

**Las Aventuras STEM De Brócoli De La Mancha De Las Quintas Cuartas Colinas:
Explorando El Pensamiento Computacional Y Las Habilidades Digitales En Primaria.**

“El aporte social de este proyecto, es fomentar habilidades digitales tempranas que promuevan igualdad en el conocimiento de educación STEM desde los primeros años de primaria.

“Este proyecto es innovador porque favorece el acercamiento al pensamiento computacional adaptando estrategias lúdicas y pedagógicas teniendo en cuenta el contexto.

Línea de investigación Pensamiento STEM

Johanna Tovar Reyes

Nubia Alexandra Méndez Bohórquez

nubia.bohorquezmen@usantotomas.edu.co <https://orcid.org/0009-0003-5767-4292>

Johanna.reyestov@usanttotomas.edu.co <https://orcid.org/0009-0005-6326-4067>

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Magíster en Educación
STEM para el Desarrollo Social

Asesor: Mg. Mónica María Gutiérrez Giraldo

Universidad Santo Tomás, Sede Principal

División de Ciencias Sociales y de la Educación

Facultad de Educación

Co - Directora Mg. Ana Milena Riaño

Maestría en Educación STEM para el Desarrollo Social

Junio de 2026



Dedicatoria

A Dios por permitirnos coincidir en este camino para poder avanzar juntas
profesionalmente,

A Jore porque me impulsa a ser mejor cada día, su apoyo y amor son incondicionales,

A Santiago por su paciencia infinita y gran conocimiento, siempre Mi Gran Maestro,

A Felipe por su apoyo, su magia, su risa y esa maravillosa forma de ver la vida.

A mi familia que siempre se mostró con total disposición a ofrecer su ayuda incondicional
para que éste que era un sueño hoy se vea convertido en realidad.

A mi amado, por su paciencia y comprensión, que supo disipar las dudas que a veces
llegaban a mi mente

A nuestros curiosos estudiantes de segundo grado, que promovieron, disfrutaron y amaron a
Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas” en cada una de sus facetas.



Agradecimientos

A nuestra Asesora Mg. Mónica María Gutiérrez por su amplio conocimiento, su paciencia, sus valiosos comentarios que enriquecieron nuestra investigación, su compromiso y por no dejarnos desfallecer.

A nuestro Ingeniero Julián Santiago Ayala por materializar nuestros sueños e ideas.

A nuestra apreciada Docente Mg. Ana Milena Riaño por creer en Brócoli.

A nuestra Rectora Tania Rubiano y Coordinador Carlos Peña del Colegio Técnico San

Cristóbal Sur porque apoyan nuevas ideas en pro de los niños y niñas.

A la Universidad Santo Tomás y en especial a la Facultad de Educación por brindarnos los espacios académicos, recursos y herramientas para la realización de este trabajo.

A nuestros amigos y colegas por su motivación diaria, y su comprensión en momentos de mayor concentración.



ADVERTENCIA DE LA UNIVERSIDAD

La Universidad no es responsable por los conceptos expresados en el presente trabajo.

Tabla De Contenido

Tabla De Contenido	5
Identificación Del Proyecto	7
Resumen	7
Abstract	8
Responsables Del Proyecto	9
Introducción	9
Justificación	12
Delimitación del Marco de Trabajo para el Abordaje de la Realidad	13
Diagnóstico De La Realidad	13
Objetivos	16
Objetivo General:	16
Objetivos Específicos:	16
Marcos De Referencia	17
Marco Contextual	17
Revisión de Estado del Arte	18
Antecedentes Internacionales	18
Antecedentes Nacionales	22
Antecedentes Regionales (Bogotá-Cundinamarca)	23
Antecedentes Locales	25
Marco Teórico	27
Marco Conceptual	41
Marco Técnico	44
Metodología de Ingeniería de Software	45
Marco Metodológico	51
Categorización de la Realidad Educativa	51
Enfoque de Investigación	53
Tipo de Investigación: Investigación – Acción Educativa	53
Tipo De Estudio: Investigación Aplicada	54
Técnicas De Recolección De Información Seleccionadas	55
Instrumentos Complementarios De Validación Y Evaluación Interactiva	56
Técnicas De Análisis De Información Seleccionadas	57

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Producto o Resultado Esperado.....	58
Recursos Previstos.....	58
Cronograma de Actividades.....	59
Análisis y Resultados.....	60
Prueba de diagnóstico	60
Conclusiones Investigativas.....	71
Prueba Piloto	72
Análisis Descriptivo De La Prueba Piloto Por Sesiones.....	73
Análisis Transversal Por Dimensiones Del Pensamiento Computacional.....	77
Discusión y Triangulación	78
Conclusiones Investigativas.....	79
Limitaciones del Estudio.....	79
Tamaño y Tipo de Muestra	80
Duración de la Intervención	81
Enfoque Metodológico Predominante Cualitativo	81
Dependencia del Contexto Institucional.....	82
Posible Efecto del Investigador Docente	82
Limitaciones Instrumentales	83
Alcance del Recurso Tecnológico.....	84
Cierre.....	84
Conclusiones, Recomendaciones E Implicaciones.....	85
Desarrollo Del Pensamiento Computacional En Educación Primaria	85
Impacto De La Narrativa Pedagógica Y La Gamificación.....	86
Aprendizaje Mediado Y Construcción Social Del Conocimiento	86
La Depuración Como Habilidad De Orden Superior	87
Desarrollo De Habilidades Digitales Tempranas	87
Aporte A La Equidad Educativa	87
Recomendaciones	88
Implicaciones Pedagógicas	88
Implicaciones Sociales Y Aporte Al Desarrollo	89
Referencias Bibliográficas	92
Anexos	97

Identificación Del Proyecto

Resumen

Este proyecto de investigación se desarrolla en la sede B del Colegio Técnico San Cristóbal Sur, ubicado en la ciudad de Bogotá, localidad cuarta San Cristóbal, con una muestra intencionada de 14 niños de segundo grado de básica primaria, y surge de identificar una brecha significativa en el acceso temprano a experiencias STEM que limita el desarrollo de competencias digitales desde los primeros años de escolaridad. Su propósito central es diseñar y valorar una estrategia pedagógica mediada por el entrañable personaje "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas", orientada a fomentar en los estudiantes el desarrollo del pensamiento computacional y las habilidades digitales tempranas, desde un enfoque transdisciplinar, lúdico y profundamente comprometido con la equidad educativa.

Bajo la metodología de Investigación-Acción Educativa de Elliott, la investigación reconoce al docente como investigador reflexivo de su propia práctica y se desarrolló en ciclos articulados que incluyeron un diagnóstico inicial mediante un instrumento de retos lógicos, el diseño de una estrategia lúdica y transdisciplinar, una prueba piloto intensiva mediada por un recurso digital interactivo desarrollado en Python, y finalmente un análisis crítico de la experiencia a través de la observación y la reflexión sistemática. Los resultados de la prueba piloto evidencian que la narrativa y la gamificación no son simples recursos decorativos, sino la base que abre puertas reales hacia el pensamiento computacional cuando se presentan con propósito claro y desde una perspectiva de equidad. Esta propuesta se consolida como una hoja de ruta para la innovación digital, alineada con el PEI del Colegio, el perfil del estudiante y las orientaciones del Ministerio de Educación Nacional, aportando una base reflexiva para transformar las prácticas pedagógicas futuras y potenciar procesos de innovación digital desde los primeros años de vida escolar.

Palabras clave: Educación STEM, pensamiento computacional, habilidades digitales, narrativa pedagógica, prueba piloto, educación primaria, equidad educativa.

Abstract

This research project is conducted at Colegio Técnico San Cristóbal Sur sede B, located in Bogotá, in the fourth district of San Cristóbal, with a purposive sample of 14 second-grade boys and girls, and emerges from identifying a significant gap in early access to STEM experiences that limits the development of digital competencies from the first years of schooling. Its central purpose is to design and evaluate a pedagogical strategy mediated by the beloved character "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas", aimed at fostering the development of computational thinking and early digital skills in students, through a transdisciplinary, playful and deeply equity-driven approach.

Under Elliott's Educational Action Research methodology, the investigation recognizes the teacher as a reflective researcher of their own practice and was developed in articulated cycles that included an initial diagnosis through a logical challenge instrument, the design of a playful and transdisciplinary strategy, an intensive pilot test mediated by an interactive digital resource developed in Python, and finally a critical analysis of the experience through systematic observation and reflection. The results of the pilot test demonstrate that narrative and gamification are not simply decorative resources, but the foundation that opens real doors to computational thinking when presented with clear purpose and from an equity perspective. This proposal is consolidated as a roadmap for digital innovation, aligned with the school's Institutional Educational Project, the student profile and the guidelines of the Ministry of National Education, providing a reflective basis for transforming future pedagogical practices and enhancing digital innovation processes from the earliest years of schooling.

Keywords: STEM education, computational thinking, digital skills, pedagogical narrative, pilot test, primary education, educational equity.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Responsables Del Proyecto

Tabla 1.

Listado de los integrantes del equipo.

Nombres y Apellidos	Perfiles de redes científicas (Orcid, CvLAC, Google Scholar)	Título de pregrado	Título de posgrado (si aplica)	Rol en el proyecto¹
Johanna Tovar Reyes	Johanna.reyestov@usanttotomas.edu.co https://orcid.org/0009-0005-6326-4067	Licenciada en Educación Infantil		Líder creativo
Nubia Alexandra Méndez Bohórquez	nubia.bohorquezmen@usanttotomas.edu.co https://orcid.org/0009-0003-5767-4292	Licenciada en Pedagogía Infantil		Líder creativo

Nota. Elaboración propia.

Introducción

La educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) se ha consolidado progresivamente como una metodología de alta relevancia para el desarrollo de competencias propias del siglo XXI; entre ellas sobresalen la alfabetización digital, la resolución de problemas y el pensamiento crítico, habilidades que resultan indispensables para la participación activa en sociedades cada vez más mediadas por la tecnología. Al respecto, López-Gamboa et al. (2020) sostienen que este enfoque representa una de las apuestas más sólidas para preparar a los estudiantes frente a los desafíos del mundo contemporáneo. No obstante, el acceso al pensamiento computacional y a las habilidades digitales tempranas en los primeros grados de primaria continúa siendo notablemente limitado en múltiples contextos educativos.

En concordancia con lo anterior, en el Colegio Técnico San Cristóbal Sur, institución pública de la localidad cuarta de San Cristóbal con cerca de 2.000 estudiantes distribuidos en tres sedes y tres jornadas, los contenidos de pensamiento computacional y habilidades digitales se abordan únicamente con estudiantes de edades avanzadas y en el área de tecnología; esto genera una brecha educativa que restringe el desarrollo de competencias digitales tempranas y excluye a

¹Los roles mínimos son: 1) Líder creativo, 2) Pedagogo / diseñador pedagógico, 3) Experto disciplinar 1, 4) Experto disciplinar 2, 5) Experto en innovación

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS los grados iniciales de primaria de experiencias pedagógicas pertinentes, significativas y acordes con sus capacidades cognitivas reales.

Derivado de esta realidad, el problema central radica en la ausencia de un acercamiento a las habilidades digitales desde el enfoque STEM en los primeros grados de primaria, mediante experiencias lúdicas y accesibles que respondan a las particularidades del desarrollo infantil. En este sentido, McClure (2017) advierte que existe una creencia generalizada según la cual el aprendizaje STEM real no ocurre sino hasta que los niños alcanzan edades más avanzadas; sin embargo, la evidencia indica que los niños en edades tempranas poseen capacidad real de participar activamente en actividades científicas y de desarrollar pensamiento crítico.

Como respuesta a lo identificado, la fase de observación realizada con estudiantes de segundo grado evidenció una marcada curiosidad por las actividades de experimentación, las propuestas manipulativas y la resolución de retos; a pesar de ello, el currículo institucional carece de propuestas pedagógicas con enfoque transdisciplinar STEM que capitalicen dicho potencial.

Ante esta realidad, el presente estudio propone una estrategia pedagógica innovadora que emplea la narrativa denominada "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas" como facilitador pedagógico central y eje articulador de todo el proceso de aprendizaje.

En relación con lo anterior, dicha narrativa se apoya en el uso de un personaje literario y en un proyecto de aula cuidadosamente estructurado, con capacidad de generar motivación genuina para trabajar las diferentes áreas del conocimiento; actúa como eje que articula conceptos abstractos con evidencias objetivas, resulta inclusiva porque puede fortalecer procesos de lectura y escritura, y fomenta habilidades sociales, trabajo colaborativo y creatividad, entre otros aspectos formativos relevantes para los estudiantes de los primeros grados de educación primaria.

Aunado a ello, abordar este problema es importante, dado que el enfoque STEM, cuando se implementa oportunamente, brinda a los niños una mentalidad de aprendizaje sólida y confianza frente a los desafíos; fortalece la comunicación y la creatividad, y el uso de narrativas pedagógicas contribuye a que los estudiantes se involucren afectivamente en su aprendizaje de manera lúdica y significativa. Así, la propuesta promueve igualdad e inclusión y fomenta competencias digitales que les permitan potenciar sus habilidades a lo largo de toda la vida académica.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

En cuanto a la fundamentación teórica, la propuesta descansa en tres bases principales articuladas entre sí. En primer lugar, Wing (2006) interpreta el pensamiento computacional como una habilidad que integra la resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión de la conducta humana mediante la alfabetización digital. En segundo lugar, Papert (1980) concibe el aprendizaje como un proceso en el que el estudiante participa activamente en la construcción de artefactos que materializan recursos digitales interactivos con sentido pedagógico propio y situado en su contexto.

Complementando estas perspectivas, Vygotsky (1978) establece que el aprendizaje mediado por la narrativa y la interacción social en la zona de desarrollo próximo contribuye a que los estudiantes alcancen competencias que, de manera individual, difícilmente lograrían obtener por sus propios medios. La articulación de estas tres perspectivas teóricas otorga solidez conceptual a la propuesta y permite comprender por qué la narrativa, el diseño tecnológico y la interacción colectiva son pilares inseparables dentro de esta estrategia pedagógica innovadora, coherente y contextualizada en la realidad institucional.

En lo que respecta al diseño metodológico, la investigación adopta un enfoque cualitativo y se desarrolla bajo la metodología de Investigación-Acción Educativa según el modelo de Jhon Elliott (2000), que concibe al docente como investigador reflexivo de su propia práctica pedagógica cotidiana. Este enfoque privilegia la intervención participativa en el aula sobre la observación distante, con el propósito de mejorar la calidad del aprendizaje y transformar las prácticas pedagógicas desde adentro, en diálogo permanente y constructivo con la realidad del contexto escolar inmediato.

En coherencia con dicho enfoque, el diseño metodológico se articuló en fases cíclicas; la primera permitió identificar habilidades iniciales mediante un instrumento basado en retos lógicos; la segunda consistió en el diseño pedagógico y el desarrollo técnico de un software en Python que funciona de manera offline para garantizar equidad en el acceso a todos los estudiantes; la tercera trasladó la propuesta al aula mediante una prueba piloto de cuatro sesiones intensivas; y la cuarta recolectó evidencias a través de listas de chequeo detalladas.

El análisis inicial del pilotaje arrojó conclusiones alentadoras que orientan las fases siguientes de la investigación; se evidenció que, a pesar de no haber tenido formación previa en el área, los estudiantes mostraron curiosidad genuina frente a la resolución de retos cuando estos se

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS presentaron de forma lúdica y narrativa. El uso de "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas" promovió disposición hacia las actividades lógicas y aumentó la resistencia al error, demostrando que la innovación tecnológica en los primeros años no depende exclusivamente de infraestructura especializada ni de hardware complejo.

Justificación

La presente investigación tiene como base la necesidad de mitigar la brecha de acceso a la educación STEM en los primeros años de vida escolar. De acuerdo con el Laboratorio de Economía de la Educación de la Universidad Javeriana (2023), en Colombia existe una marcada desigualdad, puesto que el acceso a recursos tecnológicos y laboratorios avanzados se concentra en la educación media, dejando a la básica primaria con una cobertura técnica muy limitada; situación que se replica con claridad en el Colegio Técnico San Cristóbal Sur.

En dicha institución, la apropiación del conocimiento en educación STEM se aborda principalmente en los niveles de bachillerato, lo que implica que, para cuando los estudiantes del primer ciclo avanzan de nivel, esa brecha puede convertirse en una barrera de aprendizaje difícil de superar. Por tal razón, el porqué de este estudio responde a la urgencia de garantizar el acceso al conocimiento lógico y digital desde el primer ciclo, de manera que la condición socioeconómica no determine las competencias que los estudiantes logran desarrollar a lo largo de su trayectoria escolar. En consecuencia, el para qué de este proyecto se orienta a ofrecer a los niños y niñas de grado segundo la posibilidad de desarrollar su potencial cognitivo, aprovechando la curiosidad natural propia de la edad.

Con esta investigación se busca la articulación de áreas STEM, de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2022a); enfoque que permite a los estudiantes desarrollar habilidades digitales vivenciando la transdisciplinariedad y el pensamiento computacional mediante experiencias concretas, accesibles y significativas dentro del aula.

Para lograrlo, se involucra como facilitador pedagógico al personaje "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas", figura que, al ser concreta y simbólica a la vez, permite que los estudiantes manipulen conceptos complejos y acerquen la tecnología a su realidad de forma lúdica. Desde el marco teórico, esta propuesta es una apuesta constructivista basada en Papert, cuyo conocimiento se construye con las manos mediante procesos inclusivos que traen al contexto físico

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS procesos mentales abstractos, a través de la interacción con un recurso digital diseñado en Python que funciona de manera offline.

Asimismo, como lo señala Wing (2006), el pensamiento computacional es una forma en que los seres humanos resuelven problemas y no una imitación del funcionamiento de las máquinas; bajo ese enfoque, la mediación de la narrativa y el software promueven desarrollo lógico, trabajo colaborativo y comunicación, pilares del aprendizaje social de Vygotsky. Metodológicamente, el proyecto se fundamenta en la Investigación-Acción-Educativa de Elliott, que sitúa al docente como investigador de su propia práctica y permite valorar el recurso interactivo en un contexto real con una muestra intencionada de 14 estudiantes, validando así la pertinencia de la estrategia y su alineación con el Proyecto Educativo Institucional del Colegio Técnico San Cristóbal Sur

Delimitación del Marco de Trabajo para el Abordaje de la Realidad

Diagnóstico De La Realidad

Identificación del Contexto Educativo

El objeto de estudio de la presente investigación es el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional y la adquisición de competencias digitales tempranas en la educación básica primaria. Este objeto surge de una realidad concreta y urgente, identificada en el Colegio Técnico San Cristóbal Sur, institución distrital ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad cuarta de San Cristóbal, con aproximadamente 2.000 estudiantes distribuidos en tres sedes y tres jornadas, caracterizada por atender una población estudiantil en condición de vulnerabilidad social, económica, familiar y emocional, lo que limita el acceso a herramientas tecnológicas y a experiencias de aprendizaje científico.

Contextualmente, el proyecto se delimita de manera espacial a la sede B de la institución y de forma temporal al primer semestre del año 2026, específicamente entre los meses de febrero y abril. En coherencia con la ruta metodológica de la Investigación-Acción-Educativa de Elliott, esta delimitación cronológica se estructuró en cuatro fases cíclicas; primero, el diagnóstico durante febrero; segundo, la planeación con parámetros técnicos y didácticos; tercero, la implementación de una prueba piloto intensiva mediante el recurso interactivo; y cuarto, la valoración y el análisis crítico de los resultados obtenidos durante el proceso.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

La población objeto está conformada por niños de segundo grado de básica primaria, quienes atraviesan una etapa decisiva para la formación de estructuras de pensamiento lógico. Si bien la institución cuenta con una línea técnica, existe una brecha evidente en el acceso

temprano a la educación STEM, puesto que los recursos y conocimientos especializados se concentran en los niveles de bachillerato, dejando a los ciclos iniciales con limitantes considerables para el desarrollo de competencias digitales pertinentes y oportunas.

La intencionalidad de esta investigación es transformar dicha realidad mediante el diseño de una estrategia pedagógica desarrollada en Python, que articula una narrativa lúdica y significativa con el enfoque STEM como eje del aprendizaje. El alcance del proyecto es descriptivo-propositivo y se sustenta en la línea de pensamiento STEM para el desarrollo social; considerando que las habilidades de pensamiento computacional son una herramienta de empoderamiento que permite a los estudiantes de contextos vulnerables transformar su realidad inmediata. En esta misma dirección, Buckingham (2019) señala que la participación en la cultura digital global garantiza que el contexto socioeconómico no limite el desarrollo intelectual de los estudiantes ni reproduzca estereotipos que restrinjan sus posibilidades de futuro.

Descripción de la Realidad Educativa

La realidad particular del Colegio Técnico San Cristóbal Sur refleja una brecha en la enseñanza de la tecnología, evidenciando que los estudiantes de grado segundo presentan un manejo básico de dispositivos y un rezago notable en habilidades lógicas complejas. Para este estudio se toma una muestra intencionada de 14 estudiantes con edades entre los 7 y los 9 años; intervención que resulta urgente durante el semestre 2026, sustentada en los postulados de Piaget (1972), quien señala que las bases del razonamiento lógico-operacional se consolidan precisamente en esta etapa del desarrollo cognitivo infantil.

Para analizar causas y efectos de esta problemática, que la prueba piloto intensiva busca mitigar, se estructuró un diagrama de espina de pescado (Ver figura 1). En el eje superior se representan las causas principales; 1. Infraestructura y recursos, dado que los laboratorios avanzados se concentran en la educación media y el presupuesto en primaria es limitado; 2. Currículo y contenidos, por la carencia de pensamiento computacional en el ciclo I; 3. Práctica pedagógica, marcada por escaso trabajo lúdico y metodologías mecánicas; y 4. El contexto socioeducativo vulnerable, que restringe el acceso cotidiano a una cultura digital real.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

En el eje inferior del diagrama se representan los efectos directos, clasificados en tres dimensiones; la cognitiva, expresada en el escaso desarrollo de habilidades digitales tempranas; la afectiva, evidenciada en el temor a fallar y la falta de interés hacia el conocimiento científico; y la social, manifestada en la inequidad educativa que impide a estos estudiantes participar en igualdad de condiciones dentro de la cultura digital contemporánea. La articulación entre causas y efectos permite comprender la complejidad de la situación y justifica la pertinencia de una intervención pedagógica estructurada y contextualizada.

Figura 1.

Diagrama de espina de pescado para el diagnóstico de la brecha STEM en la sede B



Nota. Adaptado a partir de información recolectada en la en la fase de diagnóstico (2026).

Respecto a esta situación, la ejecución de la prueba piloto resulta necesaria para validar que la innovación pedagógica no está sujeta al uso de hardware costoso, sino al diseño instruccional de una estrategia programada en Python que incluye al personaje "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas" como mediador pedagógico. Este software opera de forma offline, resolviendo así las restricciones de conectividad de la sede y garantizando que el acceso al conocimiento STEM sea real, accesible y equitativo para todos los estudiantes de la muestra, independientemente de sus condiciones materiales.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

De esta manera, la intención central es transformar el aula en un espacio donde la tecnología sirva como instrumento para crear y resolver problemas, y no únicamente para la recepción pasiva de información. Este desplazamiento conceptual, del consumo hacia la producción de conocimiento, es el núcleo de la apuesta pedagógica de esta investigación y representa una respuesta concreta, viable y pertinente frente a las causas y efectos identificados en el diagnóstico de la realidad educativa institucional.

Formulación

A partir del reconocimiento de la realidad en la institución educativa, es planteado el siguiente interrogante:

¿Cómo una estrategia pedagógica con enfoque STEM desarrollada en Python y mediada por el personaje “¿Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas”, puede favorecer el desarrollo de habilidades digitales tempranas y pensamiento computacional en estudiantes de segundo grado de básica primaria del Colegio Técnico San Cristóbal Sur promoviendo la equidad en el acceso a la educación STEM?

OBJETIVOS**Objetivo General:**

Desarrollar una estrategia pedagógica con enfoque STEM, implementada mediante Python y mediada por el personaje "Brócoli de la Mancha", orientada al fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas y del pensamiento computacional en estudiantes de segundo grado de básica primaria del Colegio Técnico San Cristóbal Sur.

Objetivos Específicos:

- Identificar el nivel de desarrollo de las habilidades digitales tempranas y las nociones iniciales de pensamiento computacional en los estudiantes de segundo grado de básica primaria del Colegio Técnico San Cristóbal Sur.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

- Analizar referentes teóricos y experiencias educativas relacionadas con el enfoque STEM, las habilidades digitales tempranas y el pensamiento computacional en educación primaria, como fundamento para el desarrollo de la estrategia pedagógica.
- Diseñar una estrategia pedagógica con enfoque STEM, implementada mediante Python y mediada por el personaje "Brócoli de la Mancha", que integre actividades didácticas orientadas al fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas y del pensamiento computacional.
- Valorar la pertinencia pedagógica de la estrategia desarrollada en función de su contribución al fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas, el pensamiento computacional y la promoción de experiencias educativas STEM inclusivas.

Marcos De Referencia

Marco Contextual

El presente proyecto se desarrolla en el Colegio Técnico San Cristóbal Sur, institución educativa distrital ubicada en la Localidad Cuarta de San Cristóbal, en Bogotá, en un entorno de estratificación socioeconómica baja donde las familias enfrentan retos económicos que limitan el acceso privado a herramientas tecnológicas. La institución atiende aproximadamente 2.000 estudiantes en tres sedes; sin embargo, existe una desarticulación curricular y de recursos físicos, dado que los laboratorios especializados se concentran exclusivamente en la sede de bachillerato.

La investigación se centra específicamente en la sede B, con estudiantes de grado segundo entre los 7 y 8 años, durante el primer semestre de 2026. En ese periodo se ejecuta una prueba piloto con 14 estudiantes para validar la secuencia didáctica mediada por el recurso digital en el que interviene el personaje "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas".

Esta acción busca hacer efectivo el perfil tecnológico establecido en el PEI institucional, denominado "Desarrollo de Pensamiento Tecnológico en Ambientes Democráticos y Productivos", garantizando el acceso a la educación STEM mediante una narrativa pedagógica y lúdica que promueva el pensamiento computacional y el desarrollo de habilidades digitales desde los primeros años de escolaridad.

Revisión de Estado del Arte

El estudio del pensamiento computacional (PC) en la educación básica primaria ha experimentado una evolución conceptual en la última década. En sus inicios, la integración tecnológica en las aulas de básica primaria se limitaba al uso instrumental de herramientas de ofimática o a la navegación guiada en la red. Sin embargo, la literatura contemporánea, impulsada por las corrientes del construccionismo y el enfoque STEM, ha desplazado este paradigma hacia uno de creación activa.

Hoy, el conocimiento se organiza en tres grandes vertientes: **el PC como nueva alfabetización, el PC como herramienta de resolución de problemas lógicos y el PC como facilitador de habilidades socioemocionales y colaborativas**. La revisión del estado del arte analiza investigaciones desarrolladas en los últimos años (2016-2026) sobre educación STEM, pensamiento computacional y narrativas pedagógicas en primaria. A partir de dicha revisión, se identifican brechas persistentes en la implementación de estas competencias en el sector público, donde la tecnología suele concebirse como un fin en sí misma y no como un medio transdisciplinar al servicio del aprendizaje.

Antecedentes Internacionales

Las investigaciones a nivel internacional demuestran de manera concluyente que los niños en edades tempranas poseen una capacidad cognitiva real para estructurar el pensamiento sistémico, la abstracción y la descomposición de problemas complejos cuando estos se median a través de la lúdica, el juego colaborativo y, especialmente, la narrativa pedagógica. Bajo esta perspectiva, los antecedentes internacionales configuran un pilar científico que valida cómo la inmersión en entornos algorítmicos reduce de forma notable la ansiedad ante el error, promueve la autoeficacia y humaniza la complejidad técnica, transformando a los estudiantes de consumidores pasivos en productores y diseñadores activos de soluciones lógicas para su entorno.

Título: *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. **Autor:** Marina Umaschi Bers. **Año:** 2021. **País:** Massachusetts E.E.U.U.

Descripción: En esta investigación, realizada con más de 500 niños en entornos escolares diversos, se plantea que la programación debe enseñarse como un lenguaje de expresión personal; los resultados indican que los niños que programan secuencias narrativas muestran una mejora del

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS 35% en pruebas de organización lógica y secuenciación temporal, en comparación con grupos que reciben educación tradicional. La autora utiliza la metáfora del patio de recreo para argumentar que los entornos digitales de aprendizaje deben permitir la exploración libre y la creación de historias, convirtiendo al pensamiento computacional en un facilitador del desarrollo de la agencia infantil.

Este antecedente es el pilar conceptual para el uso narrativo de "Brócoli de la Mancha", aportando evidencia científica de que la narrativa no es un adorno pedagógico sino el motor que permite al estudiante de segundo grado comprender la sintaxis del pensamiento computacional como si fuera su lengua materna.

Título: Robótica educativa para el desarrollo de la competencia STEM en maestras en formación. **Autor:** José María Romero-Rodríguez, Juan Carlos De la Cruz Campos, Magdalena Ramos Navas-Parejo, & José Antonio Martínez Domingo. **Año:** 2023. **País:** España.

Descripción: Este estudio experimental de corte cuali-cuantitativo analiza cómo la resolución de retos mediados por robots y simuladores incide en la motivación científica de estudiantes de primaria; los autores encontraron que la integración de retos STEM fomenta la autoeficacia, entendida como la creencia del estudiante en su propia capacidad para resolver problemas complejos, y que el pensamiento computacional actúa como puente para la inclusión, permitiendo la participación activa de estudiantes con diversas dificultades de aprendizaje.

Este antecedente aporta los criterios para el diseño de los retos del recurso interactivo, validando que la progresión en niveles de dificultad fortalece la confianza del estudiante en lugar de generar frustración frente al error, lo cual resulta determinante para el contexto socioeducativo vulnerable del Colegio Técnico San Cristóbal Sur.

Título: Computational thinking. *Communications of the ACM* **Autor:** Jeannette M Wing. **Año:** 2006. **País:** Pennsylvania E.E.U.U.

Descripción: En este artículo la autora revisa la evolución de su concepto original de 2006 y argumenta que el pensamiento computacional es una habilidad equivalente a leer o escribir; destaca que la capacidad de un niño para categorizar animales o hábitats representa el primer paso hacia el pensamiento sistémico de alto nivel, y que la abstracción de datos es una competencia desarrollable desde los primeros años de escolaridad mediante experiencias concretas y situadas en el contexto real del estudiante.

Este antecedente proporciona el rigor teórico para la categorización del proyecto, permitiendo sustentar por qué clasificar animales junto al personaje "Brócoli" es, en términos científicos, un ejercicio legítimo de abstracción y reconocimiento de patrones con plena validez dentro del campo del pensamiento computacional.

Título: Pensamiento computacional desenchufado en la educación infantil **Autor:** Miguel Zapata-Ros. **Año:**2019. **País:** España.

Descripción: Este estudio demuestra que los niños que realizan actividades físicas de seguir flechas o esquivar obstáculos en el piso del salón desarrollan una comprensión de los algoritmos que aquellos que únicamente usan pantallas; el autor concluye que la base del pensamiento computacional es corporal y espacial, y que las actividades desenchufadas no son una alternativa menor sino una estrategia de alta efectividad pedagógica para los ciclos iniciales de escolaridad.

Este antecedente permite justificar el diseño híbrido de la estrategia propuesta, dado que permite que la secuencia didáctica pueda ejecutarse en el aula del Colegio Técnico San Cristóbal Sur aun cuando no haya conectividad, utilizando a los propios estudiantes como actores de las instrucciones del personaje "Brócoli".

Título: *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play.* **Autor:** Mitchel Resnick. **Año:** 2017. **País:** Massachusetts E.E.U.U.

Descripción: En esta investigación desarrollada en el MIT Media Lab, el autor analiza el modelo de las cuatro P: Proyectos, Pasión, Pares y Juego; su conclusión central establece que el aprendizaje ocurre cuando los niños trabajan en proyectos que les apasionan, en colaboración con sus pares y en un espíritu lúdico, y que el diseño de herramientas digitales debe invitar a la invención y no al simple consumo de contenidos prediseñados por otros.

Este antecedente sustenta la fase de socialización de la prueba piloto, aplicando este modelo para que los estudiantes compartan sus soluciones al reto de "Brócoli", transformando el salón de clases en un laboratorio colectivo de ideas donde el aprendizaje social, en el sentido vygotskiano, cobra vigencia real y verificable.

Título: *Digital literacy and computational thinking for every child: Global framework and case studies*. **Autor:** UNICEF. **Año:** 2023. **País:** ONU

Descripción: Este informe presenta casos de éxito donde el uso de personajes literarios y referentes locales ayudó a niños de primaria a humanizar la complejidad de la tecnología, percibiéndola como una herramienta de creación y no de consumo pasivo; la UNICEF establece además que el pensamiento computacional es un derecho fundamental para la participación ciudadana plena en el siglo XXI, independientemente del contexto socioeconómico del estudiante.

Este antecedente brinda respaldo institucional internacional a la idea de empoderamiento que orienta el proyecto, argumentando que "Brócoli de la Mancha" no es solo un recurso lúdico sino una herramienta de justicia educativa que permite a los estudiantes del Colegio Técnico San Cristóbal Sur participar activamente en la cultura digital global.

Título: La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica. **Autores:** Maynor Jiménez Castro, y Rosa Julia Cerdas González. **Año:** 2014. **País:** Costa Rica.

Descripción: Jiménez y Cerdas describen la implementación de proyectos de robótica educativa en colegios públicos desde la educación básica de las regiones de Pococí y Turrialba en Costa Rica, en el marco de acciones sociales de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica. El estudio destaca que la robótica educativa resulta especialmente valiosa en sectores rurales con acceso limitado a las TIC, ya que motiva el interés por la ciencia y la tecnología, al tiempo que promueve competencias en simulación, resolución de problemas comunitarios y automatización de procesos.

Este antecedente es pertinente para el proyecto porque evidencia que la introducción de herramientas tecnológicas como la robótica y por extensión, lenguajes de programación como Python en contextos escolares con recursos limitados puede despertar vocaciones científicas y tecnológicas. Esto respalda el diseño del recurso digital interactivo para el Colegio Técnico San Cristóbal Sur como una estrategia que va más allá del ejercicio instrumental, orientándose hacia el desarrollo de pensamiento computacional en situaciones concretas de aprendizaje.

Antecedentes Nacionales

Los estudios nacionales alertan sobre una desigualdad estructural o "brecha de la mediación", en la cual los laboratorios especializados y los lenguajes de programación avanzados se concentran prioritariamente en la educación media, dejando a los ciclos de primaria con una cobertura técnica y didáctica limitada. En este panorama, los antecedentes nacionales subrayan la urgencia de diseñar estrategias pedagógicas situadas que utilicen metodologías innovadoras como la robótica educativa, las actividades desenchufadas y las narrativas transmedia para despertar vocaciones científicas tempranas, demostrando que la introducción de lenguajes de alto nivel como Python en escuelas públicas actúa como un motor de transformación social y democratización del aprendizaje.

Título: *Orientaciones curriculares para la educación en tecnología e informática.* **Autor:** Ministerio de Educación Nacional. **Año:** 2022b.

Descripción: Este documento determina la hoja de ruta para la enseñanza de la tecnología en Colombia, desplazando la idea del simple manejo de herramientas hacia el desarrollo del pensamiento computacional y la alfabetización digital; propone estándares por grados del primero al tercero, enfocados en identificar problemas del contexto y generar soluciones de orden lógico, promoviendo que la tecnología sea un área que trabaje el pensamiento crítico y la resolución de problemas reales del entorno escolar.

Este antecedente forma parte del marco normativo y pedagógico que respalda que la estrategia mediada por "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas" es congruente con los estándares nacionales vigentes, avalando su pertinencia como aporte real al currículo institucional del Colegio Técnico San Cristóbal Sur.

Título: *Visiones sobre la educación STEM en el sector educativo de la ciudad de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. **Autor:** Andrea del Pilar Reyes Meneses. **Año:** 2019.

Descripción: Reyes Meneses, en su tesis de maestría de la Universidad de los Andes, describe las visiones sobre la educación STEM en distintos sectores educativos de Bogotá mediante un estudio cualitativo con entrevistas semiestructuradas y análisis de documentos de política pública. Sus hallazgos evidencian que en la ciudad no existe un concepto claro ni unificado frente a la educación STEM, y que persisten tensiones entre sectores educativos por la dificultad de trabajar

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS de forma interdisciplinar. La investigación concluye que es necesario construir un consenso ajustado al contexto local que permita formular políticas públicas orientadas a fortalecer la formación científica y tecnológica de los estudiantes.

Este antecedente resulta relevante para el proyecto, pues evidencia que en Bogotá la educación STEM aún carece de una orientación pedagógica consolidada, lo que refuerza la necesidad de propuestas concretas como el recurso digital interactivo con Python para el Colegio Técnico San Cristóbal Sur, que contribuyan a materializar ese enfoque en contextos reales de aula.

Título: *Narrativa transmedia para la enseñanza de ciencias naturales en educación básica.*

Autor: Margarita Lucía Chávez Mena, **Año:** 2022

Descripción: La investigación analiza al estudiante como productor de su aprendizaje y consumidor de ideas que motivan su curiosidad investigativa, planteando situaciones científicas apoyadas en diferentes formatos y plataformas; concluye que el docente es facilitador de experiencias y que el aula se convierte en un ambiente dinámico donde la narrativa transmedia potencia la comprensión científica y duradera.

Este antecedente soporta la construcción narrativa de "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas", otorgando peso metodológico a la idea de que este personaje no es simplemente una figura decorativa sino un mediador narrativo que tiende un puente real entre lo lúdico y los conceptos científicos STEM.

Antecedentes Regionales (Bogotá-Cundinamarca)

A pesar de este avance teórico, el estado del arte revela una brecha de implementación crítica denominada "la brecha de la mediación". En contextos como el de Bogotá, específicamente en la localidad de San Cristóbal, la infraestructura física con frecuencia no coincide con las necesidades reales de los grados iniciales. La investigación reciente subraya que el diseño de estrategias pedagógicas situadas, que empleen narrativas locales y recursos digitales de bajo impacto técnico, representa la vía más viable para democratizar el acceso a las competencias del siglo XXI en el sector oficial. Este proyecto se inscribe en esa tendencia, buscando tanto el diseño de una herramienta como la validación de un modelo de enseñanza que privilegia el pensamiento por encima de la máquina.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Título: *Orientaciones línea pedagógica ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas – STEM.* **Autor:** Secretaría de Educación del Distrito y Dirección de Educación Preescolar y Básica **Año:** 2023.

Descripción: Este documento establece una hoja de ruta para cerrar brechas digitales y sociales desde la primera infancia, capacitando a docentes y actores educativos para la apropiación tecnológica; su visión apunta a consolidar la ciudad como territorio que forma ciudadanos creadores y no consumidores pasivos, fortaleciendo competencias digitales que fomenten oportunidades laborales y mejoren la calidad de vida de las comunidades escolares bogotanas.

Este antecedente proporciona el sustento legal y la visión de ciudad que asegura que el proyecto de "Brócoli de la Mancha" no sea percibido como una actividad aislada, sino como un cumplimiento directo de las metas distritales de innovación educativa para el siglo XXI.

Título: *La educación STEM en Bogotá: retos y oportunidades para la educación básica.* **Autor:** IDEP (Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico) **Año:** 2023

Descripción: La investigación busca capacitar a los estudiantes en educación STEM integrando ciencias, tecnología, matemáticas, ingeniería y artes, transformando la enseñanza en algo innovador donde los estudiantes resuelvan problemas reales de su entorno aplicando pensamiento crítico; señala además que la capacitación docente y la articulación curricular son condiciones indispensables para que este propósito trascienda la propuesta aislada y se convierta en verdadera oportunidad de desarrollo social sostenible.

Este antecedente valida científicamente la pertinencia del enfoque STEM en los grados de primaria, respaldando el uso de facilitadores pedagógicos para que los niños y niñas de segundo grado asimilen el pensamiento computacional de manera eficiente y contextualizada dentro de su realidad escolar.

Título: *Documento de resultados finales: Estimar variables de alta y media sensibilidad de los principales proyectos por medio de la aplicación de la metodología e indicador: Apropiación digital 3.0 elevando la conversación de tecnología en Colombia.* **Autor:** Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y Centro Nacional de Consultoría **Año:** 2021.

Descripción: (MinTIC & CNC, revela que los beneficiarios de los programas TIC presentan un nivel de apropiación digital promedio de 0,53, equivalente al de un habitante promedio

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS de Bogotá (0,54), la ciudad con mayor apropiación digital del país. Sin embargo, el análisis por tipo de uso evidencia que el tránsito observado a lo largo de las semanas va desde el ocio y la comunicación hacia la búsqueda de información y el comercio, lo que indica que los usuarios aún se encuentran en proceso de transitar hacia usos más productivos y generadores de conocimiento. Adicionalmente, el informe señala que las regiones Centro Oriente y Eje Cafetero concentran los mayores niveles de apropiación digital del país, consolidándose como motores de la transformación digital en Colombia.

Este antecedente refuerza el objetivo central del proyecto, validando el recurso digital interactivo como una herramienta necesaria para que los estudiantes del Colegio Técnico San Cristóbal Sur transiten de ser consumidores pasivos de tecnología a convertirse en diseñadores activos de soluciones lógicas.

Antecedentes Locales

Finalmente, el análisis de los antecedentes a nivel local sitúa la investigación en la realidad concreta, histórica y comunitaria de la localidad cuarta de San Cristóbal, una zona caracterizada por atender poblaciones estudiantiles en condiciones de alta vulnerabilidad socioeconómica, familiar y material. Los planes de desarrollo local y los informes del Observatorio de Educación de la Localidad Cuarta evidencian de manera alarmante que la conectividad en los hogares de estratos 1 y 2 es marcadamente intermitente, lo que impone una limitación técnica estructural que excluye a los niños de los ciclos iniciales si las herramientas escolares exigen conexión a la red. Frente a este desafío, los documentos de articulación pedagógica institucionales y las experiencias sistematizadas en los encuentros locales de saberes STEM de San Cristóbal revelan que, lejos de ser una limitante intelectual, la ubicación geográfica de la periferia estimula la innovación docente desde adentro.

La literatura local corrobora que los estudiantes de básica primaria de la zona responden con niveles superiores de persistencia, concentración y empatía cuando los retos lógicos se presentan mediante recursos digitales que operan de forma offline y se articulan con personajes narrativos con arraigo territorial, convirtiendo el código de programación en un instrumento de pertenencia y soberanía intelectual para la transformación de su propio barrio.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Título: *Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para la localidad de San Cristóbal 2025–2028: San Cristóbal territorio de oportunidades, camina segura.*

Autor: Alcaldía Local de San Cristóbal. **Año:** 2024.

Descripción: Este documento evidencia que San Cristóbal presenta una brecha social y tecnológica para las familias de estratos 1 y 2, que enfrentan dificultades de formación técnica y conectividad; propone la metodología STEM en colegios distritales para preparar a los estudiantes para el trabajo del futuro y articular la tecnología con la educación ambiental y el desarrollo comunitario sostenible a largo plazo.

Este antecedente argumenta la justificación del impacto social del proyecto, demostrando que "Brócoli de la Mancha" responde a una necesidad crítica detectada por las propias autoridades locales de San Cristóbal, lo que otorga pertinencia territorial verificable a la propuesta pedagógica.

Título: *Hacia una Transición Técnica de la Primaria: Documento de Articulación Pedagógica.* **Autor:** Consejo Académico I.E.D. San Cristóbal Sur. **Año:** 2025.

Descripción: Este documento institucional busca armonizar el paso de los estudiantes de primaria a secundaria, garantizando bases de pensamiento lógico y tecnológico en los primeros grados mediante semilleros en programación y alfabetización digital, con el propósito de evitar la deserción escolar y preparar a los estudiantes para culminar exitosamente su formación en la media técnica.

Este antecedente otorga validez institucional directa al proyecto, dado que la aplicabilidad de "Brócoli de la Mancha" se alinea con la meta del Colegio Técnico San Cristóbal Sur de preparar estudiantes desde los primeros años para su especialidad técnica correspondiente.

Título: *Proyectos transversales y el uso de la narrativa en la enseñanza de las ciencias naturales en primaria.* **Autor:** Archivo Pedagógico Local. I.E.D. José Martí. **Año:** 2023.

Descripción: Este documento valida que la narrativa como base de la enseñanza de las ciencias naturales permite al estudiante interiorizar su entorno con sus propios argumentos, encontrando sentido a lo aprendido y reteniendo información importante que transversaliza otras áreas con sentido crítico, mejorando además la comprensión lectora de manera simultánea y completamente natural en el proceso.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Este antecedente confirma el uso de "Brócoli" como mediador pedagógico, afirmando que el uso de historias y personajes es una estrategia efectiva en la localidad para que los estudiantes se acerquen a su entorno y desarrollen habilidades STEM de manera situada y significativa.

Título: *Informe Sobre el Acceso a Herramientas Digitales en el Hogar de los Estudiantes de Estrato 1 Y 2.* **Autor:** Observatorio de Educación de la Localidad Cuarta. **Año:** 2024.

Descripción: Este estudio indica que los hogares de San Cristóbal Sur acceden a la tecnología de forma intermitente mediante datos móviles, lo que impide una conectividad adecuada; concluye que cualquier estrategia digital implementada en este contexto debe operar sin conexión para no excluir a los niños y niñas con menores recursos materiales y garantizar equidad real de acceso permanente.

Este antecedente justifica técnicamente el diseño del recurso en Python para el proyecto, validando que la propuesta de "Brócoli de la Mancha" es inclusiva y se ajusta con precisión a las realidades cotidianas de los estudiantes de grado segundo del Colegio Técnico San Cristóbal Sur.

Título: *Memorias del foro: innovación desde la periferia, el caso de San Cristóbal.* **Autor:** Encuentro Local de Saberes STEM. **Año:** 2025.

Descripción: En este foro los docentes manifiestan que la ubicación geográfica no limita la implementación de apuestas tecnológicas y científicas; por el contrario, fomenta procesos innovadores que involucran líderes comunitarios y familias, y se determina que en estos sectores vulnerables los niños responden mejor a elementos de valor concreto como personajes con quienes puedan interactuar y que los reten a resolver misiones que eleven sus problemas escolares a otro nivel.

Este antecedente reitera que "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas" es la estrategia adecuada para los niños de segundo grado del Colegio Técnico San Cristóbal Sur, sustentado en experiencias directas de docentes de colegios cercanos que han transitado caminos pedagógicos similares con resultados verificables y replicables.

Marco Teórico

La educación del siglo XXI exige mucho más que la simple transmisión de contenidos; exige formar personas capaces de pensar, crear, colaborar y resolver problemas en un mundo atravesado por la tecnología. Para que eso ocurra desde los primeros años de escolaridad, se requiere una arquitectura conceptual que sea a la vez rigurosa y humana, que conecte la teoría con

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS la realidad de las aulas y que responda, con honestidad intelectual, a las preguntas más urgentes de las comunidades educativas.

El presente marco teórico fue construido con el propósito de ser el cimiento conceptual que sustenta el proyecto "Las aventuras STEM de Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas", diseñado e implementado en la Sede B del Colegio Técnico San Cristóbal Sur con 14 estudiantes de segundo grado de básica primaria durante el primer semestre de 2026; una propuesta que nació de preguntas reales, formuladas en un aula real, por maestros comprometidos con transformar la experiencia escolar desde adentro.

En coherencia con ese propósito, el marco se organiza en cinco categorías de análisis que actúan como pilares interdependientes de la propuesta. La primera, el aprendizaje a través de la creación digital, redefine el rol del estudiante: en lugar de consumir tecnología, el niño la produce. La segunda, el pensamiento computacional, lo sitúa como una forma de alfabetización universal y crítica; tan determinante, en la era que transcurre, como saber leer o escribir con soltura y sentido crítico.

La tercera categoría, el enfoque STEM y la transversalidad curricular, integra las disciplinas en una experiencia unificada de resolución de problemas reales. La cuarta, la gamificación y las narrativas pedagógicas, transforma el error y el reto en motores genuinos de aprendizaje; y la quinta, la equidad tecnológica y la justicia social educativa, le da al proyecto su razón de ser ética e irrenunciable -la que sostiene todo lo demás cuando las condiciones del contexto se vuelven adversas.

Estas cinco categorías no se leen de forma aislada; dialogan permanentemente entre sí, y es precisamente en ese diálogo donde emerge la coherencia pedagógica de la propuesta. Antes de desarrollar cada categoría, resulta necesario reconocer los tres pilares pedagógicos que sustentan todo el edificio conceptual; sin ellos, las categorías quedarían flotando como ideas sueltas, privadas del sustento teórico que les otorga sentido y capacidad de orientar decisiones pedagógicas concretas dentro del aula.

El primero es el construccionismo de Papert (1980), cuya vigencia ha sido proyectada hacia la educación contemporánea por Resnick (2019). En su obra *Pensadores creativos*, Resnick (2019) enfatiza que las computadoras no deben utilizarse como máquinas de enseñanza destinadas a

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS entregar información, sino como materiales de construcción creativa que permitan a los niños diseñar, crear y expresarse una distinción que reorienta por completo el lugar que ocupa la tecnología dentro del espacio escolar.

Para Resnick (2019), el aprendizaje ocurre a través de lo que denomina las "4 P": *Projects, Passion, Peers y Play*; elementos que son el eje motor de la interacción de los estudiantes con el videojuego de Brócoli. En este contexto, el lenguaje Python se aleja de su concepción técnica tradicional para convertirse en el material maleable que permite a los estudiantes de segundo grado materializar sus ideas y dar vida a las soluciones dentro del entorno narrativo.

El segundo pilar es el pensamiento computacional formulado por Wing (2006), quien ha defendido que esta es una facultad analítica que no pertenece en exclusiva a los ingenieros, sino que debe ser una habilidad para cualquier ciudadano en la era digital (Wing, 2017). Según esta perspectiva, el pensamiento computacional permite a los estudiantes de la Sede B desarrollar procesos de abstracción y descomposición de problemas mediante el uso de Python, con una intención que va mucho más allá del código.

Así lo complementan Denning y Tedre (2019), al señalar que esta habilidad no se trata únicamente de aprender a programar, sino de comprender los límites y las posibilidades de la computación para resolver retos del mundo real. El tercer pilar es el aprendizaje social de Vygotsky (1978), cuya teoría de la mediación sigue siendo el estándar para entender cómo el conocimiento se construye socialmente; no como un acto individual y silencioso, sino como un proceso vivo, situado y relacional.

Vygotsky (1978) demostró que el aprendizaje genuino ocurre en la interacción con otros y especialmente cuando existe un andamiaje proporcionado por un otro más capaz, que en este proyecto se manifiesta tanto en la figura del docente como en el personaje mediador de Brócoli de la Mancha. Este mediador acompaña al estudiante en su Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), ayudándole a alcanzar niveles de abstracción lógica que de manera individual no habría podido procesar.

Aprendizaje A Través De La Creación Digital

En la escuela tradicional, la tecnología ha cumplido con demasiada frecuencia el papel de un libro de texto glorificado: el estudiante abre una aplicación y avanza por caminos trazados por otros. El Aprendizaje a través de la Creación Digital propone lo contrario; que el estudiante sea el

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS
autor de su propio recorrido, el arquitecto de las soluciones que imagina y el responsable de las decisiones que toma frente a la pantalla, con autonomía creciente y propósito genuino.

En esa misma línea, Papert (1980) argumentó que cuando un niño crea, entabla una conversación con la máquina que le exige claridad y precisión. En este proyecto, eso ocurre cuando el estudiante estructura y ejecuta instrucciones lógicas para guiar a Brócoli; el software desarrollado en Python procesa sin adivinación, y ese rigor se convierte en el maestro más honesto para el niño, porque no interpreta intenciones ni tolera ambigüedades.

Desde esa perspectiva, Stager (2025) demuestra que construir y estructurar secuencias lógicas activa procesos de organización mental que el papel no puede replicar; y en esa misma dirección, Haduong, P. (2021), en su contribución aporta el concepto de exteriorización del pensamiento: al dar vida a un objeto digital en Python, el niño proyecta sus ideas en pantalla a mediante la respuesta del personaje y, al volverlas visibles, puede observar su propio razonamiento y corregirlo de forma autónoma.

A partir de esa capacidad de corrección autónoma, Resnick (2019) denomina a este fenómeno "aprender a aprender": la habilidad de reconocer las propias fallas de razonamiento y ajustar el proceso sin depender de la corrección externa. Esta capacidad, cultivada desde segundo grado a través de la interacción con Brócoli, no es un logro menor; es la base sobre la que se construye un pensador independiente, capaz de enfrentar problemas nuevos con recursos propios y con la confianza que otorga haber resuelto antes lo que parecía imposible.

Precisamente por eso, la elección de Python como lenguaje de programación para estudiantes de segundo grado no es una decisión técnica aislada, sino una apuesta pedagógica por la alfabetización digital. A diferencia de los entornos comerciales rígidos, la flexibilidad de esta arquitectura modular permite que lo que Kafai y Jayathirtha (2020) denominan tinkering o bricolaje tecnológico; donde el estudiante interactúa con materiales digitales reales para dar forma a sus ideas mediante el ensayo, el error y el ajuste deliberado del código.

En consecuencia, ese proceso de exploración con entorno lúdico programado con Python fomenta una comprensión de estructuras algorítmicas que prepara al niño para los retos lógicos de la educación media, evitando el estancamiento en herramientas que el estudiante percibe como simplificadas o ajenas a la práctica del pensamiento computacional. La familiaridad temprana con la

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS
lógica del lenguaje de uso real en la industria no anticipa una carga; construye un capital cognitivo que el niño portará con ventaja a lo largo de toda su trayectoria escolar.

Ahora bien, esta transición hacia herramientas estándar de la industria se fundamenta, además, en una visión de justicia educativa. Como sostiene Vélez (2020), la inclusión tecnológica debe ser entendida desde una perspectiva crítica que promueva la paz y la equidad social; al introducir Python en un colegio público de San Cristóbal Sur, se subvierte la lógica de exclusión que reserva los lenguajes de alto nivel para sectores privilegiados, otorgando a los estudiantes de la Sede B el capital cultural necesario para actuar como creadores.

Esta propuesta se encuentra en plena sintonía con las políticas educativas locales. Según las orientaciones del IDEP (2022), el enfoque STEM+S en Bogotá busca la reducción de las brechas de desigualdad en el acceso al conocimiento científico y tecnológico; al garantizar que los niños y niñas de las instituciones oficiales interactúen con herramientas de poder tecnológico desde la infancia, se cumple con la meta institucional de transformar la escuela en un espacio donde el código se convierte en un lenguaje para la participación ciudadana y la transformación del propio territorio.

Pensamiento Computacional Y Resolución De Problemas

En el horizonte de la primera mitad del siglo XXI, el Pensamiento Computacional está transitando de ser una habilidad técnica especializada a convertirse en una forma de alfabetización ciudadana. Wing (2017) sostiene que esta es una habilidad analítica para todos, comparable en importancia social a la lectura y la escritura; no se trata de que los niños piensen como máquinas, sino de dotarlos de herramientas mentales concretas como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones y el diseño de algoritmos.

En coherencia con esa perspectiva, Zapata-Ros (2021) defiende el pensamiento computacional en etapas iniciales como una nueva alfabetización necesaria para el entorno contemporáneo, cuyo propósito pedagógico es desmontar la visión de los sistemas digitales como una caja negra mística, dotando a los niños de capacidades operativas y críticas. En la Sede B, esto se traduce en una práctica de justicia pedagógica: al programar a Brócoli en Python, el estudiante de segundo grado deja de ser un consumidor pasivo para entender la lógica interna de la tecnología.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Desde esa misma orientación, Bers (2022) aporta un hallazgo clave sobre el aprendizaje de valores a través de la programación: los niños de primaria estructuran su conocimiento de forma narrativa y, cuando el pensamiento algorítmico se presenta a través de historias, la carga cognitiva se reduce considerablemente. Al interactuar secuencias operadas bajo Python, el estudiante no se enfrenta a abstractas ajenas a su realidad, sino guía las acciones de un héroe en una aventura con sentido, con tensión y con propósito propio.

Bajo ese enfoque narrativo, el debug o corrección de errores deja de ser un fallo técnico para convertirse en un obstáculo que requiere una solución lógica, transformando el error en un motor de descubrimiento grupal. Esta reconfiguración del error es, precisamente, uno de los aportes del proyecto; porque al perder su carácter punitivo, el equivocarse se convierte en una invitación a pensar con mayor profundidad, a revisar los supuestos y a construir una solución mejor que la anterior.

En esa dirección, la evaluación del pensamiento computacional en la infancia plantea desafíos metodológicos que exigen enfoques innovadores. Shute et al. (2021) proponen la denominada Evaluación Integrada en entornos digitales que permite medir competencias complejas sin interrumpir el flujo de aprendizaje del estudiante; en lugar de aplicar pruebas estandarizadas, se observa cómo el niño navega el error y ajusta su estrategia ante el obstáculo.

Esta perspectiva fue la que orientó la prueba piloto en la Sede B, la aplicación de instrumentos procesuales: la valoración de la experiencia no descansó en la completitud mecánica de los niveles de Brócoli, sino en registro cualitativo de cómo los 14 estudiantes gestionaron la frustración y el reintento de interactuar con los retos operados bajo Python. Como señalan Shute et al. (2021), este observar el desempeño en tiempo real ofrece un reflejo más fiel de la capacidad de resolución de problemas, permitiendo al docente identificar el desarrollo de la autonomía cognitiva con mayor precisión.

Por otro lado, la integración de la programación en primaria debe trascender la visión de los sistemas digitales como una caja negra mística; como afirma Zapata-Ros (2021), dotar a los niños de capacidades operativas y críticas desde edades tempranas es un imperativo para desmontar la pasividad tecnológica. En este sentido, el valor pedagógico del proyecto reside en la transferencia de aprendizaje, entendida como la capacidad de aplicar estas estructuras lógicas a diversos dominios del conocimiento escolar.

En esa misma línea, Vásquez (2023) sostiene que el pensamiento computacional actúa como un complemento en el desarrollo del pensamiento matemático, potenciando habilidades de razonamiento lógico que impactan otras áreas del saber. El niño que aprende a secuenciar pasos lógicos para que Brócoli supere un reto dentro del entorno desarrollado en Python construye una estructura mental de planificación y abstracción que puede transferirse para organizar un experimento de ciencias o estructurar un texto en lengua castellana, con igual eficacia y coherencia.

Al asegurar que estas habilidades trasciendan el entorno técnico, el proyecto cumple su propósito: dotar a los estudiantes de la Sede B de herramientas cognitivas duraderas y versátiles para su desarrollo académico integral. No se trata, entonces, de formar pequeños programadores; se trata de formar pensadores capaces de descomponer cualquier problema en partes manejables, de reconocer los patrones que lo gobiernan y de diseñar, con lógica y con creatividad, una respuesta que transforme el reto en solución concreta.

Enfoque STEAM y Transversalidad Curricular

La incorporación de la "A" de Artes al acrónimo STEM “transformándolo en STEAM” constituye una corrección epistemológica que trasciende un simple gesto estético o una concesión a la creatividad decorativa; reconoce que la ciencia y la tecnología, al desarrollarse al margen de la capacidad empática y narrativa que las artes fomentan, tienden a generar innovaciones técnicamente brillantes, pero con una dimensión humana acotada, lo cual restringe su aptitud para responder con sensibilidad a las necesidades reales de las comunidades que pretenden atender.

En esa dirección, la SED (2023), en sus lineamientos para la consolidación de Bogotá como Territorio STEM+, sostiene que la integración de las artes es una estrategia para fomentar el pensamiento divergente: la capacidad de explorar múltiples soluciones posibles, cuestionar supuestos establecidos e imaginar realidades todavía no existentes. Este enfoque es especialmente relevante en la educación básica primaria, donde los niños de la Sede B experimentan el mundo de forma holística, sin las fronteras artificiales que el currículo tradicional impone entre las disciplinas escolares.

Para un estudiante de segundo grado, la realidad no está compartimentada en materias; por ello, el diseño narrativo de Brócoli actúa como un puente cognitivo que conecta dominios que la

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS escuela suele mantener separados. Al decidir cómo interactuar con el inspirado en Brócoli o qué historia justifica los retos, el estudiante ejerce una capacidad creativa que se conecta directamente con la lógica formal; las artes aportan el qué y el por qué, mientras que la lógica en Python aporta el cómo, logrando una síntesis que el marco oficial del Distrito reconoce como motor de una formación integral.

En coherencia con esa síntesis, el MEN (2022) subraya que la integración de lenguajes artísticos en áreas técnicas responde a una necesidad neurocognitiva; el aprendizaje significativo se potencia cuando se activan dimensiones socioemocionales que actúan como facilitadoras de la memoria a largo plazo. Un niño que aprende a secuenciar algoritmos a través de una historia que le genera curiosidad e identificación emocional, además de asimilar con mayor fluidez la estructura lógica, consolida un aprendizaje duradero que trasciende el momento de la clase y se instala como estructura cognitiva permanente.

El recurso de Brócoli integra deliberadamente el diseño visual, la música y la narrativa porque esta convergencia de estímulos, respaldada por la política educativa nacional, activa regiones cerebrales que la instrucción puramente técnica suele ignorar, transformando la lógica computacional en una experiencia de vida. Desde esa perspectiva, la Universidad de los Andes (2023) destacan que la educación STEAM en Colombia debe trascender los silos disciplinares para enfocarse en la solución de retos territoriales; en el diseño de Brócoli, el conocimiento fluye sin límites artificiales entre la tecnología, las ciencias naturales, las matemáticas y el lenguaje.

Cuando el estudiante estructura un recorrido instruccional en el juego, aplica lógica algorítmica, analiza características de ecosistemas locales y trabaja con conceptos de dirección y secuencia, todo bajo una estructura narrativa coherente que le da unidad y sentido al conjunto. Esta fluidez para conectar saberes con el entorno ambiental de San Cristóbal (paisajes, fauna y tensiones territoriales) genera niveles superiores de compromiso y persistencia; la contextualización no es un recurso accidental, sino una función cognitiva precisa que activa el procesamiento activo de la información.

Cuando el problema por resolver es reconocible y relevante para el habitante de la localidad cuarta, el cerebro procesa la información de forma más activa y comprometida. Desde la perspectiva del enfoque STEAM, la implementación de la prueba piloto con los 14 estudiantes de la Sede B no es únicamente un procedimiento metodológico; es, en sí misma, una práctica de

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS ingeniería educativa que sigue el Ciclo de Diseño de Ingeniería propuesto por la SED (2023): prototipado, implementación, evaluación y ajuste permanente.

Este ciclo permite que el recurso no sea diseñado de forma estática en un escritorio académico, sino que se valide como un prototipo pedagógico en condiciones reales. Como señala la Universidad de los Andes (2023), el diseño instruccional debe partir de las particularidades socio geográficas y cognitivas de la comunidad específica; no es lo mismo diseñar una herramienta de pensamiento computacional para entornos con alta dotación tecnológica que para los estudiantes de la Sede B, quienes enfrentan retos de conectividad y acceso limitado a dispositivos propios.

Esta diferencia de contexto no es un obstáculo, sino una condición de diseño que el proyecto asumió para generar soluciones creativas; las limitaciones de hardware obligaron a tomar decisiones de ingeniería pedagógica que hicieron de Brócoli un recurso más robusto, accesible y equitativo. En esa misma línea, Vásquez (2023) refuerza que los proyectos de mayor impacto son aquellos que integran el contexto real como una variable de diseño y no como un problema a superar, convirtiendo la adversidad en un criterio que afina y fortalece la propuesta didáctica.

La elección de un recurso con capacidad offline, la selección de Python por su versatilidad y bajo consumo de recursos, y el uso de una narrativa territorial en lugar de costosos kits robóticos, son respuestas técnicas y pedagógicas coherentes con esa lógica de diseño situado. Como concluye el MEN (2022), la calidad del aprendizaje en contextos de vulnerabilidad depende de la solidez de la propuesta didáctica y su capacidad de generar significado en el estudiante; demostrando, en definitiva, que la sofisticación del hardware es secundaria frente a la potencia de una estrategia STEAM bien estructurada y contextualizada.

Gamificación y Narrativas Pedagógicas

Durante los primeros años de aplicación de la gamificación en educación, el modelo dominante fue predominantemente conductista: se agregaban puntos, medallas y tablas de posiciones a las actividades escolares bajo la premisa de que estos incentivos externos aumentarían mecánicamente el rendimiento. No obstante, la investigación contemporánea ha demostrado que este enfoque suele erosionar la motivación intrínseca a largo plazo; el estudiante termina trabajando por la recompensa y no por el saber, vaciando el acto de aprender de su sentido más genuino.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

En respuesta a esa limitación, Deterding (2019) y Sailer y Homner (2020) denomina Gamificación a un enfoque que prioriza la satisfacción de las necesidades psicológicas básicas del ser humano por encima del control del comportamiento. Este modelo se fundamenta en la Teoría de la Autodeterminación, la cual identifica tres dimensiones para el aprendizaje: la autonomía, entendida como el control real del estudiante sobre sus decisiones; la competencia, definida como la percepción de mejora y eficacia ante el reto; y la relación, concebida como el sentido de propósito dentro de una comunidad o historia coherente.

En la prueba piloto con los 14 estudiantes de la Sede B, estas tres dimensiones se satisfacían de forma simultánea a través del diseño del recurso: cada niño tomaba decisiones lógicas sobre cómo estructurar el camino de Brócoli, recibía retroalimentación inmediata mediante las acciones y respuestas del entorno interactivo diseñado en Python y se vinculaba emocionalmente a través de una narrativa territorial que le resultaba reconocible. En esa misma dirección, Carrillo (2018) destaca que el diseño de estrategias de gamificación debe trascender la acumulación de premios para centrarse en la creación de experiencias inmersivas que favorezcan la evaluación formativa.

En el proyecto de Brócoli de la Mancha, la gamificación no es un añadido estético, sino el motor que permite que el error sea procesado como una oportunidad de descubrimiento genuino. Al integrar estos elementos, el proyecto se alinea con el MEN (2022), que insta a utilizar el juego y la tecnología como herramientas para el desarrollo del pensamiento crítico; garantizando que el interés del estudiante nazca del reto mismo y de su conexión con el entorno, y no de una promesa de recompensa externa que se agota en cuanto desaparece el estímulo.

Ahora bien, la narrativa en este proyecto no es un simple envoltorio para los ejercicios de programación, sino la estructura que organiza el pensamiento del niño. Al presentar el pensamiento algorítmico a través de una aventura situada en el territorio local, se logra que el estudiante no se enfrente a abstracciones técnicas aisladas, sino que estructure las acciones de un héroe con el que se identifica; bajo ese enfoque narrativo, el debug o corrección de errores deja de ser un fallo técnico frustrante para convertirse en un obstáculo de la trama que requiere una solución lógica y creativa.

Esta inmersión permite que el esfuerzo cognitivo sea mayor, ya que el estudiante está motivado por el deseo de completar la historia de Brócoli en su propio paisaje, transformando el

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS aula en un espacio de co-creación y exploración tecnológica con sentido social. En esa línea, Krath et al. (2021) aportan un concepto técnico: la calibración del desafío; según estos autores, los entornos educativos mediados por el juego deben garantizar un equilibrio entre la complejidad de la tarea y la competencia del usuario para inducir estados de inmersión.

En el recurso de Brócoli, este equilibrio se logró ajustando los desafíos lógicos del juego a partir de los resultados del diagnóstico inicial, permitiendo que el niño de segundo grado se mantenga estimulado sin caer en la frustración técnica; un principio que la investigación actual define como determinante para el éxito del aprendizaje basado en juegos. Además de esa función motivacional, la narrativa pedagógica cumple una función de transferencia de conocimiento mediada simbólicamente, tal como sostiene Bers (2022) en su enfoque sobre el aprendizaje de pensamiento computacional en la infancia.

El estudiante no ejecuta una función aislada; ayuda a un protagonista con el que tiene un vínculo afectivo a superar obstáculos en un paisaje que reconoce, y esa humanización del algoritmo es importante en la básica primaria para evitar la desconexión emocional. Permitiendo que la lógica computacional sea percibida como una herramienta de cuidado y transformación del propio entorno, el proyecto convierte el código en un acto de pertenencia; en una forma de decirle al territorio que el niño lo conoce, lo valora y tiene las herramientas para protegerlo y transformarlo.

En el contexto investigativo nacional, Vásquez (2023) destaca que cuando los estudiantes se relacionan con un entorno local reconocible como San Cristóbal Sur, el compromiso con el aprendizaje aumenta significativamente; esta decisión narrativa comunica al estudiante que su territorio es digno de ser explorado y protegido con herramientas digitales avanzadas. La retroalimentación inmediata, validada por el MEN (2022) como un principio rector de la transformación digital, se materializa a través de las respuestas dinámicas y visuales del entorno interactivo operado bajo Python.

El niño recibe información instantánea sobre su razonamiento al ejecutar instrucciones, convirtiendo cada intento en una fuente de datos para el ajuste cognitivo y el fortalecimiento de su autonomía pedagógica. Ese ciclo continuo de acción, respuesta y corrección no es solo una estrategia didáctica; es la reproducción fiel del modo en que los seres humanos aprenden cuando el entorno les devuelve consecuencias reales, inmediatas y comprensibles como cuando el mundo

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS responde, y el aprendizaje se vuelve inevitable.

Equidad Tecnológica Y Justicia Social Educativa

Si las categorías anteriores construyen el qué y el cómo de este proyecto, esta quinta responde con igual rigor al para qué y al por qué aquí. La equidad tecnológica no es un capítulo más del marco teórico; es la razón ética de ser del proyecto entero, el compromiso que le da sentido político y humano a cada decisión pedagógica. Sin esta categoría, el proyecto sería una propuesta técnicamente interesante; con ella, se convierte en una apuesta por la justicia educativa en el sector oficial.

En esa dirección, Esteban et al. (2020) plantean que, para alcanzar una verdadera equidad en la era digital, es necesario transitar hacia modelos de aprendizaje conectado; este enfoque sostiene que la educación tecnológica debe superar la simple instrucción técnica para vincularse con los intereses, la identidad y el contexto cultural del estudiante. En entornos vulnerables, esto implica combatir la tendencia de reducir la tecnología al consumo pasivo, promoviendo en su lugar la creación activa como forma de participación ciudadana genuina.

Esta visión es el motor pedagógico en el Colegio Técnico San Cristóbal Sur: se busca que los niños de la localidad cuarta no sean solo usuarios de contenidos, sino arquitectos de soluciones lógicas en un entorno operado bajo Python que ellos mismos exploran y mejoran, reclamando su derecho a producir cultura y conocimiento digital desde su propio territorio. Los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE (2023) aterrizan esta discusión en la realidad de Bogotá: en los hogares de estratos 1 y 2 de la localidad cuarta de San Cristóbal, la conectividad depende mayoritariamente de planes de datos móviles con cobertura irregular, convirtiendo el acceso permanente en un factor de exclusión estructural.

Esta realidad impuso una restricción que el proyecto convirtió en virtud: el recurso de Brócoli funciona completamente de forma offline. Como sostiene Van Dijk (2020) en su teoría de los recursos digitales, la tecnología educativa solo es equitativa cuando se diseña considerando las limitaciones materiales de los usuarios; evitando que la infraestructura sea una barrera insalvable para el aprendizaje, y convirtiendo la adversidad del contexto en un criterio de diseño que fortalece la propuesta en lugar de debilitarla.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

En coherencia con esa postura, Pangrazio y Sefton-Green (2021) aportan una distinción crítica entre la alfabetización técnica y la agencia digital; sostienen que el aprendizaje tecnológico debe ser un ejercicio de ciudadanía donde el estudiante comprende su poder sobre el ecosistema digital. Cuando un niño de segundo grado en la Sede B aprende a secuenciar instrucciones en el juego, entiende que el entorno digital es un sistema construido por humanos que puede ser cuestionado y transformado; en ese sentido, la prueba piloto con los 14 estudiantes es un acto de soberanía intelectual sembrado desde la infancia.

Desde esa misma perspectiva, Bautista-Vallejo y Hernández-Carrera (2020) plantean que la integración de estrategias STEM en la educación primaria debe estar centrada en el fomento de la metacognición; argumentan que el razonamiento crítico se potencia cuando el estudiante es consciente de sus propios procesos de pensamiento al resolver retos lógicos. En el contexto de la Sede B, cuando un estudiante logra que Brócoli complete un reto gracias a la instrucción que él mismo da, ocurre una actualización de su autoeficacia.

El niño se percibe a sí mismo como alguien capaz de resolver problemas complejos y crear tecnología; esa toma de conciencia sobre su capacidad para pensar el pensamiento es importante para romper ciclos de exclusión histórica en sectores vulnerables, permitiendo que se reconozca como un aprendiz autónomo y competente. Además de esa dimensión metacognitiva, este proyecto asume una postura activa frente a la brecha de género en la tecnología, reconociendo que la exclusión no opera solo por condición socioeconómica, sino también por los estereotipos que el entorno cultural instala desde edades muy tempranas.

García-Holgado et al. (2020), tras realizar un análisis de las propuestas para reducir la brecha de género en STEM, subrayan la importancia de intervenir desde edades tempranas para neutralizar los estereotipos que condicionan el acceso de las niñas a la informática. La elección de Brócoli como un personaje pedagógico neutro y el diseño narrativo inclusivo de las Quintas Cuartas Colinas funcionan como una estrategia deliberada para fomentar la identidad digital femenina antes de que los sesgos culturales se arraiguen con mayor profundidad.

Como enfatiza la UNESCO (2022), la tecnología inclusiva debe asegurar que las niñas se reconozcan como creadoras de tecnología por derecho propio; en la Sede B, esta dimensión garantiza que el pensamiento computacional sea un territorio abierto para todos los estudiantes, sin distinción de género. La convergencia de estas cinco categorías permite arribar a una conclusión

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS que trasciende la suma de sus partes: la integración del pensamiento computacional en la educación básica primaria no debe interpretarse como instrucción técnica aislada, sino como un ejercicio de empoderamiento cognitivo, social y territorial.

Cuando las cinco categorías se leen en diálogo de manera simultánea y relacional, trascendiendo el enfoque secuencial, emerge una visión pedagógica coherente que transforma el aula de segundo grado de la Sede B en un laboratorio de creación, pensamiento crítico y justicia educativa. La relación entre el Construccinismo Digital y el Pensamiento Computacional establece el principio fundamental: el aprendizaje ocurre cuando el estudiante enfrenta el reto de hacer visible su propio pensamiento; al secuenciar las acciones de Brócoli en entorno operado por Python, el niño desarrolla una estructura de razonamiento que, como sostiene Wing (2017), es una competencia analítica para cualquier ciudadano del siglo XXI.

La mediación del Enfoque STEAM y la Gamificación garantizan que la tecnología sea percibida como un lenguaje de expresión accesible y no como una barrera fría; el uso de narrativas situadas permite, según Bautista-Vallejo y Hernández-Carrera (2020), potenciar la metacognición y reconocer a los estudiantes como productores activos de conocimiento en su propio territorio. En este sentido, Van Dijk (2020) y García-Holgado et al. (2020) blindan el proyecto desde una perspectiva ética, considerando que la equidad está diseñada para fortalecer la identidad digital de todos los estudiantes sin distinción alguna.

En conclusión, este marco teórico fundamenta que el proyecto es pertinente al alinearse con los lineamientos de Bogotá Territorio STEM+ (SED, 2023) y necesario al responder con rigor a la brecha digital en San Cristóbal; la investigación se proyecta hacia su fase de implementación con la certeza de que el pensamiento computacional es el camino para formar ciudadanos capaces de liderar la transformación de su territorio desde la infancia. Como señala la UNESCO (2022), la inclusión y la diversidad son los pilares de la excelencia científica; y este andamiaje conceptual, además de sustentar el desarrollo técnico de Brócoli de la Mancha, valida la urgencia de una pedagogía que coloque la soberanía intelectual del estudiante en el centro de la innovación educativa oficial.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Marco Conceptual

Educación STEM

La educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) constituye una metodología transdisciplinar que integra conocimientos y habilidades de estas cuatro áreas para la resolución de problemas. De acuerdo con Sanders (2009), STEM se caracteriza por integrar disciplinas que históricamente se impartían de forma aislada, con el fin de consolidar aprendizajes significativos y transferibles en escenarios cotidianos.

Por otro lado, Honey, Pearson y Schweingruber (2014) argumentan que el modelo STEM tiene como objetivo promover habilidades como la innovación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, atributos indispensables para la formación de ciudadanos con alta capacidad para desenvolverse en entornos con elevado desarrollo tecnológico.

Bajo esta premisa, el enfoque STEM fomenta dinámicas formativas participativas y contextualizadas permiten que los estudiantes construyan conocimiento a través de la exploración, el diseño y la ejecución de conceptos científicos y tecnológicos.

Habilidades Digitales Tempranas

Las habilidades digitales tempranas hacen referencia al conjunto de capacidades, actitudes y conocimientos que facultan a los niños y niñas para vincularse de forma efectiva y significativa con entornos digitales desde los primeros años de vida escolar. Con base en los lineamientos de la UNESCO (2018), estas habilidades abarcan competencias relacionadas con el acceso, la comprensión, la creación, el uso y la comunicación mediada por recursos digitales.

Por otra parte, Ferrari (2013), bajo las directrices del proyecto DIGCOMP, plantea que las competencias digitales incluyen dimensiones vinculadas a la gestión de la información, la comunicación digital, la creación de contenidos, la ciberseguridad y la resolución de problemas. Estas capacidades edifican los cimientos necesarios para consolidar competencias tecnológicas más avanzadas en los niveles educativos posteriores.

En lo que respecta a la educación básica primaria, potenciar estas habilidades digitales en edades tempranas contribuye a mitigar brechas de acceso al conocimiento y promueve la participación activa de los estudiantes en entornos de aprendizaje mediados por tecnologías.

Pensamiento Computacional

El pensamiento computacional se ha consolidado como una destreza fundamental para el siglo XXI. Jeannette Wing (2006), máxima exponente en el tema, lo concibe como un proceso de resolución de problemas basado en las nociones fundamentales de las ciencias de la computación aptas para todas las personas, independientemente de su campo de formación.

Posteriormente, Wing (2008) profundizó en este aspecto al precisar que el pensamiento computacional involucra la formulación de problemas y el diseño de soluciones capaces de ser ejecutadas con total eficiencia tanto por un ser humano como por una máquina.

Por otro lado, Brennan y Resnick (2012) estructuran tres ejes esenciales del pensamiento computacional: conceptos, prácticas y perspectivas computacionales. Dentro de este marco se incluyen destrezas como la secuenciación, la abstracción, la identificación de patrones, la descomposición problemas y el diseño de algoritmos. En el contexto de la educación primaria, el pensamiento computacional estimula el razonamiento lógico, la capacidad para abordar problemas eficazmente y la creatividad.

Programación en Python

Python se consolida como un lenguaje de programación de alto nivel utilizado en contextos educativos óptimo para el desarrollo de herramientas pedagógicas debido a su flexibilidad y potencia. De acuerdo con Lutz (2013) este lenguaje permite que los estudiantes se centren en la comprensión de conceptos computacionales fundamentales, evitando estructuras de programación.

Perspectivas como la de Guzdial (2015) defienden que la introducción de la tecnología debe orientarse a la resolución de problemas y del desarrollo del pensamiento computacional más allá de la memorización mecánica de comandos o lenguajes específicos. Bajo esta premisa, Python se consolida como una herramienta adecuada para dar vida a un entorno interactivo “Las Aventuras de Brócoli”, así en vez de exponer a los estudiantes de segundo a la escritura de un código, el lenguaje actúa como un motor que transforma conceptos abstractos en retos lúdicos y mecánicas de juego accesible para los estudiantes.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Estrategia Pedagógica

La estrategia pedagógica se define como una articulación de acciones, herramientas y metodologías orientadas a alcanzar metas de aprendizaje específicas. En palabras de Díaz Barriga y Hernández (2010), las estrategias pedagógicas constituyen procedimientos organizados e intencionados que promueven la construcción significativa del conocimiento al tiempo que impulsan su rol del estudiante como agente activo de su propio proceso formativo.

Bajo el paradigma constructivista, las estrategias pedagógicas deben propiciar escenarios de exploración, experimentación y resolución de problemas, permitiendo que los niños y las niñas construyan aprendizajes significativos a través de la interacción con sus pares y otros actores del proceso formativo.

Mediación Pedagógica Mediante Narrativas y Personajes

La mediación pedagógica abarca el conjunto de dinámicas y acciones que facilitan la interacción entre los estudiantes y el conocimiento. Desde la perspectiva de Gutiérrez y Prieto (2007), este proceso se consolida como un recurso pedagógico orientado a favorecer la construcción con sentido, la motivación y la participación dentro del aula. En este escenario, la incorporación de hilos conductores basados en relatos adquiere un valor muy importante; al respecto, Bruner (1997) sostiene que las narrativas juegan un papel esencial para la construcción del conocimiento, ya que permiten estructurar vivencias y simplifican la apropiación de conceptos complejos a través de relatos y contextos significativos.

Por tal razón, el personaje de “Brócoli de la Mancha” se integra como un agente de mediación cuyo propósito es dinamizar la interacción de los estudiantes con actividades STEM propuestas en la investigación.

Equidad en Acceso a la Educación STEM

La equidad en el entorno escolar exige asegurar oportunidades de aprendizaje con altos estándares de calidad para todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones sociales, económicas o culturales. Desde la perspectiva de Ainscow (2020), los modelos pedagógicos inclusivos demandan diseñar estrategias que permitan la participación efectiva de todos los estudiantes mitigando barreras en el acceso al aprendizaje.

En el marco de la educación STEM, la equidad se traduce en estructurar escenarios de oportunidades para que niños y niñas participen activamente de diversas experiencias de aprendizaje tecnológico y científico desde el primer ciclo de educación primaria. Al respecto, la OECD (2023) subraya que impulsar la equidad en estas disciplinas constituye un factor clave para mitigar brechas en la formación, así como para fortalecer competencias necesarias para la ciudadanía digital y las dinámicas de conocimiento contemporáneo.

Marco Técnico

Lenguaje de Programación Python

La estrategia pedagógica se desarrollará mediante Python, un lenguaje de programación de alto nivel valorado en escenarios educativos debido a su sencillez, legibilidad y versatilidad. De acuerdo con Lutz (2013), este lenguaje facilita la arquitectura de entornos digitales de aprendizaje al mitigar la complejidad asociada a otros lenguajes, permitiendo que el diseño se centre en la lógica de la resolución de problemas.

Así mismo, Guzdiál (2015) sostiene que los entornos digitales deben propiciar experiencias de aprendizaje orientadas a promover el pensamiento computacional a través de retos significativos y contextualizados. Bajo esta premisa, Python se consolida como una herramienta adecuada para la implementación de experiencias STEM en estudiantes de primaria.

Desarrollo de Software Educativo

La construcción de la estrategia se fundamenta en principios de diseño de software educativo orientados a promover entornos digitales dinámicos. De acuerdo con Marqués (2011), un recurso digital interactivo debe tener una intencionalidad pedagógica, capacidad de promover aprendizajes significativos, flexibilidad y adaptabilidad frente al contexto. Así mismo, Cabero (2020) argumenta que cuando se integran las necesidades de los estudiantes con los objetivos pedagógicos la tecnología adquiere un valor incalculable, promoviendo procesos efectivos de participación y construcción de conocimiento.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Diseño de Interfaces Para Niños

La interfaz gráfica de la propuesta didáctica será estructurada bajo principios de usabilidad y experiencia del usuario adaptados a las características de los estudiantes. Nielsen (2012) plantea que la usabilidad de un entorno digital está sujeta a factores como la facilidad del aprendizaje, la eficiencia operativa, comprensión de la interfaz y la satisfacción que genera. Por consiguiente, el software offline articulará iconografía clara, rutas de navegación simples y la mediación del personaje “Brócoli de la Mancha”, configurando un escenario atractivo y lúdico para que los estudiantes aborden de manera autónoma los retos.

Recursos de Gamificación

La estrategia didáctica incorporará elementos de gamificación que promuevan el compromiso y la motivación durante el proceso de aprendizaje. Por tal razón, la articulación de desafíos, los reconocimientos visuales y la retroalimentación inmediata permitirá fortalecer la experiencia de aprendizaje y mantener el interés de los niños y las niñas respecto a la resolución de todos los retos. De acuerdo con el planteamiento de Kapp (2012), la gamificación consiste en trasladar estructuras mecánicas y elementos del juego en contextos no lúdicos, buscando dinamizar la participación y facilitar el alcance de objetivos específicos.

Arquitectura Funcional de la Estrategia

Desde el punto de vista técnico, la estrategia se estructurará en módulos de presentación, actividades de aprendizaje y retroalimentación inmediata. Dicha organización permitirá ordenar de manera secuencial los retos garantizando una experiencia acorde con las características del usuario, en este caso los estudiantes de segundo de primaria. Asimismo, el diseño de software responderá a criterios de accesibilidad, usabilidad y funcionalidad pedagógica, promoviendo una efectiva integración entre los objetivos propuestos en la investigación y las herramientas tecnológicas.

Metodología de Ingeniería de Software

Método de análisis

Para la conceptualización del videojuego se implementó un análisis orientado a objetos. Este enfoque permitió abstraer elementos del entorno del juego y modelarlos como entidades

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS independientes del software con atributos (datos) y métodos (comportamientos) específicos. El proceso de análisis empezó con el estudio de requerimientos funcionales y no funcionales específicos para el funcionamiento del videojuego:

Requisitos funcionales: El sistema debía capturar eventos en tiempo real del teclado, renderizar gráficos bidimensionales constantemente, procesar cálculos de colisiones entre personajes, barreras, bloques y slots, y llevar un registro de puntuación final.

Requisitos no funcionales: El software debía garantizar una latencia mínima de respuesta de los controles, mantenerse estable en todo momento y disminuir el consumo de RAM, además de ser escalable para la modificación y mejora y adición de niveles. Una vez fueron establecidos los requisitos básicos del programa, se realizó un proceso de abstracción y mapeo de entidades presentes, en estructuras de códigos modulares:

Entidad jugadora (Dash y Brócoli): Clase encargada de servir como guía principal del videojuego, encapsulando coordenadas (x, y), vectores y animaciones. Sus métodos principales son controlados por la entrada del teclado.

Entidad Administrador: Clase encargada de llevar el control del ciclo de vida del juego. Sus métodos principales incluyen iniciar la pantalla, gestionar tiempos global, gestión de puntos y cambio de estados (menú, niveles, jugando, pausa).

Ciclo de Vida y Método de Desarrollo

En la gestión y ejecución del proyecto, se adoptó una metodología ágil basada en el desarrollo orientado al cliente (Customer-Drive Development) mediante ciclos de prototipado evolutivo. Este enfoque permitió que el software evolucionara a través de incrementos funcionales, donde cada reunión con el cliente definía la fase técnica, estructurándose en el siguiente ciclo repetitivo:

Fase de captura de requerimientos: En sesiones iniciales con el cliente, se definió el alcance general, la identidad del protagonista y las mecánicas deseadas. Se estableció el propósito del juego y su estructura base.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Fase de desarrollo del incremento: Con el primer requerimiento ya acordado con el cliente, se diseñaron las bases del menú principal y los niveles. Se procedió con la estructuración y codificación de los módulos específicos de movimientos para generar un entregable funcional, dejando de lado la estética.

Fase de demostración y validación con el cliente: El prototipo fue presentado para una revisión técnica según lo solicitado por el cliente. En esta etapa, el cliente interactuó con el software para evaluar el comportamiento de personajes, bloques y botones, y calificar la fluidez y continuidad del software. Finalizada la revisión, se procedió con la nueva toma de requerimientos, más enfocada a la estética del juego y los detalles viso auditivos.

Fase de refactorización y corrección adaptativa: Finalmente, con los comentarios y correcciones del cliente, se realizaron múltiples modificaciones y correcciones mínimas de detalles que solicito el cliente para la entrega final del software funcional. Se retorno al entorno de desarrollo para la depuración de errores visuales, lógicos y de escenografía, para ajustar las mecánicas y pulir los mínimos detalles.

Para visualizar matemáticamente la naturaleza iterativa del proceso de co-diseño e ingeniería con el cliente, se presenta el siguiente gráfico del flujo de trabajo implementado (ver figura 2).

- Especificaciones y características de entorno tecnológico
- Motor de desarrollo y lenguaje

Para la construcción del videojuego “Las aventuras de Brócoli” se utilizó el siguiente ecosistema:

Lenguaje de programación: Se seleccionó Python como lenguaje robusto de alto nivel por su soporte nativo para el paradigma orientado a objetos, gestión de estructuras y comodidad a la hora de programar. Python maneja una lógica sencilla de entender y fácil de construir.

Entorno de desarrollo: como principal IDE se utilizó Visual Studio Code. Si compatibilidad con Python, así como su facilidad para ser trabajado, y sus extensiones personalizables, permitieron que el diseño del software fuera más eficiente y cómodo. módulos y arquitectura del software.

FIGURA 2.

Diagrama De Flujo Iterativo – Ciclo De Vida Del Software



Nota. Elaboración propia.

La arquitectura interna del videojuego se trabajó con un modelo arquitectónico conocido como Modelo Vista-Controlador (MVC) el cual desacopla el código como tal, permitiendo que no se tenga un único script robusto, alterando así el orden del programa y dividiendo en diversos módulos lógicos lo que son los niveles o funciones específicas. Se manejo un cerebro en el programa el cual era el archivo *main.py*, que llamaba y traía todas las funciones y los niveles para generar una correcta ejecución y optimizar el Código.

Arquitectura de la Información y Flujo Funcional

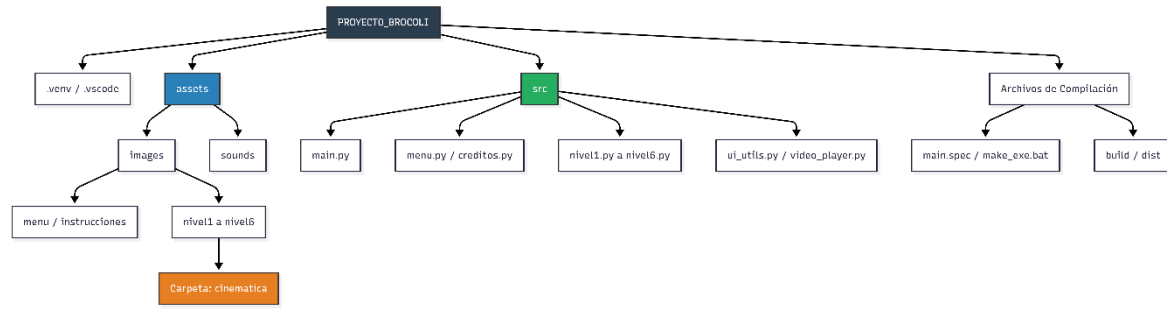
Mapa del contenido.

Para la descripción del mapa de contenido, visualizar el siguiente gráfico que detalla la construcción del videojuego:

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Figura 3.

Mapa De Contenido Del Videojuego



Nota. Mapa funcional y lógica de navegación

Para la descripción del mapa funcional y la navegación, visualizar el grafico (ver figura 4) que detalla el comportamiento del videojuego en cada paso:

El entorno interactivo del videojuego opera bajo una lógica bidimensional en donde reina el sistema de coordenadas donde el punto de origen (0, 0) se encuentra ubicado en el primer píxel en la esquina superior izquierda de la pantalla, para establecer posiciones y correcciones en el juego.

Sistema de Colisiones

Para delimitar el paso por caminos incorrectos, se implementó un algoritmo de cajas delimitadoras alineadas con los ejes (AABB - Axis-Aligned Bounding Boxes) por medio de una matriz binaria (1, 0).

$$\text{"Colisión"} = (A_x1 < B_x2) \wedge (A_x2 > B_x1) \wedge (A_y1 < B_y2) \wedge (A_y2 > B_y1)$$

Si la respuesta es true genera un error el cual informa al usuario que la acción que está realizando no es permitida por una colisión.

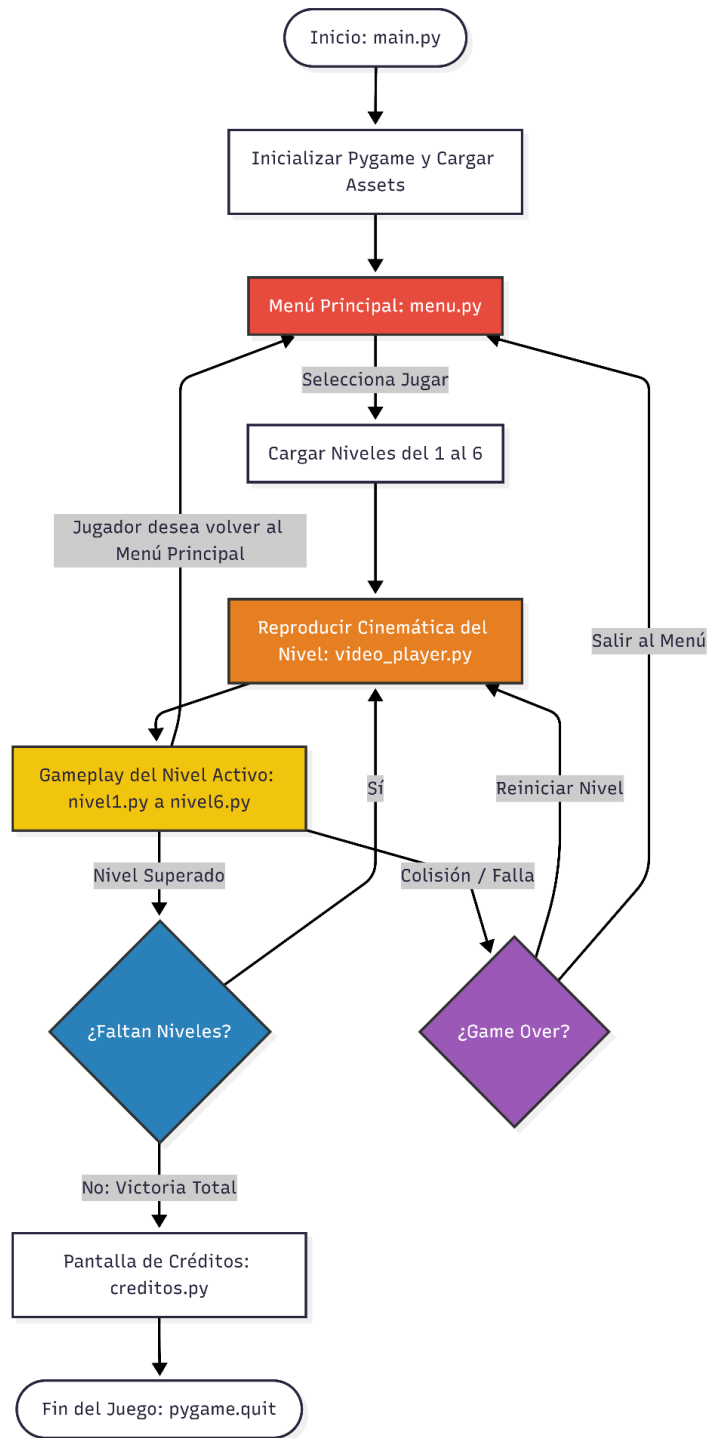
Gestión de estados

El flujo de navegación y control de Dash y Brócoli se administra mediante una Máquina de Estados Finitos (FSM) abstracta para garantizar que el sistema opere en un único escenario a la vez. Los estados programados en la arquitectura corresponden al Menú Principal (menu.py), la pantalla de Créditos (credits.py), la secuencia narrativa previa a cada nivel (video_player.py) y el entorno activo de juego desarrollado secuencialmente de forma independiente en los scripts nivel1.py a nivel6.py

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Figura 4.

Mapa De La Lógica Del Videojuego



Nota. Componentes lógicos del videojuego

Marco Metodológico

Categorización de la Realidad Educativa

Los conceptos y categorías de análisis que fundamentan este proyecto se definen a partir de las dinámicas de aula de la Sede B del Colegio Técnico San Cristóbal Sur.

Tabla 2. *Matriz de Categorías y Operacionalización del Proyecto*

Categoría Principal	Subcategorías	Definición Operacional dentro del Proyecto	Indicadores Concretos	Instrumentos Asociados
1. Aprendizaje a través de la Creación digital	Tinkering, autonomía operativa, paso de consumidor a operador.	La iniciativa del estudiante por interactuar con el recurso digital a su propio ritmo, atendiendo las instrucciones del juego y los comandos, sin necesidad del acompañamiento constante de la docente.	La autonomía e iniciativa del estudiante en el uso del computador (teclado, mouse) Constancia e interés del estudiante por descubrir las reglas del juego a través del ensayo y error.	Listas de chequeo de la prueba piloto (Aplicadas individualmente a los códigos E01 -E14 durante 4 sesiones)
2. Pensamiento Computacional y Resolución de Problemas	Abstracción, secuenciación, descomposición, depuración.	Procesos lógicos que los estudiantes llevan a cabo para aislar los distractores visuales que se les presentan, dividir los retos en pasos sencillos y	Aciertos obtenidos por los estudiantes en el diagnóstico inicial por cada habilidad observada. Progreso de los niños en la escala de desempeño (L, P, I, N), al	Instrumento Diagnóstico (Cuestionario impreso de 15 preguntas). Nivel 6 del juego (Examen final integrador) Historial de 4 Listas de

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

		analizar y corregir los errores.	interactuar con cada reto en el juego. Destreza y autonomía en el desarrollo del reto final.	chequeo de la prueba piloto
3. Enfoque STEM y Transversalidad Curricular	Pensamiento sistémico, relación de tecnología con el entorno.	Habilidad del estudiante para usar la lógica del juego y proponer soluciones a los problemas ambientales de su entorno inmediato.	Destreza del estudiante para orientarse en la pantalla y llevar al personaje hacia puntos clave del mapa. Capacidad del estudiante en recordar lo trabajado y ponerlo en práctica para superar el reto integrador final.	Instrumento Diagnóstico (Cuestionario impreso de 15 preguntas) Nivel 6 del juego (Examen final integrador) Historial de 4 Listas de chequeo de la prueba piloto.
4. Gamificación y Narrativas Pedagógicas	Andamiaje emocional, motivación intrínseca, resiliencia.	Uso de la narrativa y la cercanía del estudiante con el personaje como puente emocional, para ver el error como una oportunidad, fortaleciendo la confianza en sus propias capacidades	Tiempo de atención y concentración sostenida en el desarrollo de los retos. Capacidad de autorregulación y modificación de la estrategia a pesar de fallar.	Listas de chequeo de la prueba piloto (Aplicadas individualmente a los códigos E01 -E14 durante 4 sesiones)

 LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

5. Equidad Tecnológica e Inclusión	Brecha digital de segundo orden, portabilidad offline, neutralización de sesgos	Acceso equitativo a habilidades lógicas de orden superior, por medio de una herramienta digital que garantiza la participación de todos sin discriminación alguna.	Funcionamiento constante del recurso digital sin depender de conexión wifi. Participación equitativa e integrada para el desarrollo de los retos	Listas de chequeo de la prueba piloto (Aplicadas individualmente a los códigos E01 -E14 durante 4 sesiones)
---	---	--	--	---

Nota. Estructura metodológica (validada por 4 expertos) del diseño del recurso digital, que fundamentó el proceso.

Enfoque de Investigación

La presente investigación se enmarca en el enfoque cualitativo con elementos de carácter descriptivo y evaluativo, debido a que busca comprender una realidad educativa específica y desarrollar una estrategia pedagógica orientada al fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas y el pensamiento computacional en estudiantes de segundo grado de educación básica primaria.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque cualitativo permite comprender fenómenos educativos en sus contextos naturales, considerando las percepciones, experiencias e interacciones de los participantes.

Tipo de Investigación: Investigación – Acción Educativa

El tipo de investigación seleccionada es la Investigación – Acción Educativa (IAE) a partir de los postulados de John Elliott. Este método es acertado en cuanto a que la docente-investigadora ejerce también el rol de maestra titular en la institución, eliminando la distancia que existe entre el observador externo y los estudiantes. De este modo, la construcción de conocimiento y las soluciones surgen a partir de las necesidades cotidianas encontradas en el aula.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

En este caso, el desafío es transformar la postura pasiva frente a la tecnología y mitigar la brecha en el desarrollo de razonamiento abstracto en los estudiantes de ciclo I en la Sede B del Colegio Técnico San Cristóbal Sur. Para dar cumplimiento a este propósito, el estudio se desarrolla a través de un proceso cíclico estructurado con las siguientes fases:

Fase 1. Diagnóstico

Valoración y caracterización inicial de los desempeños basales en habilidades digitales tempranas y pensamiento computacional de la muestra.

Fase 2. Planificación

Estructuración y diseño de la estrategia pedagógica STEM implementada mediante Python.

Fase 3. Acción

Aplicación de la estrategia con los estudiantes en las jornadas escolares.

Fase 4. Observación

Registro de evidencias, comportamientos y aprendizajes mediante los instrumentos de observación.

Fase 5. Reflexión y Valoración

Análisis de resultados, valoración de la pertinencia pedagógica y propuestas de optimización para la práctica pedagógica.

Tipo De Estudio: Investigación Aplicada

Este trabajo está enmarcado en la **Investigación Aplicada** de acuerdo con los objetivos de la Maestría en Educación STEM para el Desarrollo Social de la Universidad Santo Tomás. Se fundamenta en el codiseño, la creación guiada y la valoración en el salón de clases de una herramienta digital offline propia y original: Las aventuras de Brócoli. En esta propuesta, se evidencia cómo un recurso digital creado específicamente para computadores con limitada capacidad y sin conectividad puede potenciar habilidades digitales en los estudiantes, de modo que, su uso mitiga en ciclo I la brecha digital.

Para dar cumplimiento a este enfoque aplicado se adopta un enfoque descriptivo-propositivo, articulado al ciclo de la Investigación- Acción Educativa. Es de carácter descriptivo

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS puesto que busca caracterizar el nivel inicial en cuanto a las habilidades digitales tempranas y el pensamiento computacional en los niños y niñas de segundo grado de básica primaria del Colegio Técnico San Cristóbal Sur. De igual manera es propositivo debido a que pone en marcha una estrategia con enfoque STEM demostrando que la investigación aplicada transforma la práctica pedagógica y fortalece competencias en el contexto educativo y no se limita a comprender una situación específica.

Técnicas De Recolección De Información Seleccionadas

El proceso de recolección de información se desarrolló teniendo en cuenta tanto los objetivos propuestos como las fases de la Investigación-Acción Educativa. Para ello, se implementaron técnicas e instrumentos de corte cualitativo orientados a obtener información de la caracterización inicial sobre habilidades digitales y pensamiento computacional de los niños y niñas, así como valorar el impacto y la pertinencia pedagógica de la estrategia digital.

Cuestionario Diagnóstico

Con el fin de alcanzar el objetivo específico orientado a la caracterización inicial del pensamiento computacional y habilidades digitales tempranas en los 14 estudiantes, se empleó la técnica de encuesta a través de la aplicación de un cuestionario diagnóstico. De acuerdo con los postulados de Hernández y Mendoza (2018), el cuestionario se define como un instrumento estructurado idóneo que permite la recolección sistemática de la información teniendo en cuenta los conocimientos, rasgos particulares y percepciones de un grupo de estudio. En esta investigación el cuestionario estuvo orientado por medio de preguntas específicas, a caracterizar los conocimientos previos de los estudiantes respecto a identificación de secuencias, la capacidad de abstracción y la resolución de problemas. Los hallazgos encontrados permitieron consolidar una línea base para el co-diseño de la estrategia pedagógica con enfoque STEM desarrollada mediante Python y mediada por el personaje “Brócoli de la Mancha”.

Observación Participante

Con el propósito de valorar la pertinencia pedagógica de la estrategia desarrollada, se utilizó la técnica de observación participante durante la implementación de las actividades formativas. Según Elliott (2000), esta aproximación forma parte de un pilar fundamental en la

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS Investigación- Acción Educativa, puesto que permite a la docente- investigadora comprender las diversas dinámicas desde el interior del contexto, documentando comportamientos, interacciones y experiencias de los niños y las niñas durante la intervención pedagógica.

Durante la aplicación de la estrategia el seguimiento se centró en aspectos como la participación activa de los estudiantes, la respuesta a los recursos mediados por el personaje “Brócoli de la Mancha”, el nivel de interacción con los retos STEM, la progresiva apropiación de habilidades digitales tempranas. Las evidencias recolectadas a través de listas de chequeo aportaron insumos para analizar la relevancia de la estrategia frente a los objetivos planteados y establecer líneas de mejora de la práctica docente.

Análisis Documental

De forma complementaria, se realizó un análisis documental de los referentes teóricos y normativos relacionados con el enfoque STEM, el pensamiento computacional y las habilidades digitales tempranas. Esta aproximación metodológica permitió examinar sistemáticamente antecedentes académicos y políticas educativas, dando soporte teórico guiar el co-diseño de la estrategia pedagógica y fortalecer la fundamentación conceptual de la investigación.

Instrumentos Complementarios De Validación Y Evaluación Interactiva

Con el propósito de registrar y documentar el paso a paso del proceso cognitivo, la destreza de los estudiantes y su desempeño en el aula, la investigación unifico diversas herramientas de recolección adicionales orientadas con las categorías de estudio.

Matriz de Validación por Juicio de Expertos

Instrumento metodológico previo a la implementación de la prueba piloto. Consiste en una matriz de evaluación cualitativa de cuatro evaluadores expertos en las áreas técnicas y pedagógicas, cuyo propósito fue examinar la pertinencia pedagógica de entorno digital offline desarrollado bajo Python y la articulación con los objetivos de enfoque STEM para el Desarrollo Social.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Reto Integrador de Habilidades

Entorno de evaluación interactiva integrada directamente en la arquitectura del entorno desarrollado bajo Python (nivel 6). Este último reto actúa como un desafío final de consolidación diseñado específicamente para que el estudiante de grado segundo articule de forma simultánea el pensamiento computacional y secuencias lógicas abordado en retos antecedentes, resolviendo así el escenario conclusivo de la narrativa lúdica.

Técnicas De Análisis De Información Seleccionadas

En coherencia con el paradigma sociocrítico y el enfoque cualitativo que orientan este estudio, los datos recolectados no se sometieron a análisis estadísticos inferenciales, sino a un **análisis de contenido cualitativo**. Esta técnica permite interpretar de manera sistemática y contextual el sentido de las conductas, respuestas y desempeños de los estudiantes de segundo grado, vinculándolos directamente con las categorías de análisis definidas en el proyecto.

Para el procesamiento y la interpretación de la información, se establecieron los siguientes mecanismos operativos:

- **Triangulación cualitativa de datos:** Se contrastaron los datos obtenidos en la caracterización inicial (cuestionario diagnóstico), los registros sistemáticos de las interacciones en el aula (las listas de chequeo aplicadas durante las sesiones de la prueba piloto) y el desempeño autónomo final en el software (reto integrador del nivel 6 en Python). Este cruce de fuentes permitió validar el impacto real de la estrategia pedagógica desde diferentes ángulos de evidencia, asegurando la objetividad y rigurosidad de los hallazgos.

- **Análisis descriptivo de desempeños:** Los registros cualitativos recopilados a través de las listas de chequeo individuales se organizaron y clasificaron utilizando de manera la escala de desempeño (L, P, I, N **L (Logrado):** El estudiante resuelve el desafío del nivel de forma autónoma y fluida, **P (En Proceso):** Logra el objetivo tras una pista verbal o andamiaje del docente, **I (Iniciado):** Comprende el objetivo pero no logra coordinar las acciones para resolverlo, **N (No observado):** No se presentó evidencia de esta dimensión en la sesión.). De este modo, se rastreó de forma cualitativa la evolución y el progreso de los 14 estudiantes (códigos E01 al E14) en dimensiones críticas como la

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS capacidad de abstracción, la identificación de secuencias lógicas y la autonomía operativa al interactuar con el personaje "Brócoli de la Mancha".

Producto o Resultado Esperado

El producto pedagógico y tecnológico derivado de esta investigación aplicada consiste en un entorno digital de naturaleza offline diseñado bajo el lenguaje de programación Python, titulado “Las Aventuras de Brócoli”. Este entorno interactivo está diseñado pedagógicamente en seis niveles progresivos, desarrollado para fortalecer procesos de pensamiento computacional: como la abstracción, la lógica, las habilidades digitales en los estudiantes de segundo de básica primaria.

Como soporte operativo de la puesta en marcha de este entorno digital en el salón de clase, el proyecto suministra instrumentos cualitativos como el cuestionario diagnóstico impreso de 15 preguntas, listas de chequeo basadas en escala de desempeños (Logrado, En Proceso, Iniciado, No observado). De tal manera que el resultado esperado es el recurso digital y su metodología de aplicación en el aula.

Recursos Previstos

Para el desarrollo viable y efectivo de la investigación aplicada en el aula, se reconocieron y organizaron recursos necesarios (Talento humano, tecnológicos, materiales y económicos).

Tabla 3.

Clasificación de Recursos para el Proyecto

Tipo de Recurso	Descripción	Función específica dentro del Proyecto
Talento humano	Docentes – investigadoras titulares grado segundo.	Diseño, aplicación de los instrumentos, codiseño del entorno digital y mediación didáctica en el aula.
	Cuatro evaluadores expertos	Validación cualitativa de la pertinencia pedagógica y técnica del entorno interactivo desarrollado mediante Python.
Tecnológicos	Computadores sede B	Soporte físico para las sesiones de interacción de los 14 estudiantes con el entorno digital.
	Lenguaje de programación Python.	Motor técnico de desarrollo de los 6 retos del entorno interactivo.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

	Arquitectura de software offline.	Mitigación de la brecha digital al garantizar el funcionamiento del entorno digital sin necesidad de wifi.
Materiales	Cuestionario diagnostico (15 preguntas) impreso.	Recopilación de información inicial base.
	Listas de chequeo (impresas).	Registro individual de los desempeños (L, P, I, N)
Económicos	Proyecto autofinanciado por las investigadoras.	Cobertura de costos de papelería necesarios para el desarrollo del proyecto.

Nota. Elaboración propia.

Cronograma de Actividades

El desarrollo de este proyecto de investigación aplicada se estructuro de forma cronológica a lo largo de un trimestre de trabajo intensivo en aula, teniendo en cuenta las tareas operativas correspondientes a las fases metodológicas, iniciando con la fase de diagnóstico en el mes de marzo y las fases ejecución y observación de la prueba piloto en el mes de mayo. Ver tabla 4.

Tabla 4.

Diagrama de Grantt de las Fases del Proyecto (Trimestre Escolar)

FASES DEL PROYECTO	SEMANAS DE TRABAJO	MARZO	ABRIL	MAYO
FASE 1: Diagnóstico				
Aplicación cuestionario de 15 preguntas a la muestra (E01 - E14)	Semanas 1 -2	X		
Análisis del diagnóstico	Semanas 3 - 4	X		
FASE 2: Planificación				
Diseño pedagógico y codiseño técnico de los retos mediante Python	Semana 5 - 6		X	

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Validación del recurso

digital mediante el juicio de Expertos	Semanas 7 - 8	X
---	---------------	---

FASE 3: Prueba Piloto

Implementación prueba piloto	Semanas 9- 10	X
---	---------------	---

FASE 4: Observación

Registro individualizado mediante listas de chequeo (L, P, I, N)	Semanas 9- 10	X
---	---------------	---

FASE 5: Reflexión y valoración

Procesamiento de evidencias mediante triangulación cualitativa de datos	Semanas 11 - 12	X
--	-----------------	---

Nota. Elaboración propia.

Análisis y Resultados

Prueba de diagnóstico

Análisis del Instrumento de Diagnóstico

El presente análisis se fundamenta en la premisa de Wing (2006), quien define el pensamiento computacional no como una competencia exclusiva de la informática, sino como una habilidad de análisis que implica la resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión del comportamiento de las personas a través de los conceptos fundamentales de la computación.

En el contexto del Colegio Técnico San Cristóbal Sur, en ciclo uno esta perspectiva se entrelaza con el construccionismo de Papert (1980), quien sostiene que el aprendizaje es más fuerte cuando los estudiantes se involucran en la creación de "objetos para pensar", permitiéndoles transitar de lo concreto a lo abstracto mediante el ensayo y la reflexión.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Bajo estos referentes, se evalúan las habilidades cognitivas de 14 estudiantes de segundo grado frente a procesos críticos de lógica computacional, identificando la brecha existente entre la intuición digital y la sistematización lógica. El instrumento de diagnóstico fue desarrollado en forma de cuestionario escrito con 15 preguntas de selección múltiple con única respuesta. A continuación, se detallan los análisis de cada componente basados en los estándares internacionales de pensamiento computacional.

Análisis por Dimensión de Resultados

El instrumento, estructurado bajo estándares internacionales, arroja los siguientes hallazgos por dimensiones competenciales:

1. Abstracción y Clasificación (Preguntas 1, 2 y 3)

Fortalezas: Los estudiantes demuestran capacidad para agrupar objetos bajo criterios perceptibles inmediatos como color, forma o uso evidente.

Dificultades: Existe una resistencia marcada al pasar de la clasificación concreta a la abstracción simbólica, tendiendo a incluir detalles irrelevantes que dificultan la creación de un modelo simplificado del problema.

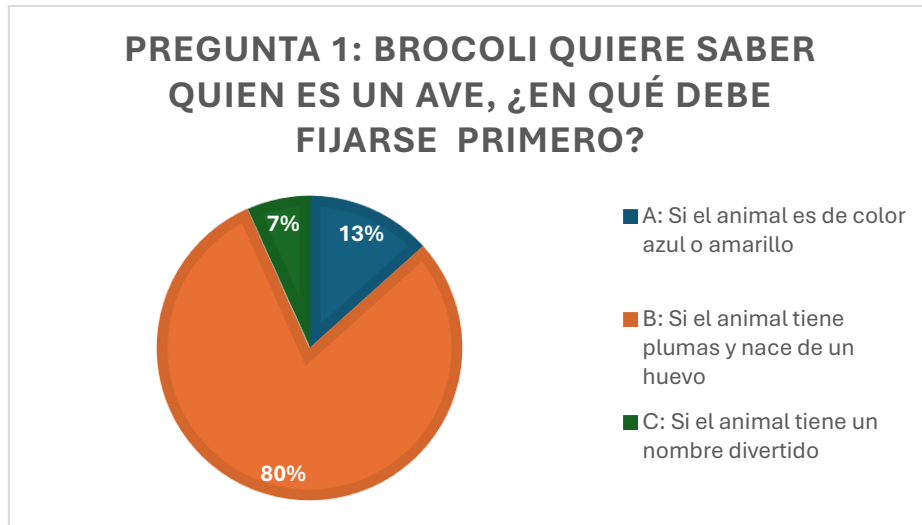
Limitación: Se observa un declive significativo en la capacidad de síntesis simbólica; el éxito disminuye a un 53% en la clasificación dirigida y a un crítico 33% cuando la tarea exige discriminar información secundaria para construir modelos simplificados.

Los resultados en la pregunta 1 muestran que un 80% de los estudiantes logran abstraer información relevante, sin embargo, en la pregunta 2 permite identificar que sólo el 53% de los estudiantes logran realizar una clasificación adecuada de la información que se requiere para responder correctamente la pregunta. En la pregunta 3 tan solo el 33% de los estudiantes alcanzan a abstraer información pertinente. Ver figuras 5, 6 y 7.

Interpretación: Los estudiantes presentan una resistencia cognitiva al abandonar el detalle concreto, lo que dificulta la construcción de modelos abstractos.

Figura 5.

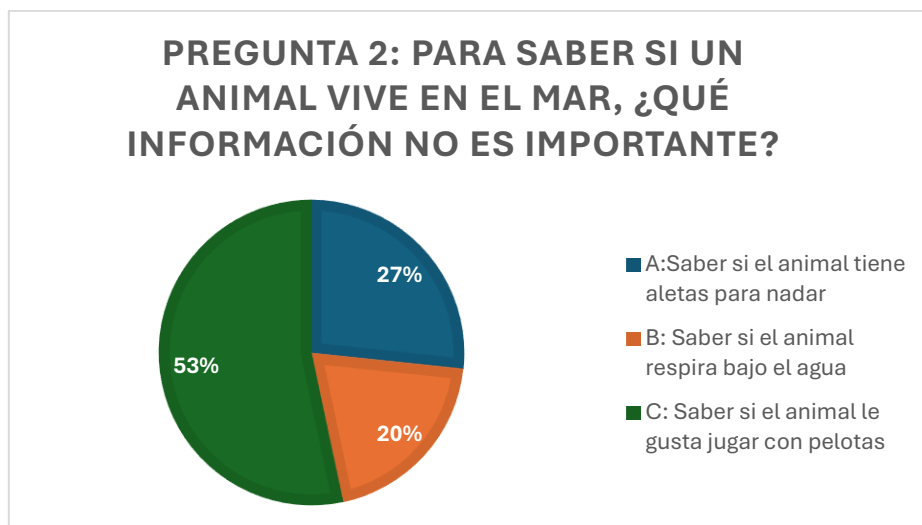
Resultados obtenidos en la pregunta 1



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 1 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes

Figura 6.

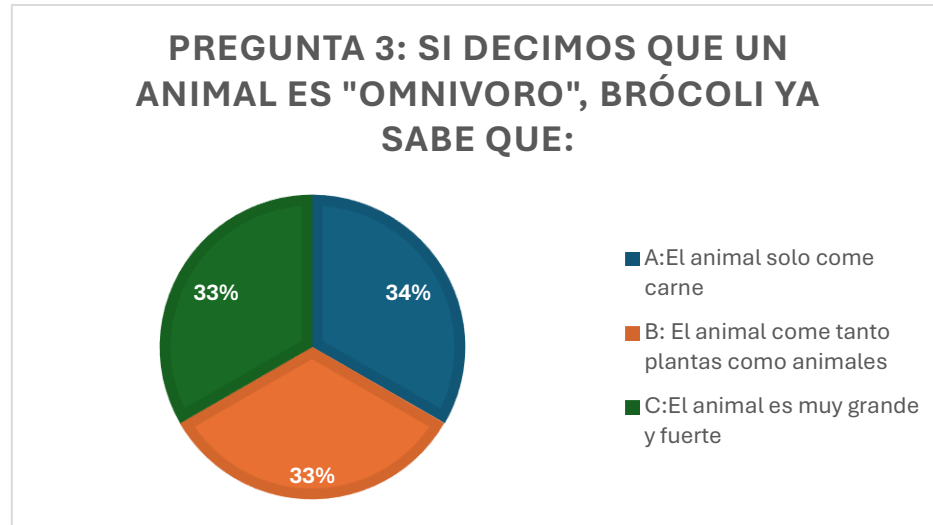
Resultados obtenidos en la pregunta 2



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 2 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes

Figura 7.

Resultados obtenidos en la pregunta 3.



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 3 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes

2. Algoritmos y Secuencias (Preguntas 4, 5 y 6)

Fortalezas: Se observa una buena ejecución en secuencias lineales y cronológicas simples, logrando seguir instrucciones paso a paso cuando el objetivo es tangible.

Dificultades: Se evidencian fallos en la precisión semántica, omitiendo pasos que consideran "obvios" y mostrando confusión ante estructuras condicionales (bifurcaciones) que rompen la continuidad lógica.

Limitación: Solo el 20% logra identificar estructuras lógicas subyacentes en algoritmos más complejos. Persiste la omisión de pasos "obvios" y una confusión marcada ante bifurcaciones condicionales que rompen la continuidad lineal.

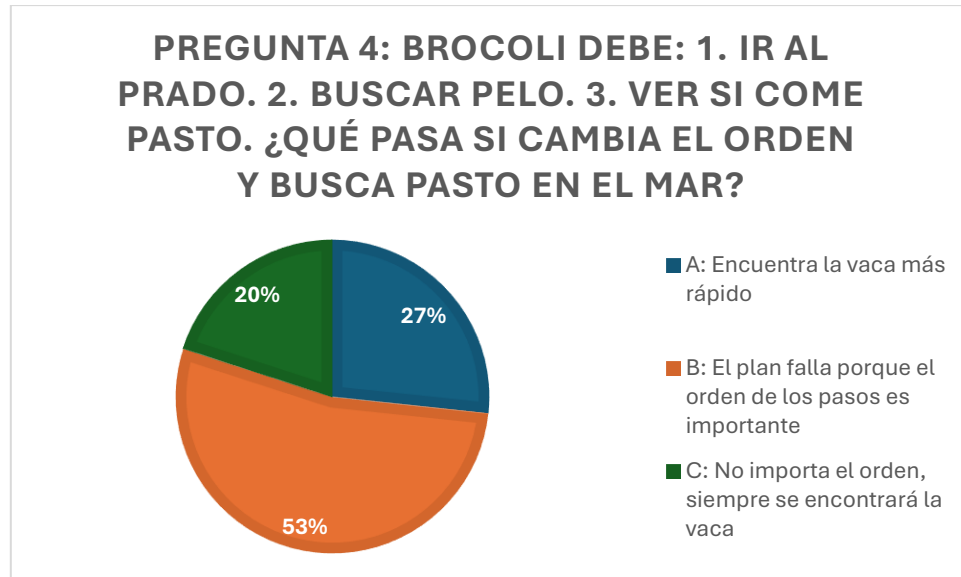
Para el caso de la pregunta 4, el 53% de los estudiantes logran seguir un paso a paso en la secuencia dada evidenciando algunas dificultades en el análisis y seguimiento de instrucciones. En la pregunta 5, sólo el 20% de los estudiantes logró identificar el algoritmo, esto evidencia que los estudiantes muestran confusiones en las estructuras lógicas y evidentes a la pregunta dada. Para la pregunta 6, el 47% de los estudiantes, tiene claridad en el concepto de lateralidad, y hace relación adecuada al algoritmo presentado. Ver figuras 8, 9 y 10.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Interpretación: Se evidencia una falta de *precisión semántica*, donde la lateralidad (lograda por el 47%) aún no se integra plenamente como una variable funcional dentro de una secuencia lógica.

Figura 8.

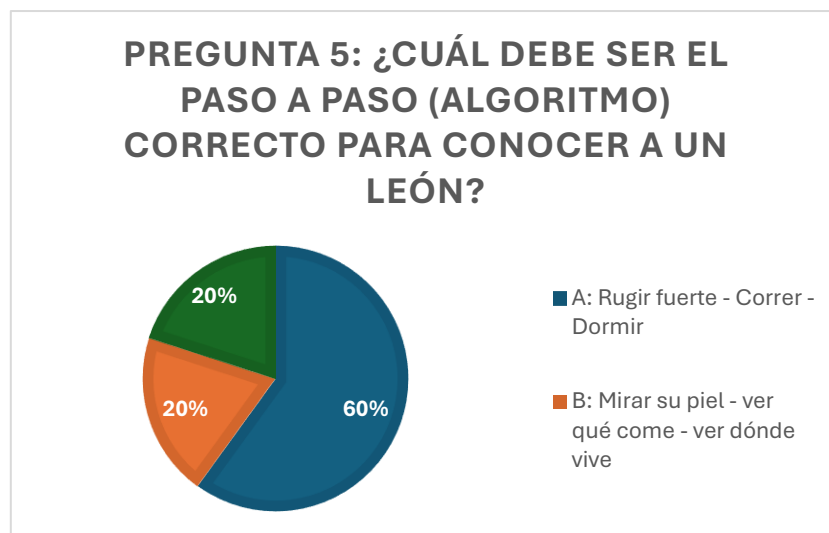
Resultados obtenidos en la pregunta 4



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 4 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes

Figura 9.

Resultados obtenidos en la pregunta 5

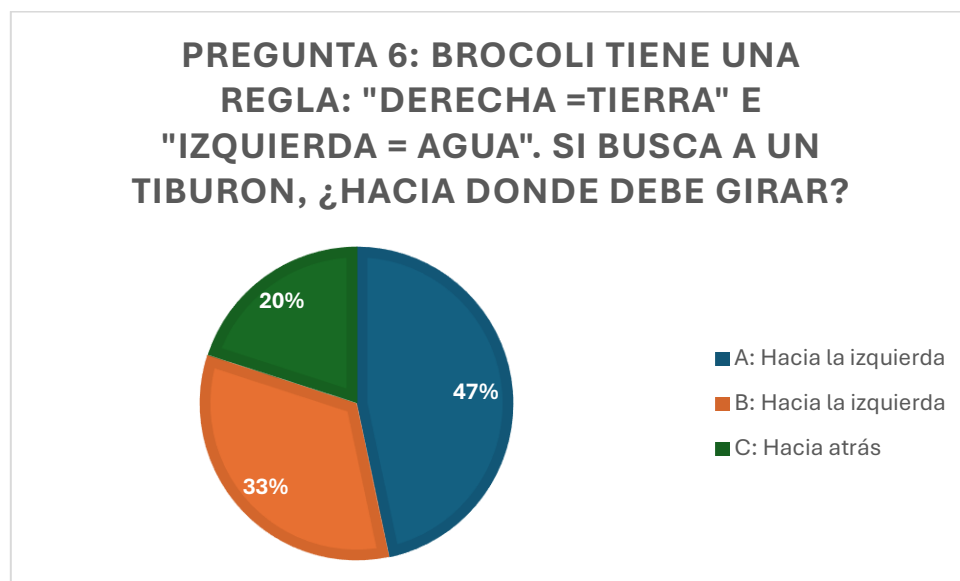


LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 5 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes

Figura 10.

Resultados obtenidos en la pregunta 6



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 6 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

3. Descomposición (Preguntas 7 y 8)

Fortalezas: Los estudiantes identifican con éxito las partes físicas y componentes visibles de un sistema u objeto.

Dificultades: Presentan debilidad en la descomposición de procesos abstractos, intentando resolver problemas complejos como bloques únicos, lo que genera una alta sobrecarga cognitiva.

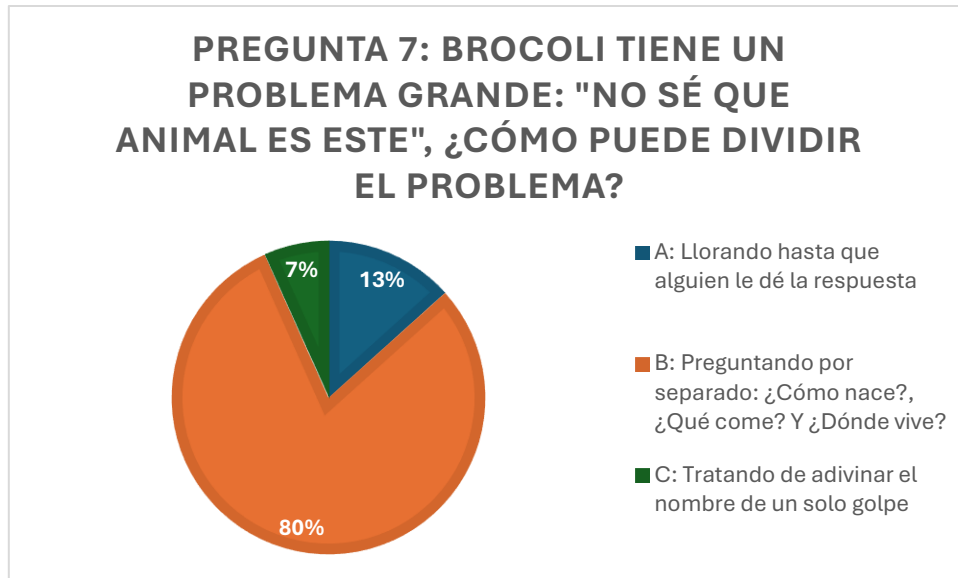
En la pregunta 7, el 80% de la población hace una descomposición del problema y hacen una clara relación de parte – todo del objeto Para la pregunta 8, el 27% de los estudiantes no identifica estructuras abstractas del objeto, sin embargo, el 73% hace una extracción y descomposición de las partes que forman la pregunta, evidenciando una bases y conocimientos previos del objeto en mención. Ver figuras 11 y 12.

Interpretación: La capacidad de identificación no se traduce necesariamente en una *generalización funcional*, limitando el uso de patrones para la resolución de nuevos problemas.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Figura 11.

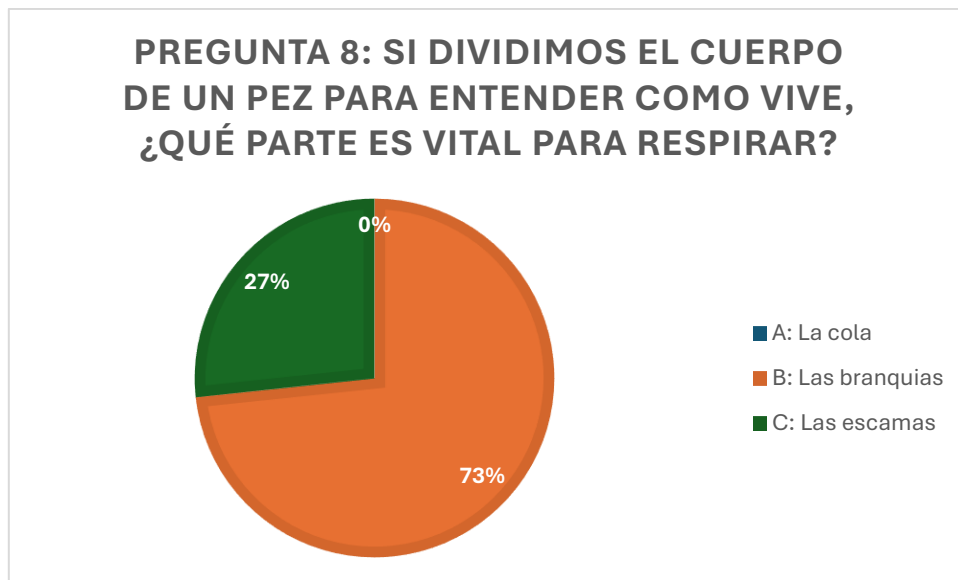
Resultados obtenidos en la pregunta 7



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 7 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

Figura 12.

Resultados obtenidos en la pregunta 8



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 8 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

4. Reconocimiento de Patrones (Preguntas 9, 10 y 11)

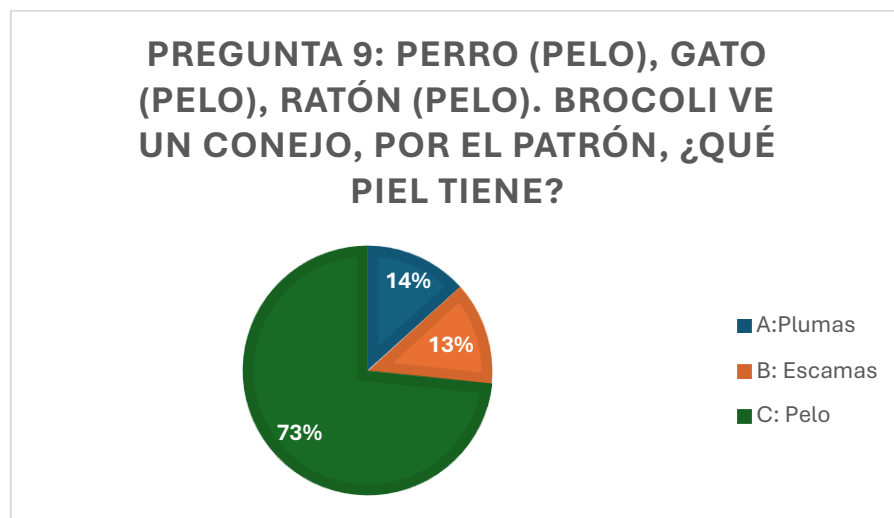
Fortalezas: Capacidad para detectar repeticiones visuales directas y completar series lógicas sencillas.

Dificultades: Incapacidad para la generalización; los estudiantes notan la repetición, pero no logran convertirla en una regla o función aplicable a nuevos contextos o para optimizar procesos mediante bucles.

Interpretación: En la pregunta 9, el 27% de los estudiantes presenta dificultad en el reconocimiento de patrones lo que puede suponer desconocimiento o mala interpretación de los patrones dados en la pregunta. No obstante, el 73% muestra capacidad para hacer abstracción e identificación de patrones. En el caso de la pregunta 10, el 67% del grupo logra visualizar adecuadamente el patrón al relacionarlo con conocimientos previos a la pregunta dada. Seguidamente, en la pregunta 11 el 60% de los estudiantes evidencia un adecuado reconocimiento del patrón, sin embargo, el 40% presenta dificultad en la repetición y aplicación de reglas dadas. Ver figuras 13, 14 y 15.

Figura 13.

Resultados obtenidos en la pregunta 9



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 9 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes

Figura 14.

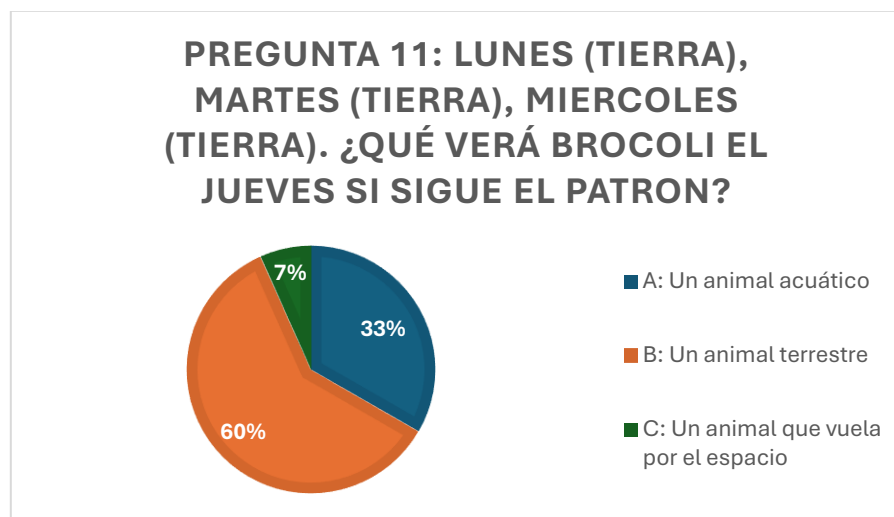
Resultados obtenidos en la pregunta 10



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 10 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

Figura 15.

Resultados obtenidos en la pregunta 11



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 11 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS
5. Depuración y Habilidades Digitales (Preguntas 12, 13, 14 y 15)

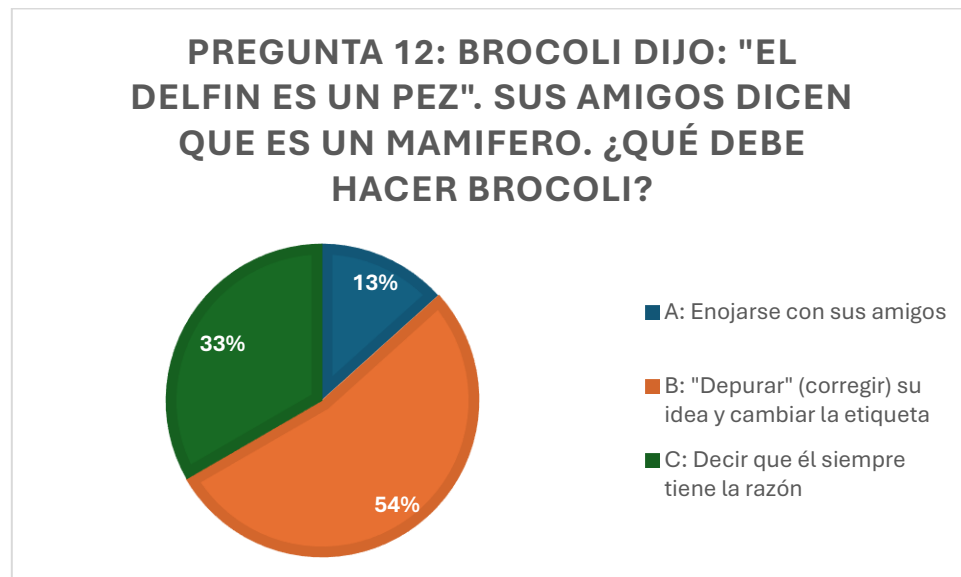
Fortalezas: Alta intuición digital en el manejo de interfaces y una actitud resiliente inicial que les permite interactuar con herramientas tecnológicas de forma autónoma.

Dificultades: La depuración es errática e insegura; carecen de un método sistemático para rastrear el error desde su origen, optando por cambios aleatorios en lugar de un análisis de causa-raíz.

Interpretación: El 46% recurre al ensayo y error aleatorio en lugar de realizar un análisis de causa-raíz (pregunta 12). No obstante, el 87% demuestra capacidad de filtrado ante situaciones de crisis, lo que sugiere una resiliencia operativa que puede ser moldeada pedagógicamente. Para el caso de la pregunta 13, el 87% de los estudiantes muestra un buen uso del filtrado de información ante las dificultades que puede observar en la situación problémica presentada. En la siguiente pregunta las habilidades digitales no parecen estar tan presentes en los estudiantes ya que solo el 47% de los estudiantes a quienes se les aplicó el instrumento en la pregunta 14 muestra conocimiento del uso de las herramientas tecnológicas. Finalmente, en la situación 15, el 40% del grupo identifica el trabajo en equipo como la forma de solucionar los retos o problemas que se le presenten, a pesar de ello, el 60% prefiere optar por otras formas de resolución. Ver figuras 16, 17, 18 y 19.

Figura 16.

Resultados obtenidos en la pregunta 12.

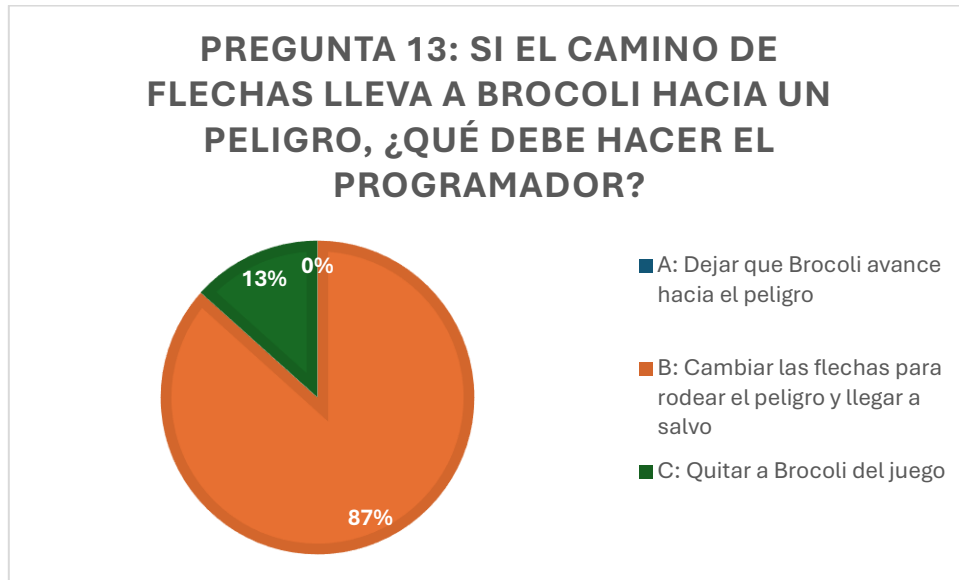


LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 12 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

Figura 17.

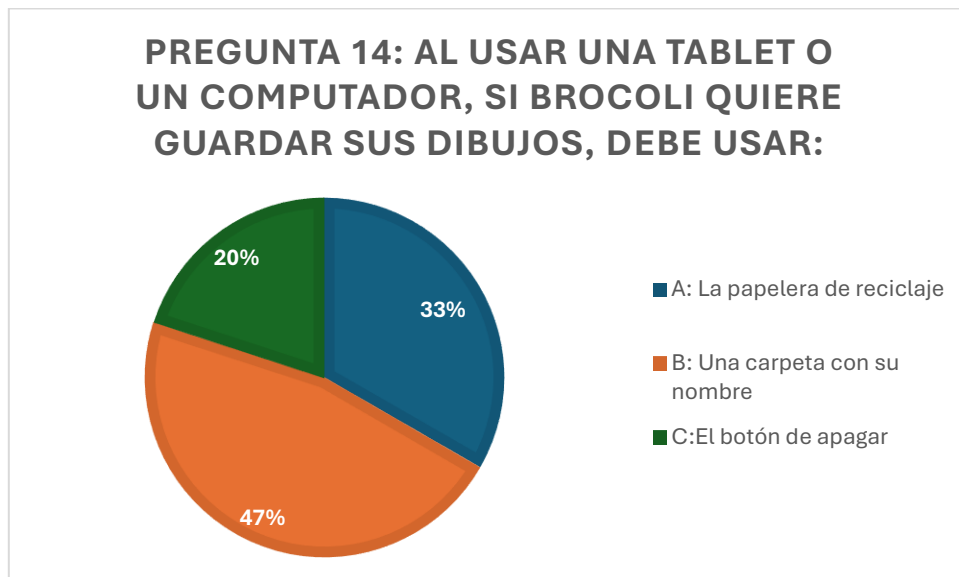
Resultados obtenidos en la pregunta 13.



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 13 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

Figura 18.

Resultados obtenidos en la pregunta 14.

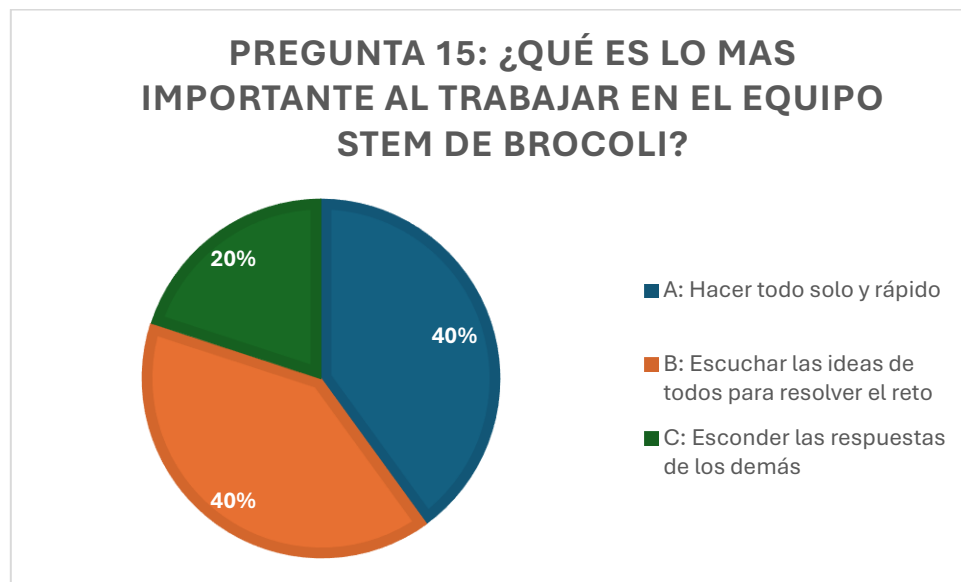


LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 14 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

Figura 19.

Resultados obtenidos en la pregunta 15.



Nota. Diagrama de torta que muestra los resultados arrojados en la pregunta 15 del cuestionario aplicado a los 14 estudiantes.

Conclusiones Investigativas

Los resultados del diagnóstico evidenciaron que los estudiantes presentaban niveles heterogéneos de desarrollo en las habilidades digitales tempranas y en las nociones iniciales de pensamiento computacional. Aunque la mayoría manifestaba familiaridad con algunos dispositivos tecnológicos, se identificaron oportunidades de mejora en aspectos relacionados con la secuenciación lógica, la resolución de problemas y la comprensión de procesos computacionales básicos.

El análisis de los referentes teóricos permitió establecer que la integración del enfoque STEM, el pensamiento computacional y las habilidades digitales tempranas constituye una alternativa pertinente para promover aprendizajes significativos desde los primeros niveles de escolaridad.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Para el contexto de la institución, es imperativo que la mediación pedagógica transite de actividades "desconectadas" hacia una integración técnica con sentido, que fortalezca la *precisión algorítmica* y el *pensamiento sistémico*. Siguiendo a Resnick (2019), el desafío reside en transformar el error (depuración) de un fracaso a un punto de referencia cognitivo dentro de la espiral del aprendizaje creativo.

La prueba de diagnóstico implementada permitió concluir que las estrategias pedagógicas con enfoque STEM, apoyadas en recursos tecnológicos accesibles y contextualizados, constituyen una alternativa viable para promover el desarrollo de competencias digitales y pensamiento computacional en estudiantes de ciclo I de educación básica primaria, contribuyendo a la generación de oportunidades educativas más inclusivas y pertinentes frente a los desafíos de la transformación digital.

Asimismo, se evidenció la importancia de diseñar experiencias educativas contextualizadas que articulen tecnología, creatividad y resolución de problemas. La valoración de la estrategia mediante observación participante permitió identificar altos niveles de motivación, participación e interacción por parte de los estudiantes. Igualmente, se observaron manifestaciones asociadas al fortalecimiento de habilidades digitales tempranas y dimensiones básicas del pensamiento computacional, especialmente aquellas relacionadas con la secuenciación, el reconocimiento de patrones y la resolución de problemas

La estrategia pedagógica mediada por el personaje “Brócoli de la Mancha” permitió estructurar actividades acordes con las características de los estudiantes participantes, favoreciendo la integración de elementos STEM en escenarios de aprendizaje accesibles y contextualizados.

Prueba Piloto

Análisis del Recurso Digital

El siguiente análisis fue elaborado tras la implementación de una prueba piloto de la estrategia pedagógica mediada por la narrativa y recurso digital desarrollado en Python aplicada a 14 estudiantes de grado segundo de básica primaria del Colegio Técnico San Cristóbal Sur. El análisis se desarrolla en coherencia con el enfoque de Investigación-Acción Educativa, articulando la interpretación de los hallazgos con el marco teórico y el estado del arte previamente construidos.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

El objetivo central del análisis es evidenciar el desarrollo del pensamiento computacional desde sus dimensiones (abstracción, algoritmos, descomposición, reconocimiento de patrones y depuración), así como las habilidades digitales tempranas a partir de la estrategia pedagógica mediada por narrativa y recurso digital desarrollado en Python.

Se estructura en tres apartados: (1) análisis descriptivo por sesiones, (2) análisis transversal por dimensiones del pensamiento computacional, y (3) discusión integradora mediante triangulación entre resultados, teoría y antecedentes investigativos.

Análisis Descriptivo De La Prueba Piloto Por Sesiones

Sesión 1: Diagnóstico Procesual Y Línea Base

Durante la primera sesión, los resultados evidenciaron un nivel inicial caracterizado por predominio de estudiantes en estados “**en proceso**” e “**inicio**” en todas las dimensiones evaluadas. Los datos muestran que solo 4 estudiantes alcanzaron nivel de logro en abstracción, 2 en algoritmos y ninguno en depuración, ver figura 20.

Figura 20.

Resultados obtenidos en la sesión 1 de la prueba piloto.



Nota. El gráfico representa los resultados obtenidos en cada dimensión del pensamiento computacional presentes en el recurso digital.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Este comportamiento inicial permite establecer que los estudiantes no poseían formación previa sistemática en pensamiento computacional, lo cual es coherente con la brecha identificada en el contexto institucional, donde estas competencias se abordan en grados superiores.

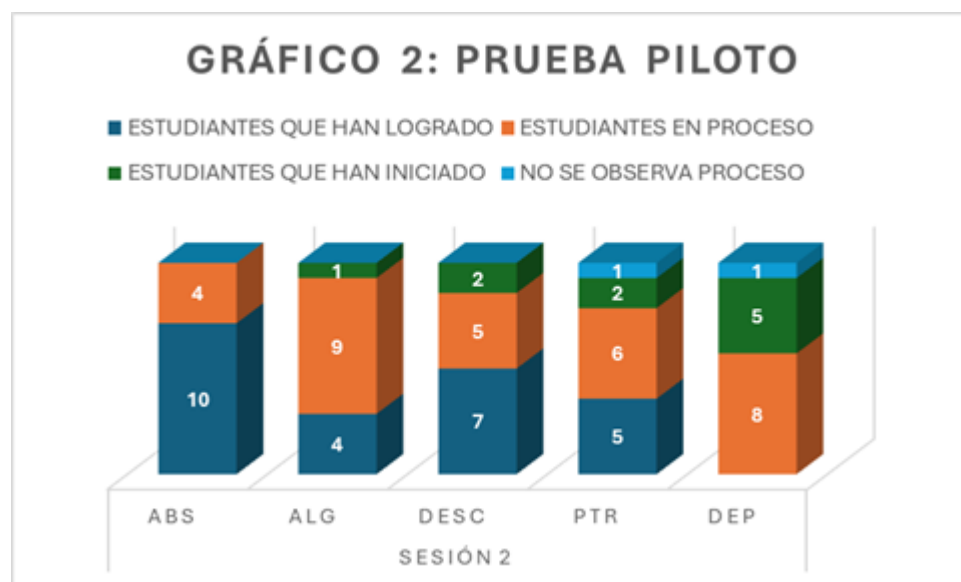
Desde el marco teórico, esta situación se explica a partir de lo planteado por Wing (2006), quien sostiene que el pensamiento computacional requiere mediación pedagógica para su desarrollo. Asimismo, desde la perspectiva de Piaget (1972), los estudiantes se encuentran en etapa de operaciones concretas, lo que implica la necesidad de experiencias manipulativas y contextualizadas para la construcción de estructuras lógicas. En relación con el estado del arte, los resultados coinciden con Bers (2021), quien señala que los niños sin experiencias previas en entornos de programación presentan dificultades iniciales en la organización lógica y la secuenciación.

Sesión 2: Apropiación Inicial y Transición Cognitiva

En la segunda sesión se evidencia un avance significativo en varias dimensiones. La abstracción alcanza 10 estudiantes en nivel de logro, mientras la descomposición llega a 7 y el reconocimiento de patrones a 5. ver figura 21.

Figura 21.

Resultados obtenidos en la sesión 2 de la prueba piloto.



Nota. Se evidencia un avance significativo en el proceso de abstracción en relación con otros como la depuración que aun continua en si fase de proceso.

Este progreso indica que la estrategia pedagógica comienza a generar procesos de internalización de estructuras lógicas básicas, particularmente en aquellas habilidades que se apoyan en la manipulación concreta y la observación visual. No obstante, la depuración continúa siendo una habilidad inicial, con ausencia de estudiantes en nivel de logro, lo cual sugiere que los procesos metacognitivos aún no se han consolidado. Desde la teoría sociocultural, este avance puede explicarse mediante el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (Vygotsky, 1978), donde la mediación del docente y la interacción con el recurso digital permiten al estudiante alcanzar niveles superiores de desempeño.

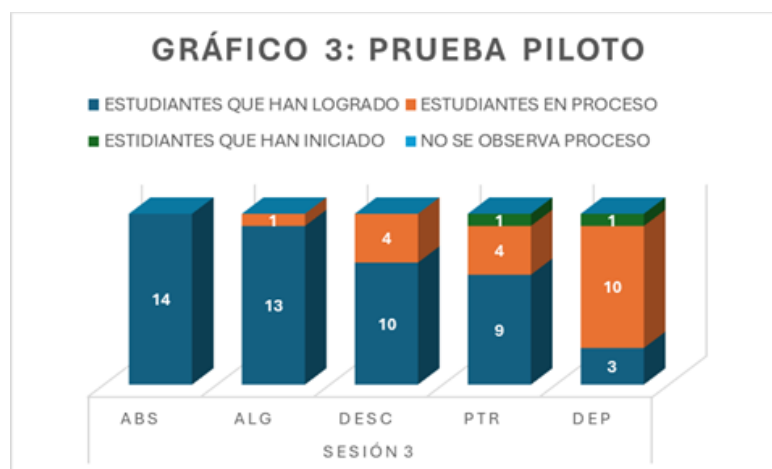
El estado del arte respalda este hallazgo, destacando que la resolución progresiva de retos mejora la autoeficacia y la motivación (Romero-Rodríguez et al., 2023), mientras que el uso de narrativas facilita la comprensión de conceptos abstractos en edades tempranas (UNICEF, 2023).

Sesión 3: Consolidación de Habilidades del Pensamiento Computacional

En la tercera sesión se observa un salto cualitativo en el desempeño de los estudiantes. Ver figura 22. La totalidad del grupo (14 estudiantes) alcanza nivel de logro en abstracción y 13 en algoritmos, mientras la descomposición y los patrones también muestran avances significativos.

Figura 22.

Resultados obtenidos en la sesión 3 de la prueba piloto.



Nota. Este resultado evidencia que los estudiantes logran estructurar secuencias lógicas, reconocer regularidades y descomponer problemas, lo que constituye el núcleo del pensamiento computacional.

La depuración, aunque muestra avances (3 estudiantes en logro y 10 en proceso), continúa representando una dimensión de mayor complejidad. Desde el marco teórico, estos resultados se alinean con lo planteado por Shute et al. (2021), quienes destacan que el aprendizaje significativo en entornos digitales se evidencia en la capacidad del estudiante para ajustar estrategias frente al error.

Asimismo, Zapata-Ros (2021) afirma que el pensamiento computacional se construye progresivamente, consolidándose a través de la práctica y la interacción continua con problemas significativos. Por su parte, Bers (2022) resalta la importancia de la narrativa en la construcción del pensamiento algorítmico, mientras que Resnick (2017) enfatiza el papel del juego y la colaboración en el aprendizaje.

Sesión 4: Consolidación y Logro Generalizado

En la última sesión se alcanzan niveles óptimos de desempeño en casi todas las dimensiones ver figura 23. La abstracción y la descomposición presentan un 100% de estudiantes en nivel de logro, mientras algoritmos y patrones alcanzan 13 estudiantes en este nivel.

Figura 23.

Resultados obtenidos en la aplicación de la última sesión.



Nota. La depuración muestra el mayor avance, con 8 estudiantes en logro y 6 en proceso, lo que confirma su carácter como habilidad de orden superior.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Estos resultados evidencian el tránsito desde un aprendizaje guiado hacia niveles de autonomía cognitiva, donde los estudiantes logran resolver retos lógicos de manera independiente. Desde la teoría, esto se relaciona con la concepción de Wing (2016), quien plantea el pensamiento computacional como una alfabetización fundamental desde edades tempranas. Asimismo, Bautista-Vallejo y Hernández-Carrera (2020) destacan la relación entre depuración y metacognición, evidenciando que la capacidad de identificar errores implica un nivel avanzado de reflexión sobre el propio pensamiento.

Análisis Transversal Por Dimensiones Del Pensamiento Computacional

Abstracción Y Descomposición

Estas dimensiones muestran el mayor nivel de desarrollo, alcanzando el 100% de estudiantes en nivel de logro al finalizar el pilotaje. Esto se explica por su carácter concreto y observable, lo cual facilita su aprendizaje en edades tempranas, en concordancia con los planteamientos de Piaget (1972) y Wing (2006).

Algoritmos y Reconocimiento de Patrones

Ambas habilidades presentan un alto nivel de desarrollo, superando el 90% de logro. Su avance se relaciona con la repetición de retos y el uso de la narrativa como estructura organizadora del pensamiento. Este hallazgo coincide con Bers (2021), quien plantea la programación como un lenguaje narrativo que facilita la comprensión de estructuras lógicas.

Depuración

La depuración se constituye como la dimensión más compleja, evidenciando un desarrollo progresivo, pero no completamente consolidado. Este resultado confirma lo planteado por Shute et al. (2021), quienes afirman que la capacidad de corregir errores implica procesos metacognitivos avanzados.

Desarrollo de Habilidades Digitales Tempranas

Los resultados de la prueba permitieron evidenciar avances significativos en la autonomía en el uso de dispositivos dado que los estudiantes desde el área de tecnología han trabajado en el

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS reconocimiento de diferentes herramientas tecnológicas, confianza frente a la resolución de problemas al participar en cada fase de la prueba motivados por la participación e interacción con la estrategia pedagógica y el personaje “Brócoli de la Mancha”, paso de consumidores a creadores digitales, que contribuyen a la generación de nuevos retos, ideas y desafíos por parte de los estudiantes. Estos hallazgos validan que la estrategia implementada contribuye a la reducción de la brecha digital y promueve la equidad en el acceso a la educación STEM.

Discusión y Triangulación

La implementación de la prueba piloto con la muestra intencionada de 14 estudiantes de segundo grado de la Sede B del Colegio Técnico San Cristóbal Sur devela una convergencia teórico-práctica de alta relevancia para la educación STEM actual. Los datos recolectados demuestran que las dimensiones de algoritmos y reconocimiento de patrones alcanzaron niveles sobresalientes de logro superior al 90%. Este hallazgo valida empíricamente la postura de Wing (2006, 2017), quien define el pensamiento computacional como una competencia analítica fundamental y una nueva alfabetización equivalente a leer o escribir, perfectamente desarrollable desde los ciclos iniciales mediante la abstracción situada.

Asimismo, el desarrollo progresivo observado a lo largo de las sesiones encuentra un sólido respaldo en el aprendizaje mediado de Vygotsky (1978), confirmando que la interacción social dentro de la zona de desarrollo próximo potencia el andamiaje cognitivo de los niños. Por otro lado, la mediación didáctica a través del personaje "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas" y la gamificación basada en el entorno local funcionaron no como simples aditamentos, sino como la estructura organizadora del pensamiento infantil. Esto converge directamente con el modelo de aprendizaje creativo y lúdico de Resnick (2017), así como con los marcos globales de UNICEF (2023), que demuestran cómo las narrativas humanizan la complejidad técnica y reducen la resistencia frente al error.

Finalmente, aunque la dimensión de depuración (*debugging*) emergió como el proceso más complejo por sus exigencias metacognitivas avanzadas, su avance progresivo coindice con los planteamientos de Shute et al. (2021) sobre la evaluación integrada, permitiendo que la corrección de errores transitara de ser una experiencia frustrante hacia un valioso motor de descubrimiento cognitivo.

Conclusiones Investigativas

A partir de la valoración crítica de la prueba piloto intensiva realizada en cuatro sesiones, se concluye que la formulación de una estrategia pedagógica transdisciplinar con enfoque STEM es altamente efectiva para fomentar el pensamiento computacional y las habilidades digitales tempranas en estudiantes de la básica primaria. La investigación evidencia que la introducción conceptual de los algoritmos y la resolución de problemas lógicos en el ciclo I no depende de infraestructuras tecnológicas robustas o hardware especializado de alto costo; por el contrario, la viabilidad de la propuesta se consolidó a través del desarrollo y la ejecución de un recurso digital interactivo programado en Python con portabilidad *offline*.

Este diseño técnico resolvió de manera pertinente las restricciones de conectividad intermitente propias del contexto institucional periférico de la localidad de San Cristóbal, neutralizando la brecha digital y garantizando un escenario de equidad, inclusión y justicia educativa real. El pilotaje permite concluir, además, que el uso intencionado de narrativas pedagógicas territorializadas promueve la autorregulación y la persistencia en el estudiantado, logrando una transición crítica desde la postura tradicional de consumidores pasivos de tecnología hacia creadores y operadores digitales autónomos.

En síntesis, los hallazgos de esta prueba piloto posicionan el proyecto como una hoja de ruta conceptual e instruccional replicable dentro de la línea de pensamiento STEM para el desarrollo social, demostrando que es posible transformar las prácticas educativas tradicionales desde la reflexión del docente en su propia aula.

Limitaciones del Estudio

La presente investigación se desarrolló en un contexto educativo específico, por lo que es importante reconocer algunas limitaciones que pueden influir en el alcance y generalización de los resultados obtenidos.

En primer lugar, el estudio se realizó con estudiantes de segundo grado de básica primaria del Colegio Técnico San Cristóbal Sur, lo que implica que los hallazgos responden a las características particulares de esta población y contexto educativo. En consecuencia, los resultados no pueden generalizarse de manera directa a otros niveles educativos o instituciones con condiciones diferentes.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

En segundo lugar, el tiempo disponible para la implementación de la estrategia pedagógica limitó la posibilidad de realizar un seguimiento prolongado que permitiera identificar efectos a mediano o largo plazo en el desarrollo de las habilidades digitales tempranas y el pensamiento computacional de los estudiantes.

Asimismo, la disponibilidad de recursos tecnológicos y los tiempos asignados dentro de la jornada escolar condicionaron el desarrollo de algunas actividades previstas en la estrategia, situación común en procesos de innovación educativa mediados por tecnología.

Por otra parte, la valoración de la estrategia se realizó a partir de la observación participante durante su implementación, lo que permitió obtener información relevante sobre la interacción y participación de los estudiantes. Sin embargo, futuras investigaciones podrían complementar estos resultados mediante instrumentos adicionales que permitan analizar con mayor profundidad el impacto de la propuesta en diferentes contextos educativos.

Finalmente, debido a la naturaleza de la Investigación Acción Educativa, los resultados obtenidos se encuentran estrechamente vinculados al contexto de intervención y a las dinámicas propias del grupo participante, aspecto que constituye una característica inherente a este tipo de estudios.

Tamaño y Tipo de Muestra

La muestra estuvo conformada por 14 estudiantes de segundo grado de básica primaria, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional. Esta elección obedeció a la naturaleza de la Investigación Acción Educativa, la cual privilegia la comprensión profunda de fenómenos educativos en contextos específicos y la transformación de las prácticas pedagógicas más que la generalización estadística de los resultados.

Aunque el número de participantes puede considerarse reducido desde una perspectiva cuantitativa, resulta adecuado para los propósitos del estudio, dado que permitió un acompañamiento cercano durante las fases de diagnóstico, implementación y valoración de la estrategia pedagógica. Por tanto, los hallazgos deben interpretarse desde una perspectiva contextual y situada, reconociendo que aportan evidencias sobre la pertinencia de la propuesta en el escenario investigado, sin pretender extrapolar los resultados a otras poblaciones o contextos educativos.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Duración de la Intervención

La implementación de la estrategia pedagógica se llevó a cabo mediante una prueba piloto desarrollada en cuatro sesiones de trabajo. Si bien este periodo permitió valorar la pertinencia de la propuesta y observar avances iniciales en el fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas y del pensamiento computacional, el tiempo de intervención resultó limitado para favorecer la consolidación de algunas habilidades computacionales de mayor complejidad.

Particularmente, dimensiones asociadas a procesos de análisis, evaluación y depuración de errores requieren experiencias de aprendizaje continuas, acompañamiento sistemático y mayores oportunidades de práctica para alcanzar niveles más avanzados de desarrollo. En este sentido, los resultados obtenidos sugieren que una implementación de mayor duración podría contribuir al fortalecimiento progresivo de estas habilidades y permitir una valoración más amplia de los efectos de la estrategia en el desarrollo integral del pensamiento computacional.

Por consiguiente, futuras investigaciones podrían considerar periodos de intervención más extensos que favorezcan procesos de apropiación gradual y permitan evaluar con mayor profundidad la evolución de las distintas dimensiones del pensamiento computacional en estudiantes de educación primaria.

Enfoque Metodológico Predominante Cualitativo

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, orientado a la comprensión e interpretación de los procesos educativos asociados al fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas y el pensamiento computacional en el contexto de intervención. Este enfoque permitió analizar las experiencias de los estudiantes, las dinámicas de participación y las transformaciones observadas durante la implementación de la estrategia pedagógica desde una perspectiva contextualizada y reflexiva.

No obstante, dada la naturaleza cualitativa del estudio y el alcance propio de la Investigación Acción Educativa, los resultados obtenidos se centran en la comprensión profunda de una realidad educativa específica, más que en la generalización estadística de los hallazgos. En consecuencia, las evidencias derivadas de la investigación aportan conocimiento situado sobre la pertinencia de la estrategia implementada, aunque futuras investigaciones podrían complementar estos resultados mediante enfoques mixtos o cuantitativos que permitan ampliar el análisis y contrastar los hallazgos en otros contextos educativos.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Dependencia del Contexto Institucional

Los hallazgos de la investigación se encuentran estrechamente vinculados a las particularidades del contexto educativo en el que se desarrolló la intervención, específicamente al entorno del Colegio Técnico San Cristóbal Sur y a las características de los estudiantes participantes. Factores asociados a las condiciones socioeconómicas de la población, la disponibilidad y acceso a recursos tecnológicos, así como las dinámicas pedagógicas e institucionales propias del establecimiento educativo, incidieron en el diseño, implementación y valoración de la estrategia pedagógica propuesta.

En este sentido, la pertinencia de una solución educativa desarrollada en modalidad offline respondió a necesidades identificadas en el contexto de estudio, favoreciendo el acceso y la participación de los estudiantes en las actividades planteadas. No obstante, dado que las condiciones institucionales y tecnológicas pueden variar significativamente entre diferentes escenarios educativos, la implementación de la estrategia en otros contextos podría generar resultados distintos, lo que hace necesario considerar procesos de adaptación y contextualización acordes con las características de cada población.

Por consiguiente, los resultados obtenidos deben interpretarse desde una perspectiva contextual y situada, reconociendo que constituyen una contribución al conocimiento sobre la incorporación de estrategias STEM para el fortalecimiento de habilidades digitales tempranas y pensamiento computacional en contextos educativos con características similares.

Posible Efecto del Investigador Docente

La presente investigación se desarrolló en un contexto en el que las investigadoras desempeñaron simultáneamente el rol de docentes e investigadoras, situación característica de los procesos de Investigación Acción Educativa. Esta condición permitió una comprensión cercana y contextualizada de las dinámicas de aula, facilitando la identificación de necesidades, el diseño de la intervención pedagógica y el seguimiento permanente de los procesos desarrollados por los estudiantes.

No obstante, la doble función asumida implica la posibilidad de que determinadas interpretaciones estén influenciadas por la experiencia profesional, el conocimiento previo de los participantes y las interacciones construidas durante el proceso educativo. Aspectos como la motivación de los estudiantes, la interpretación de comportamientos observados y las relaciones pedagógicas establecidas pueden incidir en la comprensión y análisis de la información recopilada.

Con el propósito de fortalecer la rigurosidad del estudio, se procuró mantener una actitud reflexiva y crítica durante todas las fases de la investigación, sustentando los análisis en los registros obtenidos mediante los instrumentos de recolección de información y en los referentes teóricos que orientan el estudio. Desde esta perspectiva, la cercanía con el contexto no solo constituye un aspecto a considerar en la interpretación de los resultados, sino también una oportunidad para generar comprensiones profundas y contextualizadas sobre la realidad educativa intervenida.

Limitaciones Instrumentales

Los instrumentos empleados en la investigación, particularmente las listas de chequeo utilizadas durante la observación participante permitieron recopilar información relevante sobre las manifestaciones observables asociadas al desarrollo de habilidades digitales tempranas y pensamiento computacional en los estudiantes participantes. Si bien estos instrumentos fueron sometidos a un proceso de validación por juicio de expertos, es importante reconocer algunas limitaciones inherentes a su naturaleza y aplicación.

En primer lugar, la observación de comportamientos y desempeños puede estar sujeta a ciertos niveles de interpretación por parte del investigador, especialmente en aquellos indicadores relacionados con procesos complejos de aprendizaje. Asimismo, la valoración de los niveles de desempeño observados puede presentar variaciones derivadas de las dinámicas propias del contexto educativo y de las características individuales de los estudiantes.

Adicionalmente, debido a que las listas de chequeo se centran en evidencias observables, su alcance para identificar procesos cognitivos internos, razonamientos o estrategias mentales utilizadas por los estudiantes resulta limitado. Por esta razón, los hallazgos obtenidos deben interpretarse en función de las evidencias registradas durante la intervención pedagógica.

En consecuencia, futuras investigaciones podrían fortalecer la comprensión de estos procesos mediante la incorporación de técnicas complementarias, tales como entrevistas, grupos focales, registros audiovisuales, o herramientas de análisis digital del desempeño, con el propósito de obtener una visión más amplia y profunda de la evolución de las competencias asociadas al pensamiento computacional y las habilidades digitales tempranas.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Alcance del Recurso Tecnológico

El recurso digital desarrollado mediante Python fue concebido como una herramienta educativa de funcionamiento offline, característica que respondió a las necesidades del contexto institucional y a los principios de equidad y accesibilidad que orientan la investigación. Esta condición permitió garantizar su uso en escenarios con conectividad limitada o con restricciones en el acceso permanente a Internet, favoreciendo la participación de los estudiantes en las actividades propuestas.

No obstante, como toda solución tecnológica desarrollada para un contexto específico, presenta algunos alcances y restricciones que es importante reconocer. Entre ellos se encuentran la necesidad de realizar ajustes técnicos para la incorporación de nuevos contenidos o funcionalidades, la dependencia de los recursos tecnológicos disponibles en la institución educativa y ciertas limitaciones en términos de diseño visual e interactividad frente a plataformas educativas comerciales desarrolladas con mayores niveles de inversión tecnológica.

A pesar de estas consideraciones, los resultados obtenidos evidencian que la efectividad de una propuesta educativa mediada por tecnología no depende exclusivamente de la sofisticación de los recursos informáticos utilizados, sino de la articulación entre los componentes pedagógicos, didácticos y tecnológicos que orientan su diseño. En este sentido, la experiencia desarrollada demuestra que es posible generar ambientes de aprendizaje significativos y contextualizados mediante herramientas accesibles, alineadas con las necesidades reales de la población estudiada y con los principios de la educación STEM.

Cierre

Las limitaciones identificadas en el presente estudio deben comprenderse como condiciones inherentes al contexto, al diseño metodológico y al alcance de la investigación, más que como factores que comprometan la validez de los hallazgos obtenidos. En este sentido, los resultados aportan evidencias relevantes sobre la pertinencia de una estrategia pedagógica con enfoque STEM, implementada mediante Python y mediada por un recurso narrativo, para el fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas y el pensamiento computacional en estudiantes de educación primaria.

Asimismo, el reconocimiento de estas limitaciones permite delimitar el alcance de las conclusiones y generar nuevas oportunidades de investigación en el campo de la educación STEM.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS
En particular, se identifica la necesidad de desarrollar estudios con periodos de intervención más amplios, muestras de mayor diversidad y diseños metodológicos complementarios que permitan profundizar en la comprensión de los procesos de aprendizaje asociados al pensamiento computacional y a las competencias digitales.

Finalmente, los hallazgos obtenidos constituyen un punto de partida para futuras investigaciones e iniciativas pedagógicas orientadas a fortalecer la integración de estrategias STEM en la educación primaria, contribuyendo al diseño de propuestas educativas contextualizadas, inclusivas y pertinentes frente a los desafíos de la transformación digital en los entornos escolares.

Conclusiones, Recomendaciones E Implicaciones

En estricta coherencia con los objetivos propuestos, se concluye en primer lugar cómo la caracterización inicial derivada del cuestionario diagnóstico permitió identificar una marcada brecha entre la intuición interactiva de los catorce estudiantes de segundo grado y su capacidad real de sistematización lógica, denotando estructuras semánticas y secuenciales fragmentadas. Frente a este panorama conceptual, y en correspondencia con el diseño y la valoración de la estrategia transdisciplinar mediada por el personaje "Brócoli de la Mancha de las Quintas Cuartas Colinas", se demuestra analíticamente el impacto de la prueba piloto intensiva programada en Python.

Los resultados de este pilotaje develan que la inmersión narrativa y la gamificación offline actuaron como potentes andamiajes en la Zona de Desarrollo Próximo, impulsando un tránsito cualitativo desde niveles basales críticos hacia un desempeño autónomo superior al 90% en dimensiones clave como la abstracción, el reconocimiento de patrones y el diseño algorítmico. De este modo, se da respuesta categórica al objetivo general del proyecto, consolidando esta propuesta como una hoja de ruta técnico-pedagógica viable que trasciende el consumo pasivo de tecnología y promueve la equidad en el acceso a la educación STEM para el desarrollo social desde la infancia temprana.

Desarrollo Del Pensamiento Computacional En Educación Primaria

La investigación permitió evidenciar que el pensamiento computacional puede desarrollarse de manera significativa en estudiantes de segundo grado de básica primaria, incluso en contextos donde no existe formación previa en el área. Los avances progresivos observados en las cuatro

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS sesiones demuestran que habilidades como la abstracción, la descomposición, la construcción de algoritmos y el reconocimiento de patrones son accesibles desde edades tempranas cuando se implementan estrategias pedagógicas adecuadas.

Este hallazgo se alinea con lo planteado por Wing (2006, 2017), quien concibe el pensamiento computacional como una forma de alfabetización fundamental, y con McClure (2017), quien señala que los niños poseen capacidad real para involucrarse en experiencias STEM desde los primeros años de escolaridad.

Impacto De La Narrativa Pedagógica Y La Gamificación

Se concluye que la narrativa mediada por el personaje “Brócoli de la Mancha” no cumple una función decorativa, sino estructural en el proceso de aprendizaje. La historia permitió contextualizar los retos, disminuir la ansiedad frente al error y aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes.

En este sentido, la gamificación, facilitó la participación activa, la persistencia frente a los desafíos y la construcción de sentido en torno al aprendizaje. Estos resultados coinciden con Resnick (2017) y Bers (2022), quienes destacan la importancia del juego, la narrativa y la creatividad en el desarrollo del pensamiento computacional.

Aprendizaje Mediado Y Construcción Social Del Conocimiento

El avance progresivo de los estudiantes evidencia que el aprendizaje del pensamiento computacional es un proceso mediado, que se fortalece a través de la interacción con el docente, los pares y el entorno digital. La mejora observada en cada sesión confirma la relevancia del acompañamiento pedagógico y del diseño de actividades secuenciadas.

Estos resultados se fundamentan en la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), particularmente en el concepto de Zona de Desarrollo Próximo, donde el estudiante logra niveles superiores de desempeño con el apoyo adecuado.

La Depuración Como Habilidad De Orden Superior

A diferencia de otras dimensiones, la depuración se consolidó como la habilidad más compleja, presentando avances progresivos, pero no homogéneos en todos los estudiantes. Este resultado permite concluir que la identificación y corrección de errores implica procesos metacognitivos avanzados que requieren mayor tiempo de intervención.

Este hallazgo se relaciona con lo expuesto por Shute et al. (2021) y Bautista-Vallejo y Hernández-Carrera (2020), quienes destacan la depuración como una evidencia del desarrollo de la metacognición.

Desarrollo De Habilidades Digitales Tempranas

Los resultados evidencian que los estudiantes lograron:

- Mayor autonomía en el uso de dispositivos tecnológicos
- Confianza en la resolución de problemas
- Interacción activa con herramientas digitales
- Transición de consumidores a creadores

Este proceso valida que la estrategia pedagógica contribuye a la formación de ciudadanos digitales críticos, en coherencia con los lineamientos del MEN (2022) y UNICEF (2023).

Aporte A La Equidad Educativa

Uno de los principales hallazgos del estudio es que la implementación de un recurso digital offline permitió garantizar el acceso equitativo al aprendizaje, superando barreras de conectividad y limitaciones tecnológicas del contexto.

De esta manera, la investigación demuestra que la equidad en la educación STEM no depende exclusivamente de la infraestructura, sino del diseño pedagógico y la pertinencia de los recursos utilizados, en concordancia con los planteamientos de Van Dijk (2020) y las orientaciones de la SED (2023).

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Recomendaciones

Se recomienda al Colegio Técnico San Cristóbal Sur continuar promoviendo iniciativas pedagógicas que integren el enfoque STEM desde los primeros niveles de escolaridad, favoreciendo el desarrollo progresivo de habilidades digitales y pensamiento computacional en los estudiantes.

Resulta pertinente fortalecer los procesos de formación docente relacionados con educación STEM, programación educativa y metodologías activas, con el propósito de ampliar las posibilidades de integración curricular de estas competencias en diferentes áreas del conocimiento.

Se sugiere ampliar el tiempo de implementación de la estrategia pedagógica en futuras aplicaciones, de manera que sea posible consolidar dimensiones del pensamiento computacional que requieren procesos más prolongados de práctica y acompañamiento.

Para futuras investigaciones, se recomienda desarrollar estudios con muestras más amplias y diversos contextos educativos, incorporando enfoques metodológicos complementarios que permitan profundizar en la comprensión de los efectos de las estrategias STEM sobre el aprendizaje de los estudiantes.

Implicaciones Pedagógicas

Los resultados de la presente investigación permiten identificar implicaciones relevantes para la práctica pedagógica en el contexto de la educación STEM en los niveles iniciales de escolaridad. En primer lugar, la implementación de la estrategia pedagógica evidenció la importancia de promover experiencias de aprendizaje centradas en el estudiante, en las que este asuma un papel activo en la construcción de conocimientos, la resolución de problemas y la toma de decisiones durante el proceso de aprendizaje.

Asimismo, los hallazgos sugieren la necesidad de resignificar el papel de la tecnología en el aula, trascendiendo su función como recurso de apoyo o transmisión de información para convertirse en una herramienta que favorezca el desarrollo del pensamiento, la creatividad y la capacidad de resolver situaciones problemáticas de manera estructurada. Desde esta perspectiva, la programación y el pensamiento computacional se constituyen en medios para potenciar procesos cognitivos complejos desde edades tempranas.

De igual manera, la investigación evidencia el potencial de las metodologías activas, la narrativa educativa y los elementos de gamificación para generar ambientes de aprendizaje más participativos, motivadores y contextualizados. Estas estrategias favorecen la vinculación de los estudiantes con los contenidos, fortalecen el aprendizaje significativo y promueven el desarrollo de competencias asociadas a la educación STEM.

Otro aspecto relevante corresponde a la valoración del error como parte inherente del proceso de aprendizaje. Los resultados muestran que la exploración, la experimentación y la identificación de soluciones alternativas contribuyen al fortalecimiento de habilidades de análisis, reflexión y mejora continua, aspectos fundamentales en el desarrollo del pensamiento computacional y en los procesos de formación STEM.

En conjunto, estas implicaciones ponen de manifiesto la necesidad de avanzar hacia prácticas pedagógicas más flexibles, inclusivas y contextualizadas, capaces de responder a las demandas de la sociedad contemporánea y de favorecer el desarrollo de competencias necesarias para la participación activa de los estudiantes en entornos cada vez más mediados por la tecnología.

Implicaciones Sociales Y Aporte Al Desarrollo

Desde una perspectiva social, la presente investigación aporta elementos relevantes para la reflexión sobre la democratización del acceso a oportunidades de aprendizaje asociadas a la educación STEM, especialmente en contextos educativos que enfrentan limitaciones tecnológicas y condiciones de vulnerabilidad. Los resultados obtenidos evidencian que el fortalecimiento de las habilidades digitales tempranas y del pensamiento computacional no depende exclusivamente de la disponibilidad de infraestructura tecnológica avanzada, sino de la implementación de estrategias pedagógicas contextualizadas, pertinentes y orientadas a responder a las necesidades reales de los estudiantes.

En este sentido, la estrategia pedagógica desarrollada mediante Python y mediada por el personaje “Brócoli de la Mancha” contribuye a la generación de escenarios educativos más inclusivos, al ofrecer oportunidades de aprendizaje que favorecen la participación activa de los

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS estudiantes en procesos relacionados con la resolución de problemas, el pensamiento lógico y la alfabetización digital desde edades tempranas.

Asimismo, la investigación aporta al desarrollo educativo y social al promover principios de equidad en el acceso al conocimiento STEM, fortalecer la autonomía intelectual de los estudiantes y fomentar competencias fundamentales para su participación crítica y responsable en la cultura digital contemporánea. De igual manera, resalta el papel de la educación como un mecanismo de transformación social capaz de reducir brechas de acceso al conocimiento y ampliar las oportunidades de formación para poblaciones que históricamente han enfrentado restricciones en el acceso a recursos tecnológicos.

Finalmente, los hallazgos del estudio se articulan con los propósitos de la educación STEM orientada al desarrollo social, al evidenciar que las experiencias educativas fundamentadas en la integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas pueden contribuir a la formación de ciudadanos capaces de comprender su entorno, participar activamente en la sociedad y afrontar de manera creativa y crítica los desafíos de un mundo cada vez más mediado por la tecnología.

En síntesis, los resultados de la presente investigación permiten reconocer que el pensamiento computacional constituye una competencia susceptible de desarrollarse desde los primeros años de escolaridad cuando se diseñan experiencias de aprendizaje contextualizadas, significativas y acordes con las características de los estudiantes. En este sentido, la articulación del enfoque STEM con estrategias pedagógicas mediadas por tecnología favorece la construcción de escenarios educativos que promueven la resolución de problemas, el pensamiento lógico, la creatividad y la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Asimismo, la implementación de la estrategia pedagógica desarrollada mediante Python y mediada por el personaje “Brócoli de la Mancha” evidenció el potencial de los recursos tecnológicos accesibles, las narrativas educativas y los elementos de gamificación para fortalecer las habilidades digitales tempranas y las dimensiones iniciales del pensamiento computacional en estudiantes de educación primaria. Estos hallazgos reafirman la importancia de diseñar propuestas educativas que respondan a las necesidades y particularidades de los contextos escolares, especialmente en entornos donde el acceso a recursos tecnológicos puede ser limitado.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Finalmente, esta investigación aporta evidencia sobre la viabilidad de integrar el enfoque STEM en la educación básica primaria mediante estrategias innovadoras que articulan componentes pedagógicos, tecnológicos y didácticos. De esta manera, el estudio no solo contribuye al fortalecimiento de las prácticas educativas orientadas al desarrollo de competencias para el siglo XXI, sino que también abre nuevas posibilidades para la investigación y la innovación en el campo de la educación STEM, favoreciendo la formación de estudiantes capaces de comprender, transformar y participar activamente en una sociedad cada vez más mediada por la tecnología.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía Local de San Cristóbal. (2024). Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para la localidad de San Cristóbal 2025–2028: San Cristóbal territorio de oportunidades, camina segura.

https://www.sancristobal.gov.co/sites/sancristobal.gov.co/files/planeacion/plan_de_desarrollo_alc_2025_2028.pdf

Bautista-Vallejo, J. M. y Hernández-Carrera, R. M. (2020). Aprendizaje basado en el modelo STEM y la clave de la metacognición. *Innoeduca: International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(1), 14–25. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7431598.pdf>

Bers, M. U. (2021). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.

Bers, M. U. (2022). *Beyond coding: How children learn human values through programming*. MIT Press.

Buckingham, D. (2019). *The media education manifesto*. John Wiley and Sons.

Carrillo Castellanos, K. J. (2018). *Diseño e implementación de una estrategia de gamificación para la evaluación en un curso de videojuegos educativos* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio UPN.

<https://repositorio.upn.edu.co/server/api/core/bitstreams/dd556690-5a1c-4bda-9420-be4c1e1e24ee/content>

Chávez Mena, M. L. (2022). *Narrativa transmedia para la enseñanza de ciencias naturales en educación básica* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Indoamérica]. Repositorio UTI. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/4615>

Consejo Académico I.E.D. San Cristóbal Sur. (2025). *Hacia una transición técnica de la primaria: Documento de articulación pedagógica*.

Denning, P. J. y Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. MIT Press.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). *Encuesta Multipropósito Bogotá- Cundinamarca – EM 2021* [Conjunto de datos].

<https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/743>

Deterding, S. (2019). The eudaimonic turn: Play and games as tools for individual and social flourishing. En P. Vorderer y C. Klimmt (Eds.), *The Oxford handbook of entertainment theory* (pp. 175–194). Oxford University Press.

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS
Encuentro Local de Saberes STEM. (2025). Memorias del foro: Innovación desde la
periferia: El caso de San Cristóbal.

Esteban, M., DiGiacomo, D. K., Penuel, W. R. y Ito, M. (2020). Principios, aplicaciones y
retos del aprendizaje conectado. Contextos Educativos: Revista de Educación, (26), 157–176.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7657248.pdf>

García-Holgado, A., Verdugo-Castro, S., González, C., Sánchez-Gómez, M. C. y García-
Peñalvo, F. J. (2020). European proposals to work in the gender gap in STEM: A systematic
analysis. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 15(3), 215–224.

<https://doi.org/10.1109/RITA.2020.3008138>

Haduong, P. (2021). [Reseña del libro Designing constructionist futures, de N. Holbert, M.
Berland y Y. B. Kafai (Eds.)]. Harvard Educational Review, 91(2), 276–278.

<https://doi.org/10.17763/1943-5045-91.2.276>

Holbert, N., Berland, M. y Kafai, Y. B. (Eds.). (2020). Designing constructionist futures:
The art, theory, and practice of learning designs. MIT Press.

IDEP. (2022). La STEM+S va a la escuela: Orientaciones para la implementación del
enfoque STEM+S en las instituciones educativas del Distrito. Instituto para la Investigación
Educativa y el Desarrollo Pedagógico.

IDEP. (2023). La educación STEM en Bogotá: Retos y oportunidades para la educación
básica. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico.

I.E.D. José Martí. (2023). Proyectos transversales y el uso de la narrativa en la enseñanza
de las ciencias naturales en primaria. Archivo Pedagógico Local.

Jiménez Castro, M. y Cerdas González, R. J. (2014). La robótica educativa como agente
promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica. En Actas del
Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. OEI. ISBN: 978-84-
7666-210-6.

Kafai, Y. B. y Jayathirtha, G. (2020). Hi-lo tech crafting: Tinkering with textiles, paper, and
everything else. En N. Holbert, M. Berland y Y. B. Kafai (Eds.), Designing constructionist futures:
The art, theory, and practice of learning designs (pp. 187–196). MIT Press.

Krath, J., Schürmann, L. y Korflesch, H. F. O. (2021). Revealing the theoretical basis of
gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games
and game-based learning. Computers in Human Behavior, 125, Artículo 106963.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS
Laboratorio de Economía de la Educación de la Universidad Javeriana. (2023). Informe

113: Tecnologías de la información en las aulas colombianas: Usos y desafíos. Pontificia
Universidad Javeriana. <https://lee.javeriana.edu.co/>

López-Gamboa, M. V., Córdoba, C. y Soto, J. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos
de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades
para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*, 7(1), 1–16.
<https://www.aacademica.org/marco.lopez/7>

McClure, E. (2017). More than a foundation: Young children are capable STEM learners.
YC Young Children, 72(5), 83–89. [suspicious link removed]

Ministerio de Educación Nacional. (2022a). Orientaciones pedagógicas para la
implementación de la educación STEM+ en el marco de la transformación digital educativa.
<https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemcolombia>

Ministerio de Educación Nacional. (2022b). Orientaciones curriculares para la educación en
tecnología e informática. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-11/Orientaciones_Curricules_Tecnologia.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y Centro Nacional de
Consultoría. (2021). Apropiación digital 3.0: Elevando la conversación de tecnología en Colombia.
MinTIC. https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-272666_recurso_1.pdf

Observatorio de Educación de la Localidad Cuarta. (2024). Informe sobre el acceso a
herramientas digitales en el hogar de los estudiantes de estrato 1 y 2.

Pangrazio, L. y Sefton-Green, J. (2021). Digital rights, digital citizenship and digital
literacy: What's the difference? *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(1), 15–27.
<https://doi.org/10.7821/naer.2021.1.616>

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.

Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion,
peers, and play*. MIT Press.

Resnick, M. (2019). *Pensadores creativos: Cultivar la creatividad a través de proyectos,
pasión, compañeros y juegos*. Grupo Editorial SM.

Reyes Meneses, A. del P. (2019). *Visiones sobre la educación STEM en el sector educativo
de la ciudad de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional
Séneca. <https://hdl.handle.net/1992/44223>

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Romero-Rodríguez, J.-M., de la Cruz Campos, J. C., Ramos Navas-Parejo, M. y Martínez

Domingo, J. A. (2023). Robótica educativa para el desarrollo de la competencia STEM en maestras en formación. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 75(4). <https://doi.org/10.13042/Bordon.2023.97174>

Sailer, M. y Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>

Secretaría de Educación del Distrito y Dirección de Educación Preescolar y Básica. (2023). Orientaciones línea pedagógica ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas – STEM. Secretaría de Educación del Distrito.

<https://repositorios.educacionbogota.edu.co/entities/publication/75a2579b-f743-427d-a872-1be1cadd3fcc>

Shute, V. J., Lu, X. y Rahimi, S. (2021). Stealth assessment. En J. M. Spector (Ed.), *The Routledge encyclopedia of education* (pp. 1–9). Taylor & Francis.

Stager, G. (2025). Papert, parábolas y el futuro del construccionismo: Un llamado construccionista a la acción. En *Actas de la conferencia sobre construccionismo* (Vol. 8, pp. 427–436).

UNESCO. (2022). International Day of Women and girls in science 2022: Equity, diversity, and inclusion: Water unites us. <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-and-partners-commemorate-international-day-women-and-girls-science>

UNICEF. (2023). Digital literacy and computational thinking for every child: Global framework and case studies. UNICEF Publications.

Universidad de los Andes. (2023). Memorias y diálogos de política pública: STEM education for the future. Plataforma de Innovación Kamana. <https://kamana.uniandes.edu.co/>

Van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity Press.

Vásquez, B. (2023). El pensamiento computacional como complemento en el desarrollo del pensamiento matemático [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/items/830da35a-6892-4db9-8e5d-02c0c489e7c1>

Vélez, C. P. (Ed.). (2020). Educación intercultural, paz, inclusión tecnológica, ciencia y sociedad: Un aporte desde la investigación posdoctoral en perspectiva crítica. Ediciones USTA. <https://www.researchgate.net/publication/366021776>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on everybody. *The Bridge*, 47(2), 7–14. <https://www.cs.cmu.edu/~wing/publications/Wing17.pdf>

Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado en la educación infantil. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 19 (61). <https://doi.org/10.6018/red/61/06>

Zapata-Ros, M. (2021). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(65). <https://doi.org/10.6018/red.470011>

Anexos

Anexo A. Instrumento diagnostico (cuestionario de 15 preguntas)



Anexo B. Matriz de validación por Juicio de Expertos

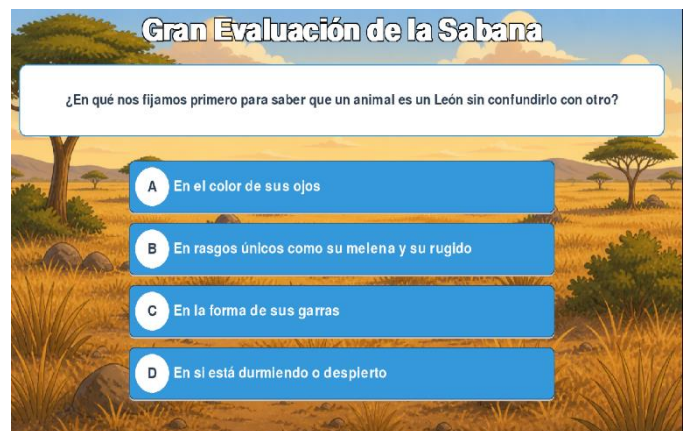


Anexo C. Listas de chequeo de la prueba piloto



LAS AVENTURAS STEM DE BRÓCOLI DE LA MANCHA DE LAS QUINTAS CUARTAS COLINAS

Anexo D. Evidencia del entorno digital (Capturas de pantalla)



Anexo E. Consentimiento informado

