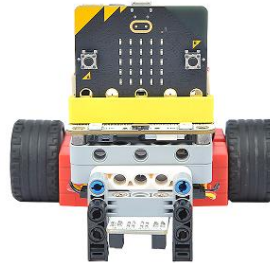
Paso 1: Conecta el robot por USB y descarga el archivo .hex.

Paso 2: Si el robot gira constantemente, revisa si el sensor está detectando el propio chasis (ajusta el ángulo).

Paso 3: Prueba diferentes distancias de detección (umbral) cambiando el número 20 por 10 o 30.

Guía Técnica E.2-a: Seguidor de Línea (Prototipo Case 02)

Referencia: [4. Case 02: Line-following Cars](#)



Concepto

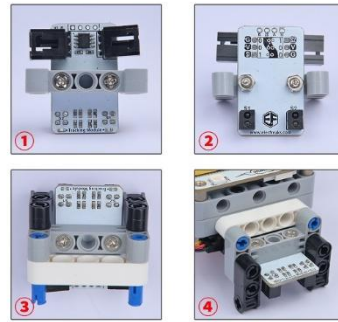
En esta sesión, el prototipo "Carro Evasor" se configura para operar como un "**Carro Seguidor**". Se mantiene la estructura del chasis utilizada en el Case 04, centrando ahora la prioridad operativa en la lectura y reconocimiento del suelo.

Funcionamiento Técnico:

- **Detección de Contraste:** El sistema integra el **Módulo Line Hunter**, diseñado para detectar variaciones de contraste entre superficies negras y blancas.
- **Procesamiento de Señal:** El módulo captura la reflexión de luz y envía señales digitales directamente a la placa Micro:bit.
- **Control Lógico:** La tarjeta procesa los estados lógicos recibidos para coordinar el movimiento de los motores, permitiendo que el robot mantenga su trayectoria sobre la línea marcada.

Componente Clave: [dual line-following](#)

Sensor Connection Diagram

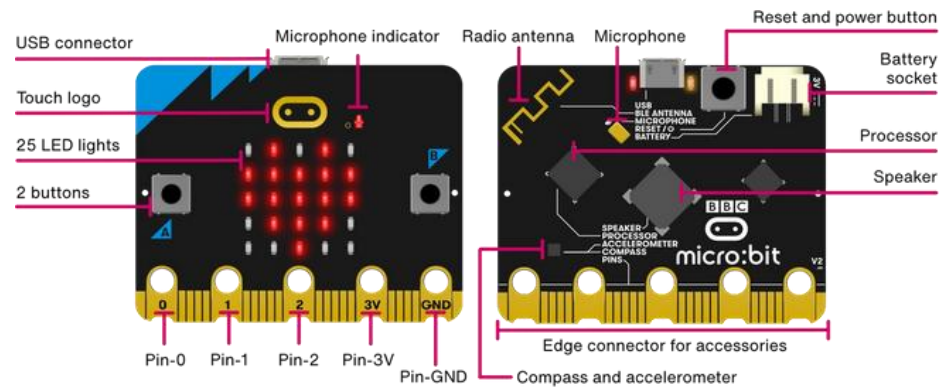


Objetivo: Detectar el contraste (Negro/Blanco)

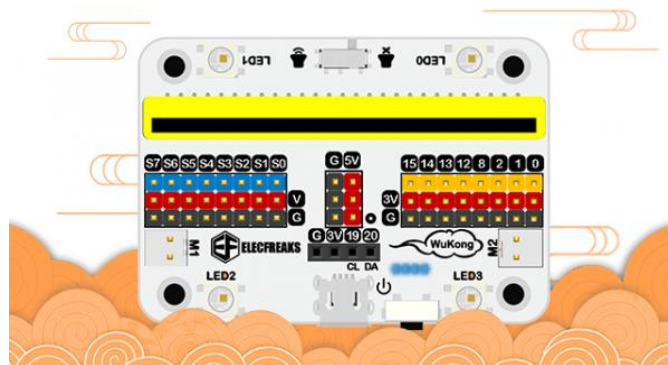
Preparación de Hardware (Bill of Materials)

Antes de empezar, asegúrate de tener los componentes de la SETIC listos:

Micro:bit V2 (El cerebro).

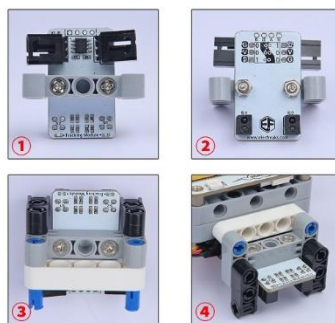


Placa de Expansión Motor:bit (el controlador de potencia).



. dual line-following (Detectar el contraste (Negro/Blanco))

Sensor Connection Diagram



Fichas de lego y cables Jumper y motores.

3. Conexiones Reales (Pinout Case 04)

Para que el código sea compatible con los bloques de Elecfreaks, las conexiones deben ser:

Componente	Pin en Placa	Función
Sensor Izquierdo (L)	P8	Detecta el borde de la línea
Sensor Derecho (R)	P9	Detecta el borde de la línea
Motor Izquierdo	M1	Tracción lado izquierdo
Motor Derecho	M2	Tracción lado derecho

Nota. Elaboración propia (2026).

Programación y Lógica de Bloques

Referencia de Programación: Puedes ver el bloque de código exacto en el [Tutorial de Programación de Elecfreaks - Case 02.](#)

Siguiendo la estructura de la Wiki, el programa debe comparar los estados de los pines P8 y P9:

Lógica 0-0 (Ambos Negros): El robot está centrado. Acción: Mover adelante.

Lógica 1-0 (Izquierdo Blanco): El robot se desvía a la derecha. Acción: Girar Izquierda.

Lógica 0-1 (Derecho Blanco): El robot se desvía a la izquierda. Acción: Girar Derecha.

Lógica 1-1 (Ambos Blanco): El robot perdió la pista. Acción: Detenerse.

Guía de Calibración para el Aula

Para que la guía sea considerada "completa" por el jurado, añada estos puntos técnicos:

Ajuste Manual: Gira el potenciómetro azul del sensor hasta que el LED se active solo sobre la superficie blanca.

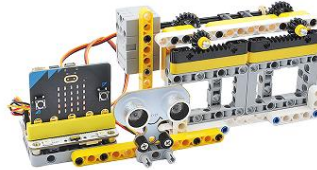
Altura de Montaje: El sensor debe estar a 8 mm del suelo (medida estándar del Case 04).

Verificación de Giro: Si el robot gira en sentido contrario, intercambia los cables del motor en la placa.

Guía Técnica E.3: Control de Acceso (Puerta Automática)

Nivel: Intermedio | Plataforma: Micro:bit + Robot:bit |

Referencia: [Elecbreaks Wiki - Case 09: Automatic Door](#)



Este proyecto plantea el diseño y construcción de un sistema de control de acceso automatizado, similar al funcionamiento de las puertas en centros comerciales o barreras de parqueaderos. El objetivo es integrar la detección de proximidad con el movimiento mecánico controlado.

Componentes y Operación:

- **Detección de Presencia:** Se emplea un **sensor ultrasónico** para monitorear el acceso. Este sensor detecta la llegada de un vehículo o persona al medir el cambio en la distancia frontal.
- **Actuación Mecánica:** Al confirmarse la presencia dentro de un rango predefinido, el sistema activa un **servomotor**.
- **Automatización:** El servomotor es el encargado de accionar físicamente la barrera o puerta, permitiendo el paso de forma automática y regresando a su posición inicial tras un tiempo determinado.

Componente Clave: [Sensor Ultrasónico HC-SR04](#)

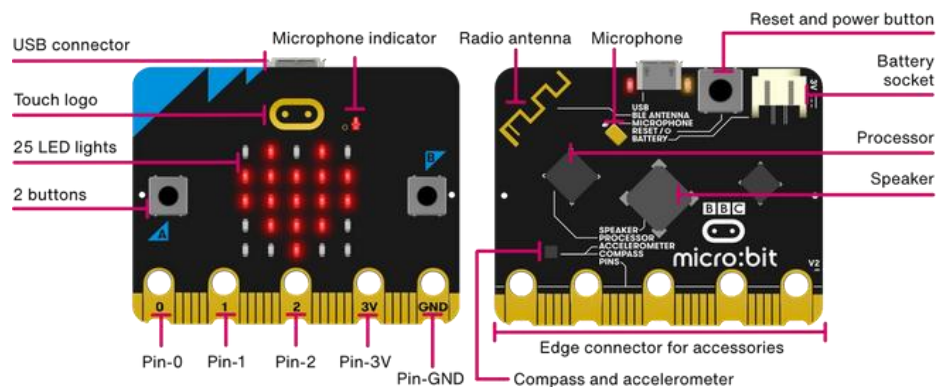


Objetivo: Detectar presencia de personas frente a las puertas automáticas.

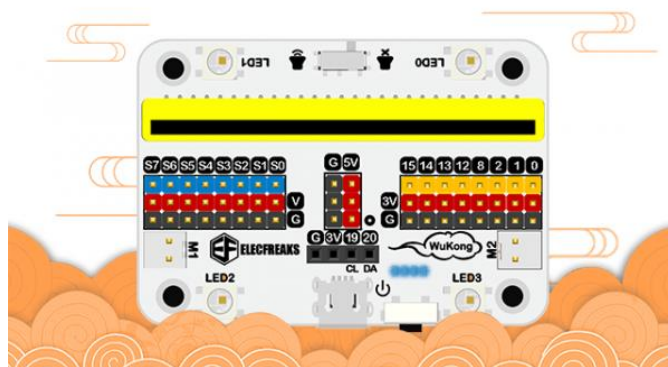
Preparación de Hardware (Componentes SETIC)

Para que el sistema funcione con la precisión necesaria, asegúrate de tener:

Micro:bit V2 (el cerebro).



Placa de Expansión Motor:bit (el controlador de potencia).



Servomotor (SG90): El "músculo" que permite movimientos precisos por grados.



Sensor de ultrasonido.



Fichas de Lego y cables Jumper.

Mapa de Conexiones (Wiring)

Es crítico conectar el servomotor en el puerto correcto (S1), respetando los colores de los cables (Marrón: GND, Rojo: VCC, Naranja: Señal).

Componente	Pin en Robot: bit	Función Técnica
Servomotor	S1 (Puerto Servo)	Control de ángulo (0° a 180°)
Sensor (Trig)	P1	Disparo del pulso de sonido
Sensor (Echo)	P2	Recepción del rebote (eco)

Componente	Pin en Robot: bit	Función Técnica
Alimentación	VCC / GND	Energía externa (el servo consume mucha corriente)

Nota. Elaboración propia (2026).

Lógica de Programación (MakeCode)

Referencia de Programación: Puedes ver el bloque de código exacto en el [ElecFreaks](#)

[Wiki - Case 09: Automatic Door](#)

Para esta guía, instalaremos la extensión Robotbit. El programa sigue una secuencia de Detección → Acción → Espera → Cierre.

Algoritmo Paso a Paso:

Inicio: Al arrancar, el servo debe ir a 0° (puerta cerrada).

Detección: Si el sensor mide una distancia menor a 15 cm:

Muestra una flecha verde en la Micro:bit.

Mueve el servo a 90° (puerta abierta).

Pausa: Espera 5 segundos (5000 ms) para que pase el objeto.

Cierre: Regresa el servo a 0° y muestra una "X" en la pantalla.

Desafíos de Ingeniería y Criterio

Cómo optimizar el sistema:

Suavidad de Movimiento: En lugar de saltar de 0° a 90°, usa un bucle que suma de 1 en 1 grado para que la puerta abra de forma "elegante".

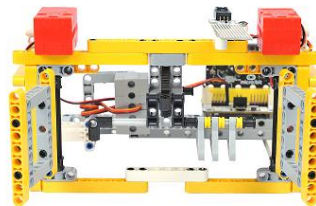
Seguridad Activa: Si el sensor detecta un objeto *mientras* la puerta se está cerrando, la lógica debe interrumpir el cierre y abrir de nuevo (evitar accidentes).

Calibración Mecánica: Ajusta el brazo del servo (horn) físicamente para que el "0" coincida exactamente con la barrera horizontal.

Guía técnica E.4: Tendedero Inteligente (Domótica)

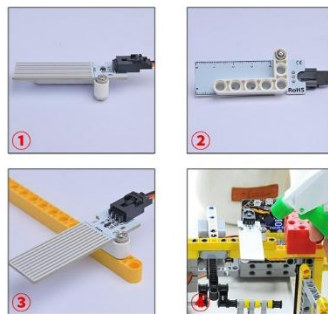
Nivel: Intermedio | Plataforma: Micro:bit V2 |

Referencia: [Case 20: The Smart Aired](#)



Componente Clave: [6. Soil Moisture Sensor\(EF05005\) — ELECFREAKS WIKI](#)

Sensor Connection Diagram



El Reto: "Protección Climática Automatizada"

El objetivo central de este módulo es el diseño de un sistema capaz de detectar la presencia de lluvia en tiempo real, con el fin de proteger elementos expuestos (como ropa) de forma autónoma. El proyecto permite comprender el proceso de traducción de fenómenos físicos (humedad) en datos numéricos procesables por un microcontrolador para la ejecución de movimientos mecánicos.

Fundamentación Técnica:

Detección de Humedad: El sistema emplea un sensor de lluvia que actúa como un interruptor accionado por agua. Al caer gotas sobre la superficie del sensor, se altera la conductividad, enviando una señal al sistema de control.

Procesamiento de Datos: El microcontrolador interpreta los niveles de voltaje recibidos. Al superar un umbral predefinido (presencia de agua), se genera una instrucción lógica de salida.

Actuación: La señal de salida activa un motor (servo o motorreductor) encargado de realizar el despliegue de una cubierta o el repliegue del soporte, garantizando la protección automática frente al fenómeno meteorológico detectado.

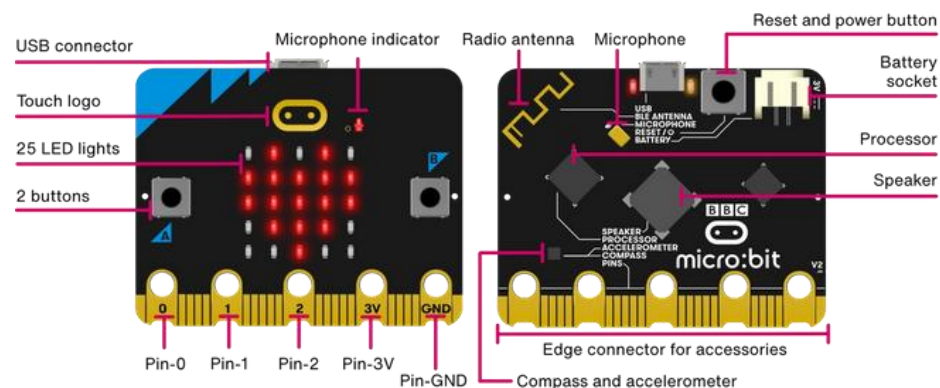
Especificaciones del Sensor y Hardware (SETIC)

A diferencia de los sensores de choque, aquí usamos señales variables:

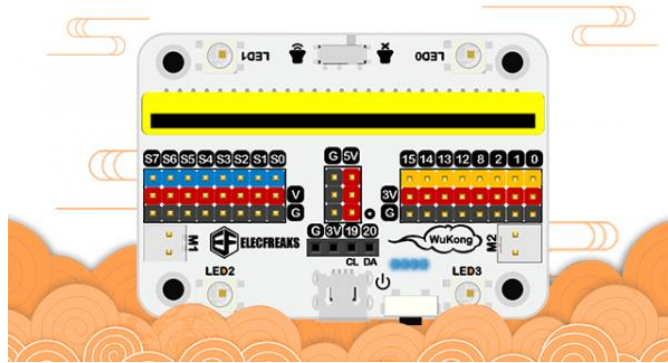
Sensor de Lluvia/Humedad: Mide la conductividad eléctrica. El agua actúa como puente, cerrando el circuito y variando el voltaje. [6. Soil Moisture Sensor\(EF05005\) —](#)

[ELECFREAKS WIKI](#)

[Micro:bit V2](#) (el cerebro).



[Placa de Expansión Motor:bit](#) (el controlador de potencia).



Servomotor (SG90): El "músculo" que permite movimientos precisos por grados.



Conexión de señal analógica

Es fundamental conectar el sensor a un pin con capacidad **ADC** (convertidor analógico a digital), como el **P0**, para leer valores entre 0 y 1023.

Componente	Pin en Expansión	Tipo de Señal / Función
Sensor de lluvia	P0	Analógica (Lectura de 0 a 1023)
Servomotor	S1	Control de posición (0° a 180°)

VCC / GND

(+ / (-)

Alimentación eléctrica
(cables Rojo/Negro)

Nota. Elaboración propia (2026).

Algoritmo de Control y Calibración

El programa debe realizar una lectura constante y comparar el valor con un **umbral (Threshold)** definido por el estudiante:

Lectura: Almacenar el valor del pin **P0** en una variable llamada lluvia.

Comparación Lógica:

SI lluvia > 500 (indica que las gotas de agua han cerrado el circuito) → Mover Servo a **180°** (Guardar ropa).

SINO (Valor < 500, está seco) → Mover Servo a **0°** (Exponer al sol).

Visualización: Mostrar un icono de paraguas en la Micro:bit cuando llueva y un sol cuando esté despejado.

Desafíos de Ingeniería y Criterios

Para elevar el nivel pedagógico, se proponen los siguientes ajustes técnicos:

Calibración de Sensibilidad: ¿Qué pasa si el aire está muy húmedo, pero no llueve?

Reto: Ajustar el número "500" para evitar falsos positivos (histéresis).

Alerta Sonora: Programar el *buzzer* para que emita un pitido de advertencia antes de que el motor se mueva, avisando a los habitantes de la casa.

Modo Manual: Añadir una función para que, al presionar el **botón A**, el tendedero se guarde sin importar si hay lluvia o no.

Guía Técnica E.5: Control Inalámbrico (Radiotelmetría)

Nivel: Avanzado | Plataforma: Micro:bit V2 (Doble unidad) |

Referencia: [ElecFreaks Wiki - Radio Control Case](#)

El Concepto: Comunicación por Radiofrecuencia (RF)

¿Cómo se comunican los drones o los satélites? Utilizan ondas de radio. La Micro:bit tiene una antena integrada que trabaja a 2.4 GHz. En esta guía, aprenderás a crear un ecosistema donde una tarjeta actúa como "Mando" y la otra como "Cerebro" del robot.

Especificaciones de Comunicación (Criterio Técnico)

Para que el sistema sea estable y no haya interferencias entre compañeros de clase, determina:

Grupo de Radio: Es como un "canal de televisión". Ambos dispositivos deben estar en el mismo número (p. ej., Grupo 7).

Protocolo: Transmisión de cadenas de texto (Strings) o números.

Configuración del transmisor (el control remoto)

El control utilizará el acelerómetro de la Micro:bit para detectar la inclinación.

Conexiones: No requiere cables adicionales, solo la Micro:bit con su portapilas.

Lógica de Programación (Mando):

Al iniciar: radio establecer grupo 7.

Si está inclinado hacia adelante, el radio envía la cadena "A".

Si está inclinado hacia atrás, el radio envía la cadena "B".

Si está inclinado a la derecha/izquierda: radio enviar cadena "D" / "I".

Si está nivelado, la radio envía la cadena "S" (Stop).

Configuración del Receptor (El Robot Case 04)

El robot estará a la escucha constante. Una vez que recibe la señal, activa los motores mediante la placa de expansión.

Conexiones (Hardware SETIC):

Placa Motor:bit/Wukong: Conectada a los motores M1 y M2.

Micro:bit V2: En modo "Escucha".

Evento de Radio	Acción en Motores	Icono LED
Recibe "A"	Avanzar (Velocidad 60)	Flecha Norte
Recibe "S"	Detener Motores	Cuadrado (Stop)
Recibe "D"	Giro derecha (M1: 60, M2: 0)	Flecha Este
Evento de Radio	Acción en Motores	Icono LED

Nota. Elaboración propia (2026).

Algoritmo de Recepción (MakeCode)

En el receptor, usamos el bloque especial al recibir la cadena (receivedString).

Fragmento de código

```
// Lógica del Receptor:
al recibir cadena (receivedString) {
  si (receivedString == "A") {
    Mover adelante
  } sino si (receivedString == "S") {
    Parar motores
  }
}
```

Desafíos de Ingeniería y Criterios

Potencia de Señal: Reta a los estudiantes a alejarse. ¿A cuántos metros deja de funcionar?
(Concepto de Atenuación).

Seguridad inalámbrica: ¿Qué pasaría si otra persona usa nuestro mismo grupo de radio?
(Concepto de interferencia y cifrado básico).

Telemetría: Haz que el robot le devuelva al mando la temperatura o el nivel de batería para mostrarlo en la pantalla del control.

Guía técnica E.6: Mi Primer Código (Arduino y C++)

Nivel: Avanzado | Hardware: Arduino Uno + Octopus Shield |

Objetivo: Controlar actuadores mediante programación estructurada.



2

El Concepto: ¿Qué es el código C++?

A diferencia de Micro:bit, donde arrastramos bloques, en Arduino escribimos "recetas" de instrucciones. Aprenderás a usar la sintaxis, que es la forma correcta de escribir para que el procesador entienda.



Referencia Técnica: [Primeros pasos con Arduino y Elecfreaks](#)

Caja de Herramientas (Hardware SETIC)

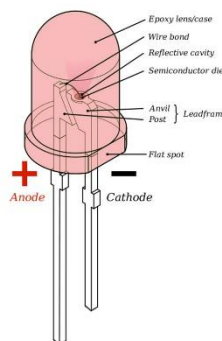
Para este sistema de semáforo, utilizaremos:

Arduino Uno R3: El cerebro.



Octopus Shield: Placa de expansión para conectar sensores fácilmente. [Ver Guía de la Placa.](#)

Módulo LED F semáforo: [Detalle del componente LED.](#)



Mapa de Conexiones (Wiring)

Es vital usar los pines digitales correctos. En el Octopus Shield, busca la sección de pines digitales (marcados con G-V-S):

G: Ground (Tierra - Negro)

V: Voltage (5V - Rojo)

S: Signal (Señal - Amarillo/Blanco)

Tabla

Componente	Pin Digital	Función
------------	-------------	---------

LED Rojo	D2	Detener Tráfico
LED Amarillo	D3	Precaución
LED Verde	D4	Siga

Nota. Elaboración propia (2026).

Anatomía del Código (La "Receta")

En Arduino, el código siempre tiene dos partes principales. Vamos a programar la secuencia del semáforo:

Manual de Sintaxis: [Estructura de control If/Else y Bucles](#)

C++

// 1. Declaración de Pines

int rojo = 2;

int verde = 4;

void setup() {

// 2. Configuración: Se ejecuta UNA VEZ

pinMode(rojo, OUTPUT);

pinMode(verde, OUTPUT);

}

void loop() {

// 3. Bucle: Se repite PARA SIEMPRE

digitalWrite(verde, HIGH); // Encender Verde

delay(5000); // Esperar 5 segundos

digitalWrite(verde, LOW); // Apagar Verde

digitalWrite(rojo, HIGH); // Encender rojo

delay(5000); // Esperar 5 segundos

```
digitalWrite(rojo, LOW); // Apagar rojo  
}
```

Desafíos de Ingeniería

Lógica Inversa: Si usas el Módulo de Relé de la SETIC (Active Low), recuerda que para encenderlo debes usar LOW y para apagarlo HIGH. [Guía de Relés Elecfreaks](#)

El Peatón: Añade un botón en el pin D5. Si alguien lo presiona, el semáforo debe cambiar a rojo inmediatamente. [Cómo leer un botón en Arduino.](#)

Monitor Serial: Abre la lupa en el computador (Monitor Serial) para ver mensajes como "Semáforo en Verde" mientras el código corre.

Guía técnica E.7: Robótica Industrial (Dobot Magician)

Nivel: Profesional / Ingeniería | Software: DobotStudio | Referencia de Ingeniería:

[Manual de Usuario Oficial Dobot Magician](#)

El Concepto: Brazo Robótico de Alta Precisión

El Dobot Magician es un brazo robótico de 4 ejes con una precisión de 0,1 mm. A diferencia de los modelos educativos básicos, este equipo utiliza algoritmos de cinemática inversa, permitiendo que el usuario lo controle mediante coordenadas cartesianas (X, Y, Z) y el ángulo de rotación (R).

Preparación y Conectividad (El Paso a Paso)

Para iniciar, el equipo debe estar correctamente energizado y vinculado al PC.

Conexión de Alimentación: Conectar la fuente de 12 V al puerto de energía en la base.

Comunicación USB: Conectar al PC y verificar el puerto COM en el administrador de dispositivos.

Instalación de software: Es indispensable contar con DobotStudio.

Enlace de descarga: [Software DobotStudio v1.5+](#) (Seleccionar categoría "Education").

Instalación de Herramientas (Efectores Finales)

El Dobot permite cambiar su función según la herramienta instalada en el cabezal.

Pinza Neumática (Gripper): Ideal para objetos sólidos. Requiere conectar la manguera de aire a la bomba de vacío.

Bomba de Succión (Suction Cup): Para superficies planas.

Referencia Técnica: [Guía de instalación de accesorios y herramientas](#)

Calibración Inicial (Homing)

Punto Crítico: Antes de cualquier movimiento, el robot debe reconocer su posición de origen.

Abrir DobotStudio.

Presionar el botón "Home" en el panel de control.

El brazo se moverá automáticamente hasta tocar sus interruptores de límite (límites de carrera).

Guía Visual: [Procedimiento de Homing y calibración](#)

5. Programación por Bloques (Blockly)

Para los talleres en Sogamoso, se utiliza la interfaz Blockly, que traduce los bloques visuales en coordenadas de movimiento industrial.

Lógica de "Pick and Place":

Jump To: Moverse a una posición elevada para evitar obstáculos.

Suck/Grip ON: Activar la herramienta de agarre.

Wait: Pausa de 0.5s para asegurar el agarre.

Move To: Transportar el objeto a la zona de descarga.

6. Especificaciones de Comunicación (I/O)

Como ingeniero, debes documentar cómo el Dobot interactúa con sensores externos (como los de ElecFreaks) a través de sus puertos en la base.

GP1 a GP5: Pines de entrada y salida digitales/analógicas.

Referencia de pines: [Esquema de puertos de comunicación I/O Dobot](#)

7. Desafíos de Ingeniería y Criterio del Pasante

Para cerrar la guía, se plantean retos que exigen análisis técnico:

Cálculo de Carga: El Dobot soporta hasta 500 g. ¿Cómo afecta el peso a la inercia del movimiento?

Seguridad: Implementar un perímetro de seguridad de 320 mm (alcance máximo).

Optimización de Ruta: Usar comandos MoveL (movimiento lineal) vs MoveJ (movimiento de articulación) para optimizar el tiempo de ciclo.

Apéndice F

Documentación Técnica de Prototipos Finalizados

Este apéndice recopila las especificaciones finales y el estado de operación de los sistemas tecnológicos consolidados durante la pasantía, utilizando la infraestructura de la SETIC y el Punto Vive Digital.

F.1. Sistema de Clasificación Robótica Industrial (PVD)

Este es el proyecto de mayor nivel, desarrollado en el Semillero del Punto Vive Digital.

Tabla F1 Especificaciones Técnicas del Brazo Robótico

Característica	Especificación Técnica
Plataforma Principal	Brazo Robótico Dobot Magician
Efactor Final	Ventosa de succión neumática (GP)
Modo de Control	Secuencia Lógica Programada (Write & Play / Blockly)
Precisión de Repetibilidad	0.1 mm
Funcionalidad	Clasificación de objetos por coordenadas predefinidas.

Nota. Elaboración propia (2026).

Evidencia de funcionamiento:

El prototipo logró realizar ciclos de 10 repeticiones de traslado de piezas sin pérdida de coordenadas, validando la estabilidad eléctrica de la estación de trabajo del PVD.

F.2. Estación de Monitoreo Ambiental Inteligente

Prototipo integrador de la Ruta STEAM Secundaria que utiliza hardware Arduino.

Unidad de control: Arduino Uno R3.

Sensores Integrados: MQ-2 (Gas/Humo) y sensor de humedad del suelo.

Interfaz de usuario: Pantalla LCD 16x2 I2C para visualización de métricas en tiempo real.

Lógica de Ingeniería: El sistema activa una alarma sonora (buzzer) y una alerta visual en la pantalla si los niveles de gas superan los 400 ppm (partes por millón).

Resultado Técnico: Se migró exitosamente la lógica de bloques a código C++, permitiendo una lectura más rápida de los sensores y la gestión de librerías para la pantalla LCD.

F.3. Vehículo Autónomo de Respuesta Rápida (Micro:bit)

Resultado de la fase de masificación en las instituciones educativas.

Chassis: Kit Elecfreaks Motorbit.

Sensores: Combinación de Ultrasonido (Evasión) e Infrarrojos (Seguimiento).

Innovación Aplicada: Se implementó un algoritmo de "Prioridad de Sensores", donde la evasión de obstáculos tiene jerarquía sobre el seguimiento de línea para evitar colisiones en la pista.

Referencia de Diseño: [Wiki Elecfreaks - Motor: bit Smart Car.](#)

F.4. Matriz de Validación de Funcionamiento.

Resumen del criterio del pasante sobre los prototipos entregados.

Prototipo	Estado	Observaciones del pasante
	Final	
Evasor	100%	Estable en superficies lisas; requiere
Obstáculos	Funcional	calibración en alfombras.

Prototipo	Estado	Observaciones del pasante
	Final	
Tendedero	100%	Respuesta inmediata al contacto con
Inteligente	Funcional	agua (sensor de lluvia).
	100%	Calibrado y listo para tareas de precisión
Brazo Dobot	Funcional	en el PVD.
Sistema	90%	Requiere conexión fija a PC para
Arduino	Funcional	monitoreo serial continuo.

Nota. Elaboración propia (2026).

Apéndice G

Registro Fotográfico de Intervención

Este apéndice presenta la evidencia visual del desarrollo de la pasantía, dividida en las fases de masificación en las Instituciones Educativas y la fase de especialización en el Punto Vive Digital (PVD).

G.1. Fase de Despliegue en Instituciones Educativas (Ruta STEAM)

Evidencias del trabajo realizado en los laboratorios de cómputo de los colegios.

Ilustración G1 Socialización de la Ruta STEAM y diagnóstico inicial de conocimientos



Nota. Presentación de los alcances tecnológicos del proyecto y evaluación de saberes previos en el aula. Autoría propia (2026).

Ilustración G2 Espacio para la fotografía correspondiente a la dinámica de clase



Nota. Registro de la participación activa de los alumnos durante la fase de diagnóstico.

Autoría propia (2026).

Ilustración G3 Sesiones de formación y transferencia de conocimientos en aula



Nota. Registro de la capacitación técnica y socialización de objetivos con grupos de secundaria. Autoría propia (2026).

Ilustración G4 Demostración práctica de prototipos robóticos en laboratorios escolares



Nota. Fase de interacción donde se presentan los componentes del hardware y se realizan pruebas de funcionamiento guiadas. Autoría propia (2026).

Ilustración G5 Dinámica de aprendizaje colaborativo y soporte técnico en aula



Nota. Orientación personalizada y asistencia técnica durante el desarrollo de ejercicios prácticos de programación. Autoría propia (2026).

Ilustración G6 Exposición de la metodología STEAM y flujos de trabajo tecnológico



Nota. Sesión académica detallando los pilares de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM) aplicados al proyecto. Autoría propia (2026).

Ilustración G7 Socialización del ecosistema tecnológico en el Punto Vive Digital (PVD)



Descripción Técnica: En las imágenes se documenta la fase de **sensibilización y socialización** de la Ruta STEAM en las Instituciones y PVD. En este espacio presenta a la comunidad educativa el ecosistema tecnológico disponible, explicando que la ruta no solo consiste en "armar robots", sino en un aprendizaje integral que combina:

Ciencia: Para entender los fenómenos físicos (como el sonido en el sensor ultrasónico).

Tecnología: El uso de hardware (Micro:bit, Arduino) y software (MakeCode, IDE).

Ingeniería: El diseño de soluciones y prototipado.

Artes: El diseño creativo y funcional de las interfaces.

Matemáticas: el cálculo de variables, ángulos y lógica algorítmica.

Contexto y Observación del Pasante:

Objetivo: Generar expectativa y explicar los elementos del **Kit 32 en 1** y las placas de expansión, mostrando cómo estos materiales preexistentes de la Secretaría se convertirán en herramientas de solución para problemas del entorno.

Impacto: Se evidencia la participación de los estudiantes al identificar los componentes electrónicos que se han venido trabajando y que serán la base de sus futuros proyectos.

Ilustración G8 Supervisión técnica en el ensamble de chasis robóticos Elecbreaks



Nota. Los estudiantes ejecutan el ensamble mecánico de los componentes bajo supervisión, asegurando el ajuste correcto de los motores y la estructura del robot. Autoría propia (2026).

Ilustración G9 Ensamble de sistemas robóticos y depuración de conexiones



Nota. Los estudiantes realizan el ensamblaje de módulos electrónicos, verificando la disposición de motores y cableado de control. Autoría propia (2026).

Ilustración G10 Pruebas de algoritmos y carga de código en prototipos móviles



Nota. Fase de implementación de software donde se cargan los algoritmos de movimiento y se realizan pruebas de ejecución en tiempo real. Autoría propia (2026).

Ilustración G 2 Validación de lógica de programación mediante simuladores y hardware



Nota. Uso de entornos de programación por bloques para la validación de la lógica de control antes de la ejecución física en el prototipo. Autoría propia (2026)

Ilustración G 3 Pruebas de iluminación y salida de datos en prototipos integrados



Nota. Validación de componentes de salida (LEDs y actuadores) durante la ejecución de algoritmos de control desarrollados en clase. Autoría propia (2026).

Ilustración G 4 Ajuste fino de sensores y depuración de código en tiempo real



Nota. Fase de perfeccionamiento donde se calibran los sensores y se ajustan las variables del software para optimizar el rendimiento del sistema robótico. Autoría propia (2026).

Ilustración G 5 Integración de sistemas de tracción y gestión de cableado



Descripción Técnica: Las fotografías capturan el momento en que los estudiantes de secundaria realizan el ensamble del chasis robótico de ElecFreaks. Durante esta actividad, bajo la supervisión directa del pasante de ingeniería, los alumnos deben integrar los motores de corriente continua (DC), asegurar la estructura mecánica y montar la placa de expansión *Robot:bit*. Se

enfatisa la importancia de la sujeción mecánica y la gestión de cables para evitar desconexiones accidentales durante las pruebas dinámicas.

Contexto y Observación del Pasante:

Actividad: Montaje de hardware y cableado de motores.

Supervisión técnica: El pasante orienta a los estudiantes en el uso correcto de las herramientas y en la identificación de los terminales de los motores para asegurar que la polaridad sea la correcta (evitando que una rueda gire en sentido contrario al esperado).

Competencia desarrollada: Capacidad de interpretación de guías de montaje y manejo responsable de equipos de precisión de la Secretaría.

Ilustración G 6 Pruebas de campo y validación del sistema de evasión de obstáculos



Nota. Fase de pruebas dinámicas donde se valida la respuesta del sensor ultrasónico ante obstáculos fijos en entornos reales de la institución educativa. Autoría propia (2026).

Ilustración G 7 Evaluación de algoritmos de seguimiento de línea en pista de pruebas



Nota. Sesión de verificación de la lógica de "Prioridad de Sensores", asegurando que el prototipo mantenga la trayectoria establecida en la pista de entrenamiento. Autoría propia (2026).

Ilustración G 8 Evidencia de apropiación tecnológica por parte de la comunidad estudiantil



Nota. Registro de la culminación del proceso de ensamble y programación, destacando el empoderamiento de las estudiantes en el área de robótica educativa. Autoría propia (2026).

Ilustración G 9 Culminación de la fase de pruebas y validación en Instituciones Educativas



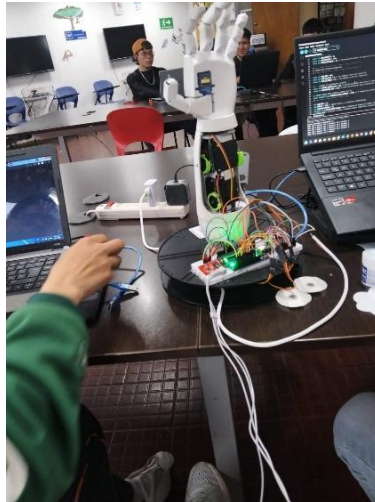
Nota. Registro final de la fase de validación dinámica.

Los estudiantes, tras cargar los programas desarrollados en MakeCode, verificaron la eficiencia de los sensores ultrasónicos en entornos reales (pasillos de la institución), ajustando umbrales de detección para asegurar la autonomía de los robots ante colisiones. Autoría propia (2026).

G.2. Semilleros de Investigación - Punto Vive Digital (PVD)

Evidencias de las sesiones de alto nivel técnico con estudiantes de 10.º y 11.º.

Ilustración G 10 Implementación de algoritmos en C++ para el control de prótesis robóticas



Nota. Desarrollo de software avanzado utilizando el entorno de programación de Arduino.

En la imagen se evidencia la integración de servomotores y cableado para el control de una mano robótica de 5 grados de libertad (DOF), donde los estudiantes aplican lógica de programación en C++ para la manipulación de objetos. Autoría propia (2026).

Ilustración G11 Supervisión técnica en la integración de actuadores y sistemas de control



Nota. Orientación especializada en el montaje de servomotores para sistemas biónicos.

En esta fase, se supervisa la correcta conexión de los terminales de control y la gestión de potencia necesaria para el movimiento multi-articular. Autoría propia (2026).

Ilustración G12 Pruebas de funcionamiento y ajuste mecánico de prótesis robóticas



Nota. Validación de la cinemática del prototipo, donde los estudiantes ajustan los sensores y la respuesta de los actuadores ante los comandos de software desarrollados en el PVD.

Autoría propia (2026).

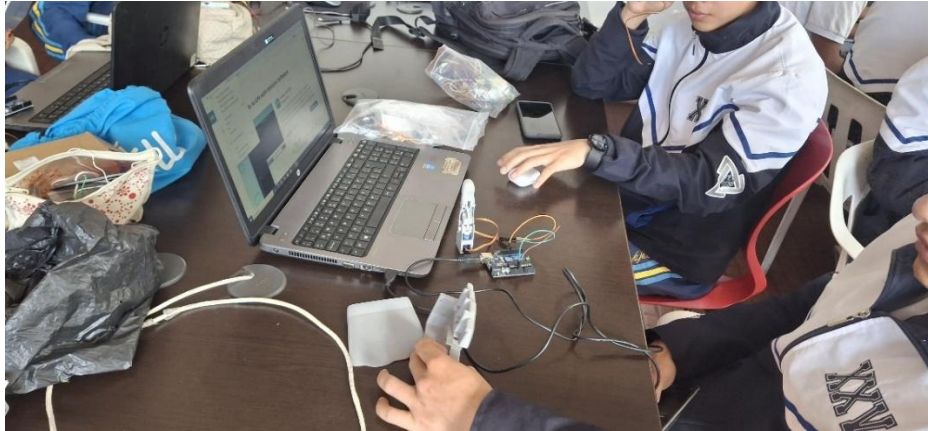
Ilustración G13 Supervisión técnica en la integración de actuadores y sistemas de control



Nota. Autoría propia (2026). Orientación especializada en el montaje de servomotores para sistemas biónicos.

En esta fase, se supervisa la correcta conexión de los terminales de control y la gestión de potencia necesaria para el movimiento multi-articular.

FIGURA 14 Pruebas de funcionamiento y ajuste mecánico de prótesis robóticas



Nota. Autoría propia (2026). Validación de la cinemática del prototipo, donde los estudiantes ajustan los sensores y la respuesta de los actuadores ante los comandos de software desarrollados en el PVD.

Ilustración G15 Ensamble de sistemas biónicos y ajuste de componentes mecánicos



Nota. Autoría propia (2026). Estudiantes del semillero realizando el ajuste de los tendones mecánicos y la estructura de una prótesis robótica.

Durante esta fase, se valida la ergonomía y el rango de movimiento de cada falange antes de la integración con los servomotores.

Ilustración G 16 Implementación de interfaces de control y depuración de software



Nota. Estación de desarrollo donde se realiza la carga de algoritmos de control.

Se evidencia la interconexión entre la placa de desarrollo y el prototipo para pruebas de respuesta en tiempo real. Autoría propia (2026).

Ilustración G 17 Asesoría técnica y supervisión de proyectos integradores



Nota. Autoría propia (2026). Sesión de acompañamiento técnico donde el pasante supervisa el avance en la construcción de maquetas inteligentes y sistemas de automatización.

Se enfatiza la resolución de problemas en tiempo real y la optimización de los circuitos de control.

Ilustración G 18 Validación cinemática y pruebas de movilidad en prótesis biónicas



Nota. Autoría propia (2026). El pasante de ingeniería guía a los estudiantes en las pruebas de rango de movimiento y respuesta de los servomotores.

Esta actividad permite validar la integración entre el diseño mecánico y el código desarrollado en el entorno de Arduino.

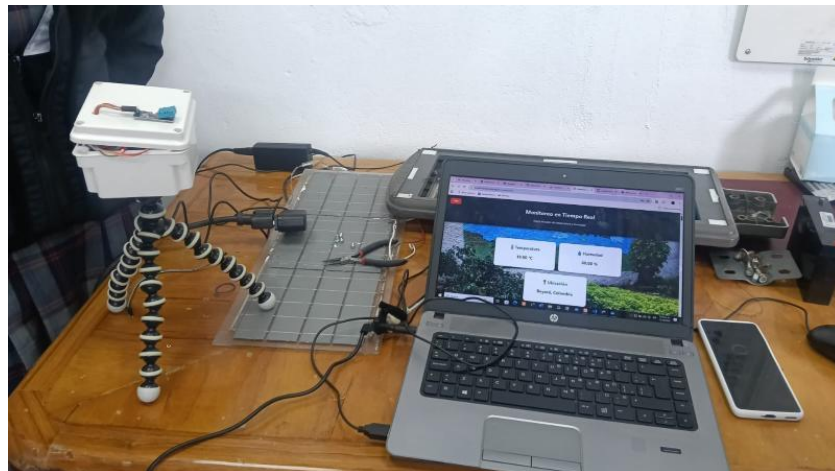
Ilustración G 19 Integración de sistemas mecatrónicos y control de actuadores biónicos



Nota. Autoría propia (2026). Estación de pruebas de una prótesis robótica subactuada.

Se evidencia la implementación de una placa Arduino Uno, servomotores de alto torque y el sistema de tendones para la flexión de las falanges impresas en 3D.

Ilustración G 20 Implementación de telemetría y monitoreo de variables en tiempo real



Nota. Autoría propia (2026). Desarrollo de un nodo sensor inalámbrico para la medición de variables ambientales.

La imagen muestra la integración de hardware embebido con una interfaz de usuario (Dashboard) para el análisis de datos en tiempo real.

Ilustración G 21 Socialización metodológica de la Ruta STEAM en aulas de cómputo



Nota. Autoría propia (2026). Sesión de apertura donde el pasante introduce los pilares de la metodología STEAM.

Se expone de forma visual el alcance de los proyectos y las dinámicas de aprendizaje práctico.

Ilustración G 22 Sesión de socialización en el auditorio institucional



Nota. Intervención en el aula múltiple orientada a la sensibilización masiva de las comunidades estudiantiles sobre el uso de tecnologías emergentes en la región. Autoría propia (2026).

Ilustración G 23 Pruebas de sincronización y transmisión inalámbrica de datos ambientales



Nota. Autoría propia (2026). Fase de validación en tiempo real del sistema telemétrico.

Se verifica la correspondencia exacta entre los estímulos físicos capturados por los transductores analógicos y las métricas desplegadas dinámicamente en el panel web de control.

Ilustración G 24 Instalación de plataformas de visualización y control de variables en servidores locales



Nota. Autoría propia (2026). Configuración del entorno de desarrollo de interfaces lógicas en sistemas informáticos.

El estudiante edita y compila los parámetros de red necesarios para establecer el puente de comunicación entre el nodo sensor periférico y el servidor de almacenamiento de datos.

Ilustración G 25 Validación de scripts lógicos para tareas automatizadas de Pick and Place



Nota. Autoría propia (2026). Pruebas de simulación y trayectorias físicas controladas mediante software especializado acoplado al manipulador cinemático.

En la sesión se evalúa la repetibilidad de los movimientos mecánicos y la correcta sujeción de objetos utilizando el módulo de mini-garra neumática o de vacío.

Ilustración G 26 Configuración cinemática y calibración de coordenadas en brazos robóticos de precisión



Nota. Autoría propia (2026). Estudiantes del semillero avanzado realizan el reconocimiento de los efectores finales y los servomotores paso a paso del brazo robótico industrial de sobremesa *Dobot Magician*.

El pasante de ingeniería supervisa el direccionamiento de los ejes espaciales (X, Y, Z) mediante la interfaz de control en los ordenadores de la estación de trabajo.

G.3. Soporte y Auditoría Técnica

Actividades de gestión del pasante sobre el material de la Secretaría.

Imagen G.3.1: El pasante realizando el mantenimiento preventivo y la actualización de firmware a las tarjetas Micro:bit.

Ilustración G 27 Mantenimiento preventivo y actualización masiva de firmware en hardware de desarrollo



Nota. Autoría propia (2026). Ejecución de protocolos de mantenimiento preventivo y flasheo de firmwares operativos en lotes de tarjetas de desarrollo (*Micro:bit* y *Arduino*).

El proceso optimiza el rendimiento lógico del herramental tecnológico, corrige fallas en los gestores de arranque (*bootloaders*) y garantiza la compatibilidad absoluta de las placas con las plataformas de software de los colegios.

Ilustración G 28 Inventariado, inspección y auditoría de herramientas de la Secretaría de Educación



Nota. Autoría propia (2026). Actividades de gestión y auditoría sobre el material de propiedad de la Secretaría.

El pasante realiza el conteo, clasificación y diagnóstico del estado físico de las estaciones de impresión 3D, tarjetas electrónicas de desarrollo y consumibles, asegurando el control patrimonial y la disponibilidad de los recursos para los próximos ciclos académicos.

Ilustración G 29 Clasificación sistemática de componentes electromecánicos y modularización de kits técnicos



Nota. Autoría propia (2026). Estudiantes y equipo de apoyo realizan la indexación y empaque de perfiles mecánicos, piñonería, ejes de transmisión y cajas reductoras en los laboratorios del Punto Vive Digital.

Esta clasificación sistemática agiliza la distribución del material didáctico en las mesas de trabajo y mitiga el riesgo de pérdida de herramental de precisión propiedad de la Secretaría.

Ilustración G 30 ornada de conciliación de inventario físico y diagnóstico de herramental tecnológico



Nota. Autoría propia (2026). Sesión final de auditoría técnica coordinada por el pasante de ingeniería.

El equipo realiza el chequeo final de las listas de componentes electrónicos activos (sensores, placas de desarrollo y actuadores) para verificar el estado de los recursos tecnológicos tras los ciclos prácticos, completando el informe de trazabilidad y entrega de activos institucionales.

Ilustración G 31 Consolidación, empaque de seguridad y almacenamiento técnico de kits robóticos modulares



Nota. Autoría propia (2026). Organización final del herramental de la Secretaría de Educación.

Se evidencia la disposición sistemática de los kits pedagógicos *Tale-Bot*, las estaciones base y las cajas de precisión del brazo robótico *Dobot Magician*. Cada módulo fue verificado y sellado para prevenir daños por humedad o desconfiguración de componentes durante el periodo de custodia institucional.

Ilustración G 32 Clasificación vertical, rotulación por lotes y auditoría de cajas organizadoras de activos



Nota. Autoría propia (2026). Torres de almacenamiento técnico debidamente inventariadas y organizadas de manera vertical para optimizar el espacio físico en los armarios del Punto Vive Digital.

Las cajas transparentes contienen los sensores clasificados y la tornillería, mientras que los bloques laterales protegen las tarjetas de desarrollo oficiales entregadas por el programa Computadores para Educar, completando el proceso de auditoría y entrega formal.

Ilustración G 33 Optimización de infraestructura informática y configuración de entornos de comunicación serial para actuadores industriales



Nota. Autoría propia (2026). Inspección técnica y adecuación de las estaciones de trabajo del Punto Vive Digital.

El pasante de ingeniería ejecuta la instalación y testeo de los controladores (*drivers*) CP210x, indispensables para establecer el enlace serial estable vía puerto COM entre los equipos de cómputo y los brazos robóticos *Dobot Magician*. Este procedimiento mitiga el riesgo de interrupciones lógicas durante la ejecución de trayectorias complejas a alta velocidad en el software *DobotStudio*.

Descripción Técnica: En esta imagen se evidencia al pasante realizando la configuración del entorno en las estaciones de trabajo. Se lleva a cabo la instalación y prueba de los controladores (*drivers*) CP210x necesarios para la comunicación serial entre el computador y el brazo *Dobot Magician*. Se verifica que el software *DobotStudio* reconozca el puerto COM asignado y que la comunicación sea estable para evitar desconexiones durante las trayectorias de alta velocidad del robot.

Observación del Pasante: Se optimizaron las estaciones de trabajo instalando las librerías necesarias para el control por scripts, asegurando que los estudiantes de los semilleros pudieran ejecutar sus códigos de automatización sin fallos de sistema.

G.4. Proyectos Destacados (Resultados Finales)

Muestra de los prototipos terminados por los estudiantes.

Evidencia Final A: Prototipo con 32 en 1, funcional con simulación

Ilustración G 34 Diseño e implementación de un sistema robótico móvil seguidor de línea para asistencia comunicativa



Nota. Autoría propia (2026). Prototipo funcional desarrollado de forma colaborativa por los estudiantes.

La imagen expone la pista de pruebas adaptada con trayectorias no lineales, donde el sistema interactúa dinámicamente con entornos simulados y físicos para ejecutar tareas específicas de navegación autónoma.

Descripción Técnica

El prototipo interactúa dinámicamente con entornos simulados y físicos para ejecutar tareas específicas de navegación autónoma. El robot seguidor de línea, diseñado originalmente

como una herramienta tecnológica de apoyo para personas con dificultades en el habla, utiliza sensores infrarrojos de alta precisión para detectar los contrastes cromáticos de la superficie y navegar de forma completamente autónoma sobre la ruta preestablecida, asegurando la estabilidad en los giros cerrados.

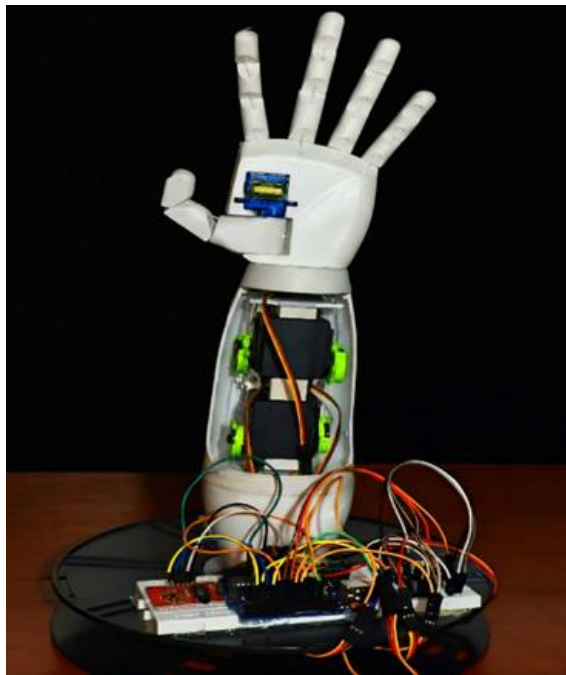
La tarjeta Micro:bit ha sido programada no solo para la navegación, sino como una interfaz comunicativa al llegar a puntos específicos de la ruta detectados por códigos de marcas en el suelo. La matriz de LEDs muestra iconos universales y emite señales sonoras que expresan la necesidad del usuario. Este sistema busca mejorar las habilidades cognitivas y la autonomía, permitiendo que el robot actúe como un mediador entre el paciente y su cuidador.

Resultado Final del Proyecto

El estudiante logró trascender el ejercicio básico de robótica para desarrollar una ayuda técnica de bajo costo. El proyecto valida la integración de lógica binaria (detección de línea) con funciones de interacción humano-máquina, orientadas a la inclusión social y la mejora de la calidad de vida de personas con discapacidad motriz o del habla.

Evidencia Final B: Brazo robótico con Arduino

Ilustración G 35 Implementación de una prótesis robótica biónica interactiva mediante control mímico y servomotores



Nota. Autoría propia (2026). Prototipo avanzado de mano robótica articulada para aplicaciones bioingenieriles.

El diseño integra una estructura mecánica de soporte, actuadores rotativos independientes y una unidad de procesamiento central basada en un microcontrolador de hardware libre. El cableado estructurado distribuye las señales de control y potencia necesarias para la manipulación angular.

Descripción Técnica: Esta ilustración muestra la integración de una placa Arduino Uno con un brazo robótico de aprendizaje. A diferencia de los modelos básicos, este prototipo es controlado mediante código C++, utilizando potenciómetros como dispositivos de entrada para mapear el movimiento de los servomotores en tiempo real (control mímico). Se evidencia el cableado estructurado en protoboard y la alimentación independiente para los actuadores, garantizando la estabilidad del torque del brazo.

Resultado Final del Proyecto

Representa la transición exitosa de los estudiantes del Semillero hacia la electrónica de nivel intermedio-avanzado y la comprensión profunda de sistemas embebidos. El diseño valida la capacidad técnica para resolver problemas de acoplamiento de potencia y sincronización de múltiples variables en un entorno físico real.

Evidencia Final C: Brazo robótico ejecutando una rutina de clasificación de cubos por color.

Ilustración G 36 Implementación de un sistema de manufactura flexible a escala mediante algoritmo cíclico de clasificación industrial y sujeción neumática



Nota. Autoría propia (2026). Estación de trabajo robotizada orientada al aprendizaje de automatización en entornos industriales.

El sistema integra un brazo articulado multieje, sensores de reconocimiento de variables físicas (color) y un efector final neumático de vacío. El conjunto valida la aplicación práctica de bucles lógicos cerrados en procesos de empaque y logística.

Descripción Técnica: La imagen final muestra el proyecto de mayor complejidad técnica desarrollado por el semillero avanzado en las instalaciones del Punto Vive Digital: una rutina de clasificación automatizada de tipo industrial. El brazo robótico Dobot Magician ejecuta de manera precisa un algoritmo cíclico adaptativo. Tras la lectura del sensor que detecta e identifica el color de un objeto específico, el sistema procesa la información y procede a su organización espacial ordenada por coordenadas en diferentes contenedores prediseñados. En este procedimiento se evidencia el uso avanzado de la ventosa neumática de vacío y la alta repetibilidad en la tarea de toma y colocación (Pick and Place).

Resultado Final del Proyecto

Este prototipo final demuestra que el aprovechamiento estratégico de la infraestructura tecnológica de la SETIC, bajo la tutoría directa del pasante de ingeniería, permitió a los estudiantes de educación media alcanzar competencias técnicas de nivel técnico/universitario en el campo de la robótica industrial y la automatización de procesos.

Apéndice H

Plan de Acción y Ejecución de Talleres.

Para garantizar la viabilidad técnica y la mitigación de riesgos durante el desarrollo de los talleres prácticos, se estructuró un plan de acción dividido en fases de coordinación interinstitucional y un protocolo de verificación en campo. Este procedimiento asegura que la infraestructura física del Punto Vive Digital y de las instituciones educativas piloto se encuentre optimizada antes del ingreso de los estudiantes.

H.1. Fase de Coordinación Previa e Interconexión Institucional

La Tabla 1 detalla la matriz de responsabilidades compartidas entre la Alcaldía Municipal de Sogamoso y el pasante de ingeniería de la UNAD, orientada al alistamiento de los entornos tecnológicos.

Tabla 1 Matriz de asignación de tareas logísticas y adecuación de entornos tecnológicos

Acción	Responsable Principal	Estado
Delimitación de Sedes y Cronograma	Alcaldía Municipal / Pasante de Ingeniería	Consolidar el listado definitivo de las instituciones educativas beneficiarias, estableciendo horarios específicos para evitar cruces con la jornada escolar ordinaria.
Verificación de Inventario de Hardware	Dirección de la Entidad Coformadora	Constatar la disponibilidad física y el estado operativo de las tarjetas <i>Micro:bit</i> , los módulos de

Acción	Responsable Principal	Estado
Alistamiento e Infraestructura de Aulas	Alcaldía Municipal / Pasante de Ingeniería	expansión <i>Elecbreaks 32 en 1</i> , placas <i>Arduino Uno</i> y los brazos robóticos industriales didácticos. Inspeccionar que los laboratorios asignados cuenten con redes eléctricas estabilizadas, puntos de conexión a Internet de banda ancha y sistemas de proyección multimedia funcionales.
Focalización y Caracterización de Usuarios	Secretaría de Educación / Alcaldía	Suministrar las bases de datos depuradas con los nombres y grados de los estudiantes (de 4° a 11°) y los docentes técnicos vinculados al proceso formativo.
Despliegue y Configuración de Entornos de Software	Pasante de Ingeniería de la UNAD	Ejecutar el testeado del entorno <i>MakeCode</i> en su versión web y realizar la instalación del IDE de <i>Arduino</i> en los terminales informáticos locales, validando puertos de comunicación serial.

Nota. Datos obtenidos directamente del cronograma de actividades concertado para la ejecución de la práctica profesional (2026).

H.2. Protocolo de Verificación Logística por Sesión (Checklist)

Con el propósito de estandarizar la apertura de las jornadas de robótica móvil y automatización, se diseñó un protocolo operativo de obligatorio cumplimiento ejecutado 30 minutos antes del ingreso del personal estudiantil al laboratorio:

1. **Aseguramiento de Terminales Informáticos:** Comprobación del encendido correcto de los ordenadores portátiles o de escritorio, verificando el acceso estable a la plataforma *MakeCode* o la correcta inicialización del compilador *Arduino IDE*.
2. **Sistemas de Proyección Audiovisual:** Validación del enlace entre la estación del tutor y el proyector multimedia para garantizar la correcta visualización de las guías de laboratorio y los diagramas esquemáticos del proyecto.
3. **Integridad de los Kits Didácticos:** Inspección visual de las cajas de componentes (como el robot evasor de obstáculos), asegurando la presencia de la totalidad de las piezas mecánicas estructurales y la carga nominal óptima de las celdas de energía o baterías.
4. **Acoplamiento de Periféricos Críticos:** Verificación del estado de los pines y terminales de los sensores de distancia ultrasónicos, sensores de contraste infrarrojos para el seguimiento de línea y el anclaje físico de las tarjetas principales *Micro:bit*.
5. **Acondicionamiento del Área de Pruebas Dinámicas:** Limpieza y despeje de los pasillos o pistas de lona con trazados de línea negra, garantizando un entorno libre de perturbaciones ópticas o físicas que alteren las lecturas de los sensores durante los ensayos de navegación autónoma.

Verificación

Utilizar esta lista antes de comenzar cada sesión, especialmente las de robótica móvil.

Preparación (30 minutos antes)

1. Equipos Listos: ¿Están los computadores encendidos y con acceso a MakeCode o Arduino IDE?
2. Conexión y Proyección: ¿Está el proyector funcionando y mostrando la guía del proyecto?
3. Kits Completos: ¿Están los kits del proyecto (ej. Evasor de Obstáculos) con todas sus piezas y baterías cargadas?
4. Componentes Clave: ¿Están el sensor ultrasónico (o de línea) y la Micro:bit listos para ser conectados?
5. Pistas/Áreas de Prueba: ¿Está el área de prueba (pista de línea negra o espacio libre de obstáculos) limpia y lista?

Ejecución y Monitoreo (Durante el Taller)

1. Seguridad: ¿Se ha recordado a los estudiantes el manejo cuidadoso de la electrónica y los componentes?
2. Ensamblaje: ¿Se está verificando que las conexiones de los motores y sensores sean correctas en todos los grupos?
3. Programación: ¿Se está circulando para resolver dudas puntuales de lógica de bloques o sintaxis de C++?
4. Documentación: ¿Se están tomando fotografías y videos de los estudiantes trabajando y de los prototipos en funcionamiento? (Esto es crucial para el Informe Final.)
5. Tiempo: ¿Se está respetando el tiempo para cada fase (ensamblaje, programación, prueba)?

Cierre (10 minutos antes de finalizar)

1. Desmontaje Organizado: ¿Los estudiantes están desarmando y guardando los componentes en sus cajas originales de forma ordenada?
2. Backup de Código: ¿Se ha guardado el código final de cada grupo (ej. descargando el archivo .hex o guardando el archivo .ino)?
3. Limpieza: ¿Se ha dejado el aula limpia y en el estado inicial?
4. Próxima Sesión: ¿Se han anunciado claramente el tema, los objetivos y los materiales necesarios para el siguiente taller?

3. Documentación y Evidencia (Productos Esperados)

A medida que implementas, estás recopilando los datos para tus resultados esperados:

Resultado Esperado	Evidencia por recopilar en esta fase
Programa de Talleres Implementado	Listas de asistencia, fotografías de los grupos, videos de los prototipos (Evasor, Seguidor, Puertas, etc.) funcionando.
Prototipos Didácticos Funcionales	Fotos de los prototipos del brazo robótico y Arduino desarrollados en los Semilleros.
Informe Final de Pasantía	Notas sobre las lecciones aprendidas, desafíos logísticos encontrados y la retroalimentación cualitativa de los docentes.

Nota. Autoría propia (2026).