

Metodología para elaborar textos de alfabetización científica y tecnológica: de la teoría a la práctica educativa

Methodology for Developing Scientific and Technological Literacy Texts: From Theory to Educational Practice

Metodologia para elaborar textos de alfabetização científica e tecnológica: da teoria à prática educativa

DOI: <https://doi.org/10.21803/penamer.19.39.973>

José Luis Paternina Durán

<https://orcid.org/0000-0001-8138-9588>

Alexandra María Silva Monsalve

<https://orcid.org/0000-0001-7554-0237>

Julián Andrés Salamanca Bernal

<https://orcid.org/0000-0001-8378-4215>

Resumen

Introducción: El artículo aborda la brecha entre el tratamiento epistemológico de la alfabetización científica y tecnológica (ACT) y su aplicación práctica en la formación docente. Aunque se ha desarrollado ampliamente su dimensión conceptual y teórica, aún faltan recursos pedagógicos que materialicen la ACT de forma efectiva en contextos reales. **Objetivo:** Proponer una metodología para la elaboración de textos como recursos de ACT, que faciliten su implementación práctica en entornos educativos, particularmente en la formación de docentes de ciencias experimentales. **Metodología:** Se adoptó un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y propositivo. La metodología se estructuró en dos fases: planeación preliminar (definición de objetivos, intención comunicativa, población objetivo e IACT) y producción textual (organización de capítulos, ritmo narrativo y redacción). Fue validada mediante trabajo de campo basado en el modelo didáctico de Mallart. **Resultados:** Los hallazgos mostraron que la metodología permite construir textos contextualizados, didácticos y científicamente rigurosos. El caso de aplicación con docentes y el uso de Arduino evidenció avances en la apropiación crítica del conocimiento y el desarrollo de los IACT.

Palabras clave: Alfabetización; Competencia Digital; Cultura prospectiva; Metodología; Pensamiento Crítico.

Abstract

Introduction: The article addresses the gap between the epistemological treatment of scientific and technological literacy (STL) and its practical application in teacher education. Although its conceptual and theoretical dimensions have been widely developed, there is still a lack of pedagogical resources that effectively materialize STL in real educational contexts. **Objective:** To propose a methodology for the development of texts as STL resources that facilitate their practical implementation in educational settings, particularly in the training of science teachers. **Methodology:** A qualitative, descriptive, and propositional approach was adopted. The methodology was structured in two phases: preliminary planning (definition of objectives, communicative intention, target population, and STL indicators—IACT) and textual production (organization of chapters, narrative rhythm, and writing). The methodology was validated through fieldwork based on the didactic model of Mallart. **iv) Results:** The findings showed that the methodology enables the construction of contextualized, didactic, and scientifically rigorous texts. The case study involving science teachers and the use of Arduino demonstrated progress in the critical appropriation of knowledge and the development of the STL indicators (IACT).

Keywords: Critical Thinking; Digital Competence; Literacy; Foresight Culture; Methodology.

¿Cómo citar este artículo?

Paternina, J., Silva, A. y Salamanca, J. (2026). Metodología para elaborar textos de alfabetización científica y tecnológica: de la teoría a la práctica educativa. *Pensamiento Americano*, e#:973 19(39), DOI: <https://doi.org/10.21803/penamer.19.39.973>



Resumo

Introdução: O artigo aborda a lacuna entre o tratamento epistemológico da literacia científica e tecnológica (LCT) e a sua aplicação prática na formação de professores. Embora a sua dimensão conceptual e teórica tenha sido amplamente desenvolvida, ainda faltam recursos pedagógicos que concretizem a LCT de forma eficaz em contextos reais.

Objetivo: Propor uma metodologia para a elaboração de textos como recursos de ACT, que facilitem a sua implementação prática em ambientes educativos, particularmente na formação de professores de ciências experimentais. **Metodologia:** Foi adotada uma abordagem qualitativa de tipo descritivo e propositivo. A metodologia foi estruturada em duas fases: planeamento preliminar (definição de objetivos, intenção comunicativa, população-alvo e IACT) e produção textual (organização de capítulos, ritmo narrativo e redação). Foi validada por meio de trabalho de campo baseado no modelo didático de Mallart. **Resultados:** Os resultados mostraram que a metodologia permite construir textos contextualizados, didáticos e cientificamente rigorosos. O caso de aplicação com professores e o uso do Arduino evidenciaram avanços na apropriação crítica do conhecimento e no desenvolvimento dos IACT.

Palavras-chave: Alfabetização; Competência Digital; Cultura Prospectiva; Metodologia; Pensamento Crítico.



1. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, caracterizado por una constante transformación tecnológica y un flujo constante de información, la alfabetización científica y tecnológica es mucho más que conocer fórmulas o conceptos; implica la capacidad de comprender, analizar, comunicar y actuar con base en el conocimiento científico. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, 2025) ser alfabetizado significa no solo saber leer y escribir, sino también entender y utilizar críticamente la información disponible para participar de forma plena en la sociedad, resolver problemas y tomar decisiones informadas.

En este sentido, la alfabetización científica y tecnológica (ACT) no es un lujo ni una opción, sino una necesidad fundamental para el desarrollo de las sociedades contemporáneas. La Unesco resalta que esta competencia está estrechamente vinculada con la capacidad de las personas para tomar decisiones acertadas y resolver problemas tanto en su vida diaria como en lo profesional (Unesco, 2019). Es decir, la ACT no solo debe entenderse como parte del currículo escolar, sino como una herramienta clave para enfrentar los desafíos reales del mundo actual.

Esta necesidad adquiere especial relevancia en el ámbito educativo, en el que la transformación digital y la consolidación de la sociedad del conocimiento han generado una evolución profunda en el rol del docente. En este contexto, la labor pedagógica ya no se limita a la transmisión de contenidos, sino que exige la formación de estudiantes críticos, autónomos y capaces de adaptarse a entornos cambiantes. Esta transformación educativa está estrechamente relacionada con el paso de un modelo productivo centrado en bienes materiales hacia uno basado en servicios y conocimientos especializados, lo que ha generado nuevas exigencias en la formación profesional (Unesco, 2023). En este escenario, los docentes asumen un papel clave al integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en su práctica pedagógica (Liu et al., 2022), lo cual no solo mejora su vínculo con los estudiantes, sino que también fortalece los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Por ello, es imprescindible que los educadores desarrollen un nivel adecuado de ACT que les permita seleccionar, evaluar y utilizar recursos tecnológicos de manera efectiva. En la medida en que los docentes modelan el uso adecuado de las TIC en el aula (Cabero-Almenara et al., 2022), contribuyen a formar estudiantes más competentes, autónomos y preparados para enfrentar los retos de la sociedad del conocimiento.

Entre los diferentes beneficios de incentivar la ACT en los docentes se destacan, por un lado, el impacto económico positivo que representa para las instituciones educativas invertir en la formación en TIC de su cuerpo docente (Torres et al., 2024), y por otro, la estrecha relación entre el desarrollo de la ACT y el fortalecimiento de competencias pedagógicas fundamentales, tales como la planificación didáctica, la innovación metodológica y la gestión de entornos virtuales (Cabero et al., 2023). Estas competencias resultan esenciales para adaptar la enseñanza a las exigencias actuales de la sociedad digital y para garantizar una educación más pertinente y efectiva.

No obstante, a pesar de estos avances y reconocimientos, persiste una brecha en la manera en que se diseñan los programas de formación docente. Diversos autores, como García (2009), advierten que gran parte del material formativo sigue elaborándose desde enfoques fragmentados, donde los aspectos pedagógicos, discursivos, emocionales y tecnológicos se presentan de forma aislada y sin una articula-



ción coherente. Esta fragmentación impide comprender la práctica docente como un sistema complejo que integra saberes, experiencias y contextos, lo que termina afectando la capacidad del profesorado para aplicar estrategias pertinentes en situaciones reales de aula. Así, dimensiones clave como la producción textual, la didáctica, las emociones del profesorado y el uso crítico de las tecnologías permanecen desconectadas, limitando la efectividad de los procesos formativos y dificultando la apropiación significativa del conocimiento.

Por ello, se hace necesario proponer metodologías integradoras que permitan no solo alfabetizar en ciencia y tecnología, sino hacerlo desde un enfoque que contemple estas dimensiones de manera articulada. De este modo, se favorece un aprendizaje más contextualizado y alineado con las demandas reales de la sociedad del conocimiento. En este marco, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar una propuesta metodológica que oriente la construcción de textos educativos dirigidos a la formación docente en ACT, considerando elementos clave como la producción textual, la didáctica, las emociones del profesorado y el uso pedagógico de las TIC, a fin de mejorar los procesos formativos desde una perspectiva situada y transformadora.

Para abordar el problema planteado, esta investigación propone una ruta metodológica que articula teoría y práctica, con el propósito de fundamentar y validar una propuesta para la elaboración de textos orientados a la alfabetización científica y tecnológica (ACT) de docentes. La primera etapa se sustenta en una revisión bibliográfica rigurosa sobre tres ejes fundamentales: la ACT entendida desde la perspectiva de la comprensión pública de la ciencia; la formación docente, con especial atención a los procesos de apropiación tecnológica; y la transposición didáctica, centrada en el uso pedagógico de textos científicos como instrumentos de mediación. Este marco teórico proporciona el sustento conceptual necesario para comprender las dinámicas de la enseñanza en contextos mediados por tecnología y justificar la pertinencia de desarrollar propuestas didácticas contextualizadas.

A partir de este sustento teórico, se define un diseño metodológico cualitativo centrado en el análisis reflexivo de experiencias de formación, en el cual cada fase del proceso responde directamente a los objetivos del estudio. La implementación se desarrolla siguiendo el modelo didáctico de Joan Mallart, estructurado bajo la secuencia Práctica–Teoría–Práctica. Esta lógica permite realizar un trabajo de campo dividido en dos momentos: una primera práctica de carácter empírico, seguida de una segunda experiencia reflexiva, en la que los participantes reconstruyeron sus saberes apoyados en referentes conceptuales y pedagógicos. Este enfoque facilitó una observación más profunda de la evolución del aprendizaje y permitió identificar elementos clave para el diseño de materiales educativos pertinentes.

Los resultados obtenidos revelan avances significativos en la comprensión y aplicación de la ACT por parte de los docentes participantes. A partir del análisis de estas experiencias, se establecieron Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT) que sirvieron de base para proponer una metodología de elaboración de textos educativos orientados a fortalecer dichas competencias.



2. MARCO TEÓRICO

La alfabetización científica y tecnológica (ACT) representa un campo multidimensional que ha emergido como respuesta a la necesidad de formar ciudadanos capaces de comprender y participar activamente en una sociedad cada vez más tecnificada, interconectada y orientada al conocimiento. En

este contexto, la formación docente adquiere un papel estratégico, al requerir no solo el dominio conceptual de la ciencia y la tecnología, sino también el desarrollo de competencias pedagógicas que favorezcan procesos de enseñanza contextualizados, significativos y pertinentes. Para abordar esta complejidad, el presente marco teórico se estructura en tres ejes fundamentales: (1) la alfabetización científica y tecnológica en relación con la comprensión pública de la ciencia; (2) la formación de docentes desde una perspectiva pedagógica y didáctica; y (3) la transposición didáctica como forma de mediación pedagógica, con énfasis en la elaboración de textos científicos como recurso para la ACT.

2.1. Alfabetización científica y tecnológica

La ACT se refiere al desarrollo de habilidades para comprender, aplicar y tomar decisiones informadas en contextos científicos y tecnológicos cotidianos (Unesco, 2019). A diferencia de una visión meramente técnica, este concepto incorpora la comprensión pública de la ciencia. Según Bonney et al. (2016), esta es la base para promover una ciudadanía crítica y responsable.

La alfabetización científica y tecnológica (ACT) debe entenderse como un proceso formativo que reconoce la especificidad de los lenguajes y aplicaciones propias de la ciencia y la tecnología, diferenciando sus finalidades y marcos de acción. Desde esta perspectiva, la ACT no solo busca superar enfoques tradicionales y descontextualizados de la enseñanza, sino que se orienta a preparar a los ciudadanos para participar activamente en sociedades cada vez más tecnificadas y democráticamente exigentes. Además de fortalecer la inserción laboral en entornos mediados por saberes técnicos, esta alfabetización permite desarrollar una mirada crítica frente a la pseudociencia y los discursos no fundamentados, favoreciendo una toma de decisiones informada. Investigaciones recientes, como las de Mujica-Sequeira (2021), han desarrollado ampliamente este enfoque y destacan su relevancia en la educación actual.

2.2. Formación docente con perspectiva holística

El docente desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica (ACT), no solo como transmisor de conocimientos, sino como facilitador de experiencias formativas que integran dimensiones cognitivas y sociales. La formación de profesores, por tanto, debe contemplar no solo competencias científicas y digitales, sino también el fundamento epistemológico de la ciencia como herramienta para comprender el saber en su dimensión humana y contextual. Investigaciones recientes evidencian que las actitudes hacia el uso de tecnologías pueden estar mediadas por experiencias previas y contextos institucionales, lo que hace necesario promover una alfabetización digital desde enfoques socio-constructivistas. Estos enfoques, como señala Omariba (2019), permiten abordar problemáticas reales en el aula, fortalecer la práctica reflexiva y favorecer una relación más significativa con el conocimiento.

2.3. Transposición didáctica y mediación pedagógica

La transposición didáctica permite convertir el conocimiento científico en contenido enseñable, adaptado a las características del contexto escolar. Este proceso requiere una mediación pedagógica intencionada, que considere tanto los saberes disciplinares como las necesidades e intereses del estudiante (Ramírez, 2017). Este proceso requiere una mediación pedagógica intencionada que considere tanto los saberes disciplinares como las necesidades e intereses del estudiante, tal como señala Ramírez (2017) en sus aportes sobre mediación educativa. En este sentido, el uso de textos científicos



como recursos de alfabetización exige un tratamiento cuidadoso de su contenido, forma, lenguaje y estructura, aspecto que Cajas (2001) desarrolla ampliamente en su análisis sobre textos escolares.

A partir de este enfoque, el modelo propuesto por Mallart plantea una secuencia práctica-teoría-práctica, que favorece el aprendizaje significativo a partir de experiencias concretas, reflexionar teóricamente sobre ellas y regresar a la acción con nuevos marcos de comprensión. Esta estructura permite que el proceso educativo trascienda la simple transmisión de contenidos y se convierta en un espacio para la construcción activa del conocimiento. Mallart (2001) señala que este proceso implica un diálogo constante entre la experiencia y la reflexión crítica, lo que fortalece la comprensión significativa.

En su planteamiento, el modelo enfatiza que el docente debe actuar como un mediador entre el saber científico y la práctica pedagógica, integrando diversas dimensiones del conocimiento: la cognitiva, la social, la cultural y la comunicativa. Esta visión se articula directamente con los objetivos de la presente investigación, ya que propone una manera operativa de abordar la alfabetización científica y tecnológica a través del uso intencionado de textos científicos como recursos didácticos. Al promover un tránsito constante entre la práctica y la teoría, el modelo permite resignificar dichos textos no solo como fuente de información, sino como dispositivos pedagógicos que favorecen la reflexión crítica, el análisis contextual y la apropiación significativa del conocimiento en el aula.

En síntesis, los fundamentos teóricos desarrollados en este estudio, la alfabetización científica y tecnológica, la formación docente crítica y la transposición didáctica, ofrecen el marco conceptual necesario para alcanzar el objetivo de investigación. La alfabetización orienta el desarrollo de competencias para comprender y actuar en una sociedad influenciada por la ciencia y la tecnología. La formación docente aporta una visión reflexiva y contextualizada del rol del educador como mediador del conocimiento. Finalmente, la transposición didáctica y el enfoque práctico-teórico-práctico permiten transformar el saber disciplinar en contenidos pedagógicos accesibles y significativos. Estos elementos convergen en la construcción de una metodología para elaborar textos educativos que integren teoría y práctica, respondiendo a las demandas del contexto educativo.

3. METODOLOGÍA

La ruta metodológica del presente artículo responde a la necesidad de estructurar un proceso riguroso que permita alcanzar el objetivo general: proponer una metodología para la construcción de textos que favorezcan la alfabetización científica y tecnológica (ACT) en docentes. Esta propuesta metodológica parte del reconocimiento de una brecha entre el amplio desarrollo teórico en torno a la ACT y la escasa elaboración de recursos aplicables en contextos educativos reales.

La investigación se desarrolla desde un enfoque cualitativo, orientado a comprender en profundidad cómo los docentes significan y viven la alfabetización científica y tecnológica (ACT) en sus prácticas pedagógicas. Este enfoque permite analizar fenómenos educativos desde una perspectiva interpretativa, centrada en los significados, las experiencias y el contexto. Como lo señalan (Denzin & Lincoln, 2018), la investigación cualitativa busca explorar la complejidad de los procesos humanos en situaciones naturales, atendiendo a las voces de los participantes y al sentido que otorgan a sus acciones.

A partir del objetivo de proponer una metodología para la elaboración de textos de ACT, el diseño



metodológico se estructura en fases progresivas que combinan intervención pedagógica, reflexión crítica y construcción de propuestas. En la primera fase se aplica el modelo didáctico de Mallart (práctica-teoría-práctica) con docentes en formación, y se documenta la experiencia mediante diarios de campo.

En la fase 2, se lleva a cabo un análisis cualitativo de los diarios de campo utilizando técnicas de codificación abierta y categorización temática. Este análisis busca identificar las representaciones, dificultades y recursos que emergen en la práctica docente vinculada a la ACT, con especial atención a los elementos que facilitan o limitan su desarrollo. A partir de este análisis emergen los Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT), definidos como criterios sintéticos que orientan la construcción de textos educativos alineados con las competencias que se espera fomentar en los estudiantes.

En la fase 3, se llevó a cabo el diseño y aplicación de una experiencia didáctica basada en los Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT) construidos previamente. Esta fase implicó tanto la elaboración conceptual como la validación de los contenidos mediante un ejercicio tipo caso orientado a la integración de saberes científicos y tecnológicos en la práctica pedagógica.

La actividad fue aplicada con once (11) docentes en formación, participantes del seminario “Transposición científica y tecnológica” de la Maestría en Educación de la Universidad Distrital (Bogotá, Colombia). Se trató de una población con perfiles profesionales diversos en ciencias naturales, matemáticas, ingeniería y tecnología, y con experiencia laboral en distintos niveles educativos y sectores. El ejercicio consistió en el desarrollo de una práctica con plataformas Arduino, vinculada a una problemática contextual, lo que permitió observar cómo se articula el dominio conceptual y tecnológico con las competencias pedagógicas propias de la ACT. Esta experiencia también sirvió como insumo para ajustar los experimentos y materiales que conformarán el recurso educativo propuesto.

Esta aplicación permitió no solo validar los Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT) en un contexto real, sino también observar de forma directa cómo los docentes enfrentan la integración de saberes científicos y tecnológicos en su práctica pedagógica. A partir de estos hallazgos, se delimita el alcance de la investigación como proyectivo y descriptivo. Se considera proyectivo en la medida en que propone una solución concreta frente a una necesidad identificada en la revisión de la literatura; Becerra y Herrera (2024) señalan precisamente la escasez de recursos didácticos prácticos y contextualizados para fortalecer la ACT en el aula. Al mismo tiempo, posee un carácter descriptivo, ya que permite caracterizar el nivel de alfabetización científica y tecnológica de los once docentes participantes, identificando patrones de apropiación, dificultades recurrentes y potencialidades que orientan el diseño del recurso educativo propuesto.

Para la presente investigación, se utilizó la observación como técnica principal de recolección de datos, empleando como instrumento el diario de campo elaborado por el investigador durante cada una de las sesiones del seminario “Transposición científica y tecnológica” de la Maestría en Educación de la Universidad Distrital. Este instrumento permitió registrar de forma sistemática y contextualizada las interacciones, actitudes, aprendizajes y emociones de los docentes en formación durante el desarrollo de actividades pedagógicas con la herramienta Arduino.

El diario de campo recogió información en tres niveles: descriptivo (contexto y dinámica de las sesiones), interpretativo (emociones, reacciones, procesos de aprendizaje) y reflexivo (análisis de elementos de la ACT evidenciados en la práctica). Las anotaciones permitieron dar seguimiento a pro-

cesos como el trabajo colaborativo, el vínculo emocional con la herramienta tecnológica, el manejo de conceptos de circuitos y programación, así como la toma de decisiones basada en ciencia y tecnología aplicada al contexto educativo.

El análisis de los datos obtenidos a través de los diarios de campo se realizó mediante una estrategia de análisis de contenido temático, orientada desde el enfoque cualitativo. Esta técnica permitió identificar categorías emergentes relacionadas con la alfabetización científica y tecnológica (ACT), así como patrones vinculados al uso de herramientas tecnológicas en contextos educativos reales. A partir de estas categorías se diseñaron los Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT), que orientaron el desarrollo de los contenidos y experimentos incluidos en el texto educativo.

Para garantizar la pertinencia de los resultados, se establecieron criterios de inclusión que permitieran seleccionar una muestra coherente con los objetivos del estudio. Se incluyeron docentes en ejercicio del área de ciencias experimentales que manifestaron interés en integrar herramientas digitales en su práctica pedagógica y que contarán con la disponibilidad de participar activamente en todas las fases del trabajo de campo. Por el contrario, se excluyeron docentes cuya práctica estuviera desvinculada del uso de tecnologías, así como aquellos que no pudieran garantizar su continuidad en el proceso investigativo.

El estudio se desarrolló bajo los principios éticos fundamentales de la investigación educativa: respeto por la dignidad de las personas, consentimiento informado, confidencialidad y responsabilidad académica. Todos los participantes fueron informados previamente sobre los objetivos del estudio, el uso de la información recolectada y su derecho a retirarse en cualquier momento, sin consecuencias. Se garantizó el anonimato de los participantes en los registros de los diarios de campo y en la sistematización de resultados. De igual manera, en la aplicación de los instrumentos, se dio estricto cumplimiento a la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales en Colombia. En cuanto a la propiedad intelectual, el trabajo se sustentó exclusivamente en fuentes científicas y académicas debidamente citadas, en coherencia con las normas de publicación académica vigentes.

4. RESULTADOS

Los hallazgos de esta investigación se presentan en dos momentos analíticos complementarios. En primer lugar, se exponen los hallazgos derivados del enfoque metodológico implementado y del trabajo de campo desarrollado con base en el modelo didáctico de Mallart, estructurado en tres fases: práctica empírica, reflexión de la práctica y práctica reflexiva. Este análisis permite evidenciar la evolución de los procesos de alfabetización científica y tecnológica en los docentes participantes. En un segundo momento, se expone el proceso de construcción de un texto como recurso pedagógico de alfabetización científica y tecnológica (ACT), derivado directamente del trabajo de campo y del enfoque metodológico desarrollado en esta investigación. El texto, centrado en el uso de la herramienta Arduino en la enseñanza de las ciencias experimentales, constituye una concreción práctica de los Indicadores de ACT (IACT) definidos previamente. Su elaboración responde a las necesidades formativas detectadas en los docentes participantes y da forma a la metodología para elaborar textos de alfabetización científica y tecnológica. Esta segunda parte muestra cómo la propuesta metodológica se traduce en una práctica concreta, aportando a la profesionalización docente mediante el diseño de materiales contextualizados y técnicamente fundamentados.



El trabajo de campo se desarrolló como parte del proceso metodológico para validar una propuesta de textos de alfabetización científica y tecnológica (ACT), aplicando el modelo didáctico de Mallart (Práctica – Teoría – Práctica). El trabajo de campo se estructuró en tres momentos clave, guiados por el modelo didáctico de Mallart, lo cual permitió una progresión metodológica desde la acción hasta la reflexión crítica. La primera parte correspondió a una Práctica Empírica, centrada en la ejecución sin intervención reflexiva; la segunda parte se denominó Reflexión de la Práctica, en la que los participantes analizaron de forma crítica sus acciones previas; y la tercera parte consistió en una Práctica Reflexiva. En este proceso, las decisiones pedagógicas se fundamentan en una reflexión anticipada, lo cual permitió que la estructura favoreciera la integración progresiva de saberes prácticos y teóricos en el marco de la alfabetización científica y tecnológica.

En la primera fase, se realizaron actividades empíricas con docentes en formación de la Universidad Distrital, utilizando Arduino como recurso didáctico. La experiencia permitió identificar vacíos conceptuales y técnicos, así como fortalezas en autonomía, resolución de problemas y comunicación. Posteriormente, se reflexionó sobre las dificultades encontradas y se definieron contenidos nucleares que guiarían una segunda práctica, esta vez con enfoque reflexivo. En ella, se reforzaron los saberes esenciales para la ACT, evidenciando una mejora en la apropiación pedagógica y tecnológica por parte de los docentes participantes. Los resultados de ambas experiencias fundamentan la construcción de un texto educativo contextualizado y pedagógicamente mediado, que responde a las necesidades reales de los docentes y fortalece sus competencias en ciencia y tecnología.

Con base en la metodología previamente diseñada, esta sección describe el proceso de construcción de un texto didáctico como recurso de alfabetización científica y tecnológica (ACT), centrado en el uso de la herramienta Arduino en la práctica profesional docente. La elaboración del texto siguió dos etapas: la planeación preliminar y la producción textual.

En la fase de planeación, se definió un objetivo formativo alineado con indicadores de ACT (IACT) adaptados específicamente al contexto de uso de Arduino, integrando tanto componentes conceptuales como procedimentales. Se caracterizó la población objetivo en docentes de ciencias, considerando elementos comunicativos clave y conocimientos nucleares identificados a través del trabajo de campo, especialmente los diarios de campo.

El análisis de las prácticas desarrolladas permitió identificar características relevantes asociadas a la alfabetización científica y tecnológica (ACT) en contextos reales de aula. A partir de estas observaciones se construyeron cinco Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT), fundamentados en los lineamientos de la Unesco, lo cual permitió una sistematización más precisa de los hallazgos.

Tabla 1*IACT y su evidencia de cumplimiento en cada grupo de la primera práctica*

Indicador ACT	Descripción Indicador	Grupo uno	Grupo dos	Grupo tres	Grupo cuatro
IACT1	Buen uso de Especialistas (Entiende que nadie posee la verdad absoluta. Es necesario recurrir a expertos, pero hacerlo con un pensamiento crítico)	Sí	No	No	Sí
IACT2	Buen manejo de cajas negras (Profundiza en los temas de interés, tomando como cajas negras las representaciones no centrales de una investigación o de un proyecto)	Sí	No	Sí	Sí
IACT3	Buen uso de modelos simples, metáforas o comparaciones (Simplifica los modelos o abre las cajas negras necesarias mediante comparaciones que permitan facilitar su comprensión)	No	No	Sí	Sí
IACT4	Comunicación y articulación entre saberes (Comunica los resultados de su trabajo con sus pares y/o estudiantes, además de fomentar un pensamiento con responsabilidad social para el uso de la tecnología)	Sí	Sí	Sí	Sí
IACT5	Autonomía (toma de decisiones coherentes para solucionar inconvenientes con el manejo de una tecnología o concepto científico)	Sí	No	Sí	Sí

Los resultados presentados en la Tabla 1 muestran que todos los indicadores de alfabetización científica y tecnológica (IACT) fueron fortalecidos tras la intervención. Aunque parte del grupo presentaba inicialmente bajo dominio tecnológico, especialmente en el uso de Arduino, se evidenció un aumento significativo en la presencia de los IACT, destacando que el IACT4 fue alcanzado por el 100% de los participantes.

A partir de la primera práctica, se seleccionó una parte del grupo para realizar una segunda intervención orientada a profundizar en los indicadores de alfabetización científica y tecnológica (IACT). En la Tabla 2, se muestra el consolidado de los indicadores para la segunda práctica:

Tabla 2*IACT y su evidencia de cumplimiento en cada grupo de la segunda práctica*

Indicador ACT	Descripción Indicador	Grupo uno	Grupo dos
IACT1	Buen uso de Especialistas (Entiende que nadie posee la verdad absoluta. Es necesario recurrir a expertos, pero hacerlo con un pensamiento crítico)	Sí	Sí
IACT2	Buen manejo de cajas negras (Profundiza en los temas de interés, tomando como cajas negras las representaciones no centrales de una investigación o de un proyecto)	Sí	Sí
IACT3	Buen uso de modelos simples, metáforas o comparaciones (Simplifica los modelos o abre las cajas negras necesarias mediante comparaciones que permitan facilitar su comprensión)	Sí	Sí
IACT4	Comunicación y articulación entre saberes (Comunica los resultados de su trabajo con sus pares y/o estudiantes, además de fomentar un pensamiento con responsabilidad social para el uso de la tecnología)	Sí	Sí
IACT5	Autonomía (toma de decisiones coherentes para solucionar inconvenientes con el manejo de una tecnología o concepto científico)	Sí	Sí



La comparación entre la Tabla 1 y la Tabla 2 permite evidenciar que, a través de una práctica reflexiva, se logró la presencia de los cinco Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT) en los diferentes grupos de trabajo. Si bien no todos los indicadores se manifestaron en su totalidad, se observaron características que permiten inferir su desarrollo progresivo. La metodología empleada y los experimentos propuestos durante esta segunda práctica favorecieron, en diversos niveles, el fortalecimiento de la ACT. Un ejemplo representativo de este avance es el interés común de todos los grupos en integrar los sensores utilizados en sus actividades profesionales, lo cual se alinea con el enfoque de alfabetización científica y tecnológica planteado por la Unesco.

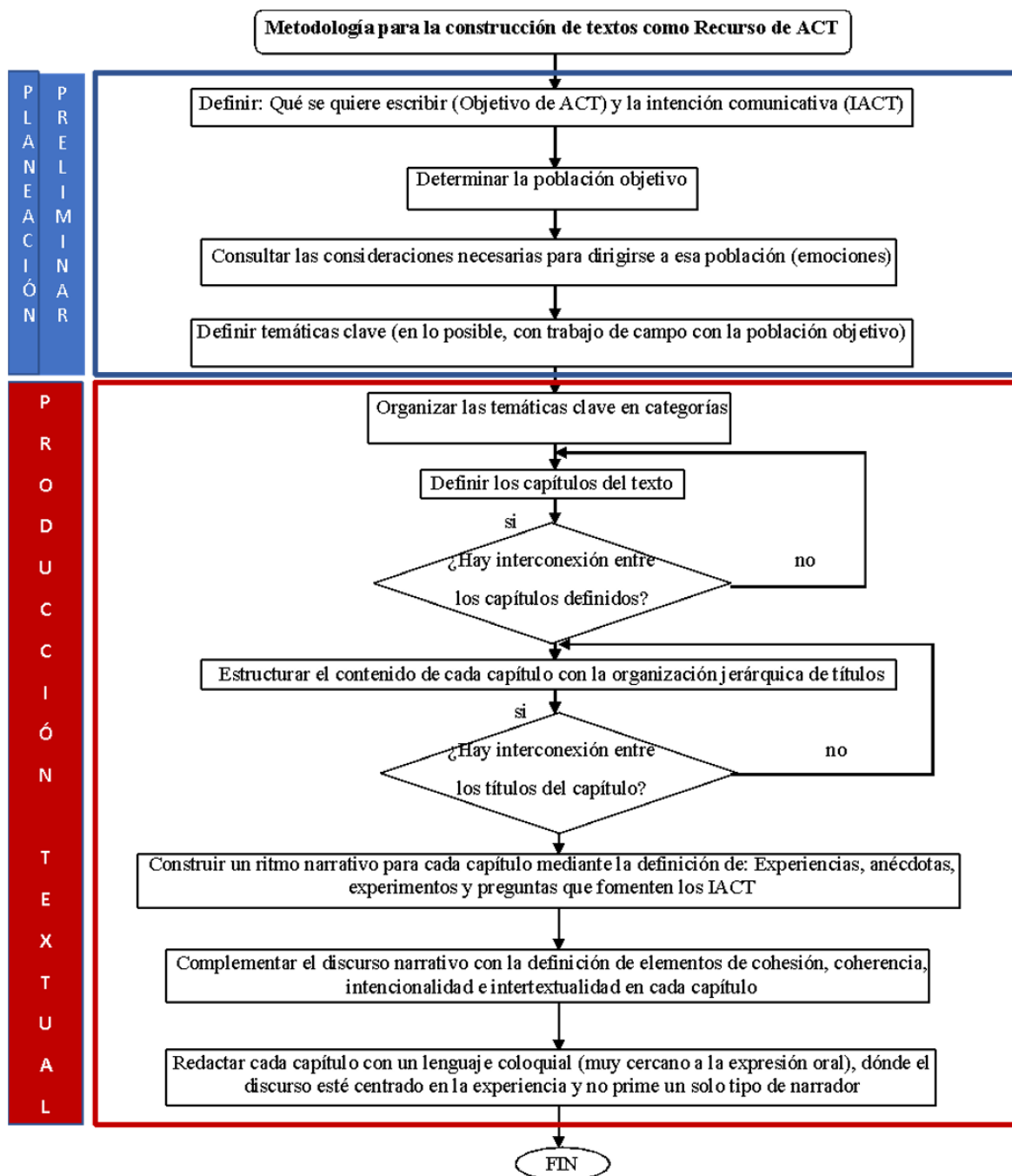
A partir del trabajo de campo y el análisis reflexivo con la población objetivo, este proyecto propone una metodología estructurada para la elaboración de textos como recursos pedagógicos de alfabetización científica y tecnológica (ACT), con el propósito de reducir la brecha entre el discurso teórico y su aplicación práctica. Esta metodología, representada en la Figura 1, se compone de dos grandes etapas, diferenciadas cromáticamente para facilitar su comprensión: una fase azul correspondiente a la *planeación preliminar*, y una fase roja correspondiente a la *producción textual*.

La fase azul, o de planeación preliminar, comprende la definición del objetivo del texto (vinculado al proceso de ACT que se desea desarrollar), así como de la intención comunicativa, orientada por los IACT seleccionados. En esta etapa, es esencial caracterizar a la población objetivo, reconociendo que, dada la naturaleza contextual y epistemológica de la ACT, no existe un recurso único que se adapte a todas las audiencias. También se sugiere realizar una búsqueda conceptual que contemple elementos comunicativos y emocionales clave, y finalmente, identificar temáticas centrales que fortalezcan los IACT, idealmente mediante trabajo de campo.

La fase roja, correspondiente a la producción textual, inicia con la organización de las temáticas en categorías que permitan estructurar capítulos interconectados. Se promueve una organización jerárquica de títulos para facilitar la mediación pedagógica y la coherencia interna del documento. Posteriormente, se construye un ritmo narrativo intencionado, incorporando experiencias, anécdotas, experimentos y preguntas que impulsen los IACT definidos. Esta narrativa debe apoyarse en normas de textualidad (cohesión, coherencia, intencionalidad e intertextualidad) y emplear un lenguaje cercano, adaptado a las características y contexto de la población objetivo.

Aunque la propuesta metodológica se apoya en referentes clásicos como Gutiérrez y Prieto (2002) en el campo de la mediación pedagógica, y Fourez (1997) en la comprensión crítica de la alfabetización científica y tecnológica (ACT), se complementa con aportes contemporáneos que enriquecen su fundamento teórico. Entre ellos destaca Mujica-Sequera (2021), quien resalta la urgencia de democratizar el conocimiento científico en la era digital mediante procesos educativos significativos y participativos, adaptados a contextos reales. A continuación en la Figura 1 se presenta la propuesta metodológica.



Figura 1*Metodología para la elaboración de textos como recurso ACT*

4.1 Construcción del texto como recurso de ACT para el manejo de Arduino en la práctica profesional de docentes de ciencias experimentales

A continuación, se propone una aplicación concreta de la metodología desarrollada mediante el caso: “Construcción del texto como recurso de ACT para el manejo de Arduino en la práctica profesio-

nal de docentes de ciencias experimentales”. Este ejemplo ilustra cómo la metodología permite diseñar materiales pedagógicos que no solo transmiten conocimientos científicos y tecnológicos, sino que también responden a necesidades formativas reales, integran dimensiones didácticas y contextuales, y promueven una alfabetización crítica y funcional en escenarios educativos actuales.

Primera etapa: la planeación preliminar se definió el propósito del texto, centrado en fortalecer las competencias en ACT a través del uso de Arduino en la práctica docente. Para ello, se adaptaron cinco Indicadores de Alfabetización Científica y Tecnológica (IACT), integrando capacidades como el pensamiento crítico, el uso autónomo de tecnologías, la comunicación científica, el abordaje interdisciplinar y el uso responsable de dispositivos tecnológicos. Estos indicadores se muestran en la Tabla 1 y actúan como guías estructurales del texto. Se presenta el objetivo del recurso de ACT y la propuesta de los indicadores de ACT (IACT) adaptados al manejo con Arduino (en negrita).

Tabla 3

Objetivo del recurso ACT y propuesta de los IACT

¿Qué se quiere escribir?	
Un recurso de ACT que permita el manejo de Arduino en clases de ciencias experimentados con experimentos y sensores bajo costos	
Intención Comunicativa	
Indicador	Intención Comunicativa acorde al propósito de ACT
IACT1	Buen uso de Especialistas (Entiende que nadie posee la verdad absoluta. Es necesario recurrir a expertos, pero hacerlo con un pensamiento crítico). Busca información sobre montajes con Arduino. Sabe dónde buscar información y valida si el código y la electrónica son coherentes.
IACT2	Buen manejo de cajas negras (Profundiza en los temas de interés, tomando como cajas negras las representaciones no centrales de una investigación o de un proyecto). Identifica aquellos elementos de un montaje con Arduino, cuyo funcionamiento interno no aporta significativamente a su trabajo.
IACT3	Buen uso de modelos simples, metáforas o comparaciones (Simplifica los modelos o abre las cajas negras necesarias mediante comparaciones que permitan facilitar su comprensión). Es capaz de utilizar elementos adicionales a los explicados en la teorización. Solo profundiza en los aspectos que son útiles para su montaje.
IACT4	Comunicación y articulación entre saberes (Comunica los resultados de su trabajo con sus pares y/o estudiantes, además de fomentar el pensamiento con responsabilidad social para el uso de la tecnología como articulador de disciplinas). Busca soluciones en su quehacer profesional con Arduino. Además, fomenta el trabajo de la herramienta en sus estudiantes y pares.
IACT5	Autonomía (toma de decisiones coherentes para solucionar inconvenientes con el manejo de una tecnología o concepto científico). Es capaz de considerar la viabilidad de una solución propuesta ante problemas que se le presentan al trabajar con Arduino.

La caracterización de la población objetivo, consignada en la Tabla 2, permitió comprender las particularidades cognitivas, pedagógicas y formativas de los docentes en formación, lo que resultó fundamental para ajustar tanto el lenguaje como el contenido del recurso. Este análisis incluyó aspectos comunicativos y afectivos, partiendo de la premisa de que la motivación y la claridad del discurso son claves para la apropiación tecnológica.



Tabla 4
Caracterización de la población objetivo del recurso ACT

Población Objetivo
Docentes de ciencias experimentales (Física, Química, Biología, Geografía)
En líneas generales, cualquier docente que tenga un requerimiento basado en sensores para el desarrollo de su quehacer profesional (académico y/o administrativo)
Nivel de formación: Profesionales.
Conocimientos previos: Manejo básico de computadores (office)
Aspectos emocionales a tener en cuenta: Manejo de la frustración. Se debe dar la claridad que, en ocasiones, los montajes no funcionarán. Esto ocurre por cometer algún error común. Se deben describir los errores comunes para que el docente identifique cuál está cometiendo y logre corregirlo para que su sensor funcione. Por último, se deben buscar estrategias de trabajo en equipo y que, además, permitan un vínculo emocional positivo con la herramienta (un primer montaje sencillo y cuyo funcionamiento sea garantizado en un alto porcentaje, es decir, la probabilidad de cometer errores sea baja).

Asimismo, se definieron los conocimientos nucleares necesarios para el desarrollo de la ACT con Arduino. Estos fueron sistematizados a partir del trabajo de campo, especialmente de los diarios de campo, y se presentan en la Tabla 5. Esta información permitió establecer un puente entre las necesidades reales de la población y los contenidos del recurso, garantizando así su pertinencia y aplicabilidad.

Tabla 5
Conocimientos nucleares consolidados

Área	Conocimientos
Instalación de Arduino	Configuración de puerto serie
Programación	Reglas básicas del lenguaje de programación
	Estructura del código (SetUp y Loop)
	Delay
	Valores Digitales y Análogos
	Manejo del Monitor Serie y del Serial Plotter
	Librerías
Circuitos eléctricos	Conceptos básicos de circuitos: Voltaje, Corriente y Resistencia
	Nodo
	Diodo, LED
	Protoboard
Sensores y cálculos de errores	Trabajo con sensores
	Errores en las mediciones de un sensor

Segunda etapa: durante la fase de producción textual se organizó el contenido temático en categorías que sirvieron de base para la estructuración de los capítulos del texto. La Tabla 6 recoge esta organización,



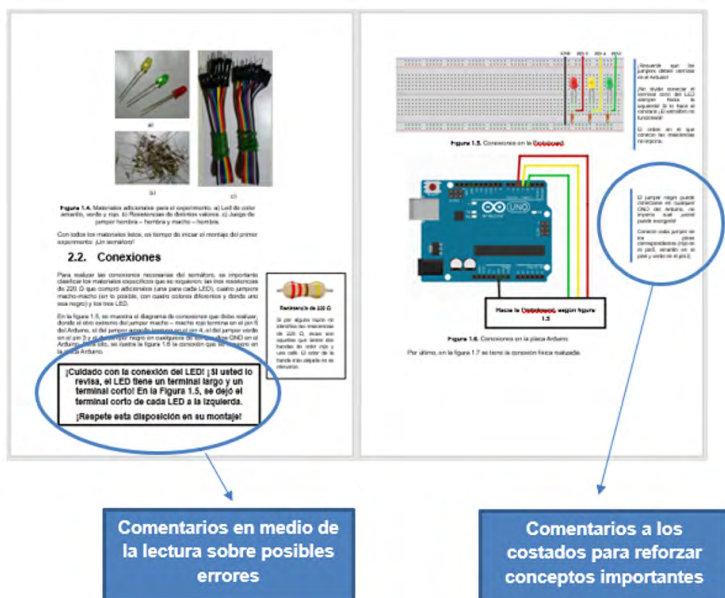
Tabla 6.
Contenido temático de los capítulos

Capítulo 1 – Acercamiento a Arduino	Capítulo 2 – ¿Cómo funciona el semáforo?	Capítulo 3 – Sensores	Capítulo 4 – Apli- cación de los senso- res en mi contexto	Capítulo 5 – Sensores no adaptados para Arduino
	programación		Sensores y cálculos de errores	Sensores y cálculos de errores
Instalación de Arduino	Circuitos eléctricos	Sensores y cálculos de errores	Programación	Programación
			Circuitos eléctricos	Circuitos eléctricos

Cada capítulo fue diseñado considerando la progresión conceptual, desde aspectos básicos como el conocimiento de la placa Arduino y los principios de la electricidad, hasta la implementación de sensores aplicables a contextos educativos. El texto incluye prácticas experimentales, desarrollo de códigos, análisis de errores y contextualización de los sensores en situaciones reales de aula. Esta estructura responde tanto a las necesidades identificadas en el trabajo de campo como a los IACT definidos en la etapa preliminar.

La producción textual también incorporó elementos narrativos y didácticos como preguntas orientadoras, actividades experimentales, ejemplos contextualizados y esquemas visuales. La intención fue generar una narrativa cercana, clara y orientada al desarrollo de habilidades prácticas. Desde la perspectiva de Gutiérrez y Prieto (2002), la mediación pedagógica implica diseñar materiales que faciliten el aprendizaje significativo mediante recursos que promuevan la interacción, la exploración y la reflexión del estudiante. Bajo estos principios, se cuidaron de manera especial la coherencia, la cohesión y la intertextualidad del texto, procurando que cada sección se articulara con los propósitos formativos y favoreciera procesos de comprensión profunda. En la figura 2 se muestra el resultado obtenido con algunas páginas del texto:

Figura 2
Estructura de los capítulos del libro para ayudar la ACT



Comentarios en medio de
la lectura sobre posibles
errores

Comentarios a los
costados para reforzar
conceptos importantes

El caso de estudio orientado a la construcción del texto sobre el manejo de Arduino para docentes de ciencias experimentales representa una aplicación concreta y validada de la metodología propuesta. Este ejercicio permitió comprobar la viabilidad del modelo en contextos reales de formación docente, evidenciando cómo una planificación rigurosa, articulada con los IACT y mediada por un enfoque didáctico y contextual, puede traducirse en un recurso educativo pertinente y funcional. Asimismo, demostró que la integración de lo científico con lo tecnológico, desde un enfoque pedagógico reflexivo, fortalece la comprensión y apropiación de saberes en escenarios educativos, consolidando la escritura de textos como una herramienta efectiva para la alfabetización científica y tecnológica.

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos derivados de la aplicación de la metodología propuesta confirman que es posible estructurar un proceso de escritura de textos de alfabetización científica y tecnológica (ACT) que responda a principios pedagógicos, comunicativos y metodológicos, en consonancia con los planteamientos de Bybee (2015), y coherentes con las necesidades reales del contexto educativo. La implementación del modelo permitió establecer una ruta clara desde la identificación de los objetivos de alfabetización hasta la redacción final del texto, pasando por fases de planeación, categorización temática y diseño narrativo adaptado a la población objetivo. En este sentido, el caso de aplicación con docentes de ciencias experimentales utilizando Arduino mostró cómo la teoría se traduce en una práctica pedagógica efectiva, sustentada en la reflexión y en la mediación didáctica.

Además, la metodología evidenció su capacidad para integrar los IACT como marco estructurador de los contenidos y enfoques didácticos, fortaleciendo la pertinencia del texto como recurso educativo. Este enfoque favorece no solo la comprensión conceptual de la ciencia y la tecnología, sino también el desarrollo de competencias críticas en los docentes participantes. La dimensión contextual y emocional, frecuentemente relegada en los materiales científicos tradicionales, fue abordada desde una perspectiva situada, tal como plantea Hodson (2014), quien destaca que la enseñanza de las ciencias debe considerar tanto las experiencias previas del estudiante como sus vínculos afectivos con el aprendizaje. Esta mirada contribuyó a mejorar la receptividad, el interés y la apropiación del conocimiento. En consecuencia, estos resultados apoyan la necesidad de replantear la producción de textos científicos desde metodologías reflexivas, colaborativas y contextualizadas, que permitan cerrar efectivamente la brecha entre lo teorizado y lo enseñado en el aula.

Surgen así preguntas clave que permiten proyectar el alcance y los desafíos de esta metodología en contextos diversos: ¿De qué manera puede adaptarse esta propuesta a otros entornos educativos con limitaciones tecnológicas o distintas trayectorias formativas? ¿Cómo asegurar que los textos elaborados no se limiten a mediar información, sino que realmente transformen las prácticas pedagógicas? ¿Qué herramientas o mecanismos permitirían evaluar la eficacia de estos textos como recursos de ACT a mediano y largo plazo? También resulta necesario cuestionarse sobre el equilibrio entre la rigurosidad científica y la accesibilidad comunicativa en distintos niveles educativos, y reflexionar sobre el papel de las emociones y las experiencias del lector en la apropiación de saberes científicos y tecnológicos. Estos interrogantes no solo enriquecen la discusión, sino que plantean líneas futuras de investigación y acción en el campo de la formación docente y la producción de materiales educativos contextualizados, reflexivos y transformadores.



6. CONCLUSIONES

El desarrollo de este estudio permitió concretar una propuesta metodológica sólida para la elaboración de textos de alfabetización científica y tecnológica (ACT), que transita de manera efectiva de la teoría a la práctica. A partir de la revisión conceptual, la experiencia de campo y el análisis reflexivo con docentes en formación, se estructuró una metodología que integra fases de planeación y producción textual orientadas a responder a las necesidades reales del contexto educativo. Esta metodología permite no solo estructurar materiales rigurosos en términos científicos, sino también accesibles, emocionalmente significativos y contextualmente relevantes.

La aplicación práctica de la propuesta, ejemplificada en la construcción del texto sobre el manejo de Arduino para docentes de ciencias experimentales, evidenció que es posible materializar los principios de la ACT en recursos didácticos coherentes, funcionales y transformadores. Asimismo, se validó la utilidad de los Indicadores de ACT (IACT) como guía para orientar tanto el contenido como el propósito comunicativo de los textos, fortaleciendo la mediación pedagógica y la apropiación crítica del conocimiento científico y tecnológico.

En síntesis, la metodología desarrollada ofrece una ruta concreta para cerrar la brecha entre el discurso teórico y la práctica educativa en torno a la ACT. Además, plantea desafíos importantes para futuras investigaciones, como la necesidad de adaptar la propuesta a otros contextos, validar su impacto a largo plazo y seguir explorando el papel de la narrativa, las emociones y la experiencia del lector en la construcción del conocimiento. Este enfoque invita a repensar la escritura de textos científicos no como una tarea informativa, sino como un acto profundamente pedagógico, situado y transformador.

Conflictos de interés

Los autores del presente escrito declaran que no existe un conflicto de interés relacionado con el desarrollo de la investigación.



REFERENCIAS

- Becerra, D. & Herrera, F. (2024). La Creatividad del Investigador y su Expresión en la Investigación Proyectiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 5067-5089. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9062
- Bybee, R. W. (2015). *Science education and science literacy*. NSTA Press.
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L. & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2–16.
- Cabero, J., Silva, A., Rodríguez, J. & Marín, V. (2023). *Modelos híbridos en metodologías de educación a distancia y virtual: hacia unas didácticas digitales y emergentes*. Ediciones USTA.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J. J. & Palacios-Rodríguez, A. (2022). Desarrollando competencias digitales y emprendedoras en Pedagogía: Grado de aceptación de una propuesta formativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (12), 49–63. <https://doi.org/10.6018/riite.522441>
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica : la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4001>
- Denzin, N. & Lincoln, Y. (2018). *The SAGE handbook of qualitative research*. SAGE Publications.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica: Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*: Ediciones Colihue
- García, C. (2009). La formación docente en la sociedad del conocimiento: Nuevas prácticas y competencias. *Revista de Educación*, (350), 31–61.
- Gutiérrez Pérez, F. & Prieto Castillo, D. (2002). *La mediación pedagógica: Apuntes para una educación a distancia alternativa*. Ediciones Ciccus La Crujía
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different Goals Demand Different Learning Methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553.
- Ley 1581 de 2012. (2012, 17 de octubre). Congreso de la República de Colombia. Diario Oficial No. 48.587. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Liu, Z., Wang, X. & Zhang, Y. (2022). Teachers' perceptions of technology integration in teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 920317. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.920317>
- Mallart, J. (2001). Didáctica: concepto, objeto y finalidades. En F. Sepúlveda, & N. Rajadell. (Ed.), *Didáctica: concepto, objeto y finalidades* (p. 570). UNED.
- Mujica-Sequera, R. (2021). Alfabetización Científica: Herramienta Indispensable en la Era Digital. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1). <https://doi.org/10.37843/rted.v11i1.181>
- Omariba, A. (2019). Technology-Enhanced Classroom to Enhance Critical Thinking Skills: Teachers' Perspectives. En J. Keengwe, & R. Byamukama (Ed.), *Handbook of Research on Promoting Higher-Order Skills and Global Competencies in Life and Work* (p. 225). IGI Global. Doi 10.4018/978-1-5225-6331-0

- Ramírez, R. (2017). Aproximación al concepto de transposición didáctica. *Folios*, (21), 33.45. <https://doi.org/10.17227/01234870.21folios33.45>
- Torres Chipana, A., Espinoza Rivas, G. R., Zuloaga Candia, P. R. & Rimascça Rodríguez, I. K. (2024). Alfabetización digital en docentes de educación superior. *Revista InveCom*, 4(2), e040264. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10714274>
- Unesco. (2019). *Estrategia de la Unesco para la Alfabetización Digital de Jóvenes y Adultos (2020 -2025)*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371411_spa
- Unesco. (2023). *Technology in education: A tool on whose terms? Global Education Monitoring Report 2023*. <https://gem-report-2023.unesco.org/technology-in-education/>
- Unesco (2025). *Qué debe saber sobre la alfabetización*. <https://www.unesco.org/es/literacy/need-know>

