



Pensamiento científico desde una ATE para la optimización del recurso hídrico en cultivos

- Scientific Thinking through a STA for Optimising Water Resources in Crops
- Pensamento científico a partir de uma ATE para a otimização do recurso hídrico em

Forma de citar este artículo









Builes-González, Y., Burbano-Guevara, C. F., Sevilla-Salazar, S. N. y Coronado-Peña, J. J. (2026). Pensamiento científico desde una ATE para la optimización del recurso hídrico en cultivos. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, (59), 29 - 47. <https://doi.org/10.17227/ted.num59-22993>

Resumen

La ciencia, con su enfoque empírico, teórico y metódico, ha sido esencial en la generación de conocimiento desde tiempos remotos, al permitir comprender fenómenos y resolver problemáticas a través de la formulación de hipótesis, teorías y leyes. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo principal desarrollar habilidades del pensamiento científico en los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa Agropecuaria el Ejido, Policarpa (Nariño), con el uso de una Actividad Tecnológica Escolar (ATE) enfocada en la optimización del recurso hídrico. La investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo de tipo acción-participación, y consistió en la aplicación de una prueba diagnóstica, el diseño y ejecución de la ATE, el seguimiento a través de un diario de campo y la realización de una prueba pos-test. Estos procedimientos permitieron evaluar el desempeño de los estudiantes en habilidades científicas clave, como observar, medir, inferir, predecir y experimentar. Los resultados obtenidos muestran que la ATE emergió como una estrategia didáctica eficaz para mejorar las habilidades científicas de los estudiantes, favoreciendo su desarrollo y potenciando su capacidad para abordar problemáticas relacionadas con la optimización del recurso hídrico. Así pues, se concluye que la ATE es una estrategia relevante en el desarrollo de habilidades científicas, promoviendo la resolución de problemas prácticos y el compromiso con el entorno, fortaleciendo el trabajo en equipo y el sentido de pertenencia.

Palabras clave

habilidades científicas; actividad tecnológica escolar; recurso hídrico; educación rural; educación media

Yeliza Builes-González*  
Carlos Fidel Burbano-Guevara**  
Sammy Nelson Sevilla-Salazar***  
Jhorman Jesid Coronado-Peña****  

* Magíster en Educación. Universidad La Gran Colombia, Bogotá, Colombia. Docente de aula, Institución Educativa Santa Teresa de Jesús; Armenia-Quindío, Colombia. ybuilesg@ulagrancolombia.edu.co

** Magíster en Educación. Universidad La Gran Colombia, Bogotá, Colombia. Directivo docente (rector), Institución Educativa Sánchez; Policarpa-Nariño, Colombia. cfburbanog@uqvirtual.edu.co

*** Magíster en Educación. Universidad La Gran Colombia, Bogotá, Colombia. Docente de aula, Institución Educativa Valparaíso Bajo; San Lorenzo- Nariño, Colombia. ssevilla2@hotmail.com

**** Magíster en Educación, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia. Docente de aula, Institución Educativa Técnico Cristo Rey, Arauca-Arauca, Colombia. jjcoronadop@uqvirtual.edu.co

Artículo de investigación

Fecha de recepción: 24/03/2025
Fecha de aprobación: 11/10/2025
Fecha de publicación: 01/01/2026



Abstract

Science, with its empirical, theoretical, and methodological approach, has long been essential for generating knowledge, enabling the understanding of phenomena and the resolution of problems through the formulation of hypotheses, theories, and laws. In this context, the main objective of this study was to develop scientific thinking skills in Year 11 students at the Institución Educativa Agropecuaria El Ejido, in Policarpa (Nariño), using a School Technological Activity (STA) focused on optimising water resources. The research adopted a qualitative action–participation approach and involved the administration of a diagnostic test, the design and implementation of the STA, continuous monitoring through a field journal, and a post-test assessment. These procedures made it possible to evaluate students’ performance in key scientific skills such as observing, measuring, inferring, predicting, and experimenting. The results indicate that the STA proved to be an effective didactic strategy for improving students’ scientific skills, enhancing their development, and strengthening their ability to address issues related to water resource optimisation. It is concluded that the STA is a relevant educational strategy for promoting problem-solving, environmental engagement, teamwork, and a sense of belonging in rural education contexts.

Keywords

scientific skills; school technological activity; water resources; rural education; secondary education

Resumo

A ciência, com seu enfoque empírico, teórico e metódico, tem sido essencial na geração de conhecimento desde tempos remotos, ao permitir compreender fenômenos e resolver problemáticas por meio da formulação de hipóteses, teorias e leis. Nesse contexto, o principal objetivo desta pesquisa foi desenvolver habilidades do pensamento científico em estudantes do 3º ano do ensino médio da Institución Educativa Agropecuaria El Ejido, localizada em Policarpa (Nariño), com o uso de uma Atividade Tecnológica Escolar (ATE) voltada à otimização do recurso hídrico. A pesquisa foi conduzida sob uma abordagem qualitativa de tipo ação–participação, e envolveu a aplicação de um teste diagnóstico, o planejamento e execução da ATE, o acompanhamento por meio de um diário de campo e a realização de um pós-teste. Esses procedimentos permitiram avaliar o desempenho dos estudantes em habilidades científicas fundamentais, como observar, medir, inferir, prever e experimentar. Os resultados mostraram que a ATE se revelou uma estratégia didática eficaz para aprimorar as habilidades científicas dos estudantes, favorecendo seu desenvolvimento e ampliando sua capacidade de abordar problemáticas relacionadas à otimização do uso da água. Conclui-se que a ATE é uma estratégia relevante para o desenvolvimento de habilidades científicas, promovendo a resolução de problemas práticos, o compromisso com o meio ambiente, o trabalho em equipe e o fortalecimento do sentimento de pertencimento.

Palavras-chave

habilidades científicas; atividade tecnológica escolar; recurso hídrico; educação rural; ensino médio

Introducción

La ciencia, con su enfoque empírico, teórico y metódico, ha sido fundamental en la creación de conocimiento desde la antigüedad, al permitir explicar fenómenos y problemáticas mediante hipótesis, teorías y leyes. Su impacto va más allá de satisfacer necesidades básicas, pues constituye un pilar esencial para el desarrollo de las sociedades a través de innovaciones significativas. No obstante, para llevar a cabo la ciencia se requieren habilidades del pensamiento científico, como observar, medir, inferir, predecir y experimentar (Pereira-González *et al.*, 2024).

Desde esta perspectiva, el Ministerio de Educación Nacional (2014) subraya la importancia de fortalecer las habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias naturales a lo largo de todos los niveles educativos. Sin embargo, crear los espacios adecuados para el desarrollo de estas habilidades representa un desafío significativo debido a la diversidad de contextos presentes en el territorio colombiano. Un claro ejemplo de ello es el municipio de Policarpa, en Nariño, donde la violencia y los cultivos ilícitos han afectado profundamente las dinámicas sociales desde los años ochenta.

A pesar de estos retos, centros educativos como la Institución Educativa Agropecuaria El Ejido implementan un enfoque socioconstructivista que fomenta la realización de proyectos productivos como requisito de graduación. Sin embargo, el predominio de métodos de enseñanza tradicionales, junto con la escasez de recursos didácticos, contribuye a un aprendizaje fragmentado y disminuye la motivación por las ciencias, lo que exacerba el déficit de habilidades científicas y tecnológicas en el sector agropecuario, afectando negativamente la productividad agrícola. Por lo tanto, es importante proponer proyectos tecnológicos

interdisciplinarios que fomenten habilidades del pensamiento científico (Figueroa *et al.*, 2020).

Antecedentes

Diversas investigaciones, como las de Analuisa y Akintua (2016), Arteaga (2014) y Ossa-Cornejo *et al.* (2018), realizadas en países como Chile, Ecuador y otros, han demostrado que las habilidades del pensamiento científico pueden cultivarse en una variedad de escenarios que despiertan el interés del estudiante, trabajando desde las realidades que forman parte de su vida cotidiana. Estas investigaciones destacan la importancia de diseñar actividades contextualizadas, como la implementación de sistemas de riego automatizados, que promuevan habilidades científicas clave, tales como la formulación de hipótesis, la elaboración de gráficos, el análisis de resultados y la construcción de conclusiones. Además, los estudios subrayan que este tipo de aprendizaje, centrado en la práctica y la experimentación, favorece el trabajo colaborativo, crea vínculos entre los estudiantes y fomenta el desarrollo de actitudes científicas esenciales, como la paciencia, la perseverancia y la capacidad de trabajar en equipo. Este enfoque no solo potencia las habilidades cognitivas, sino que también contribuye a la formación integral del estudiante, permitiéndole abordar los desafíos de su entorno desde una perspectiva crítica y científica.

En Colombia, diversos autores como Duque y Saldarriaga (2020), Fernández (2016), Flórez y Hernández (2016), González (2015), Quintana *et al.* (2018), Ríos *et al.* (2021) y Sánchez y Rodríguez (2020) han desarrollado iniciativas pedagógicas en lugares como Risaralda, Huila y Bogotá, resaltando la importancia de emplear las actividades tecnológicas escolares (ATE) para potenciar las habilidades del pensamiento científico en estudiantes de diferentes niveles educativos. Entre las

experiencias destacadas se encuentra el uso de la astrobiología como herramienta mediadora en el desarrollo del pensamiento científico, lo que demuestra cómo las ATE pueden implementarse desde etapas iniciales del aprendizaje. Asimismo, se ha promovido la aplicación de las ATE enfocadas en el entendimiento y uso responsable de las energías renovables.

En términos generales, se destaca que la ATE es una herramienta clave para fomentar el pensamiento científico en los estudiantes, conectando el aprendizaje con situaciones reales y promoviendo habilidades como la creatividad, la colaboración y el pensamiento crítico, entendido este como la capacidad que permite al estudiante analizar, argumentar y tomar decisiones informadas frente a situaciones reales y complejas. Estas actividades despiertan interés, motivación y actitudes positivas hacia las ciencias, además de permitir la integración de conocimientos teóricos con aplicaciones prácticas. Como señalan Ruiz y Rodas (2023), el diseño intencionado de experiencias didácticas en ciencias contribuye a consolidar emociones positivas, como la satisfacción y la felicidad, al tiempo que reduce emociones negativas, lo que favorece el compromiso y la disposición de los estudiantes para aprender y aplicar la ciencia en contextos reales. Su flexibilidad les permite adaptarse a diversos contextos y niveles educativos, y las convierte en una estrategia pedagógica esencial para preparar a los estudiantes no solo para los desafíos académicos, sino también para la vida cotidiana y el desarrollo integral como individuos.

Marco teórico

El desarrollo de habilidades del pensamiento científico en contextos educativos rurales no solo representa una apuesta por la calidad de la educación, sino también una vía para el empoderamiento comunitario. Estas habilidades —observar, medir, inferir, predecir y experimentar— son consideradas esenciales para formar ciudadanos críticos y comprometidos con la transformación de su entorno (Chamizo, 2017). En esta línea, las ATE han demostrado ser estrategias efectivas para integrar saberes teóricos con prácticas contextualizadas, favoreciendo una comprensión significativa de los fenómenos naturales y promoviendo soluciones sostenibles a problemáticas locales (Figuroa *et al.*, 2020). Desde un enfoque socioconstructivista, las ATE no solo despiertan el interés por las ciencias, sino que también posibilitan el abordaje interdisciplinario y el uso pertinente de tecnologías, fortaleciendo así el vínculo entre escuela y comunidad (Quintana *et al.*, 2018). Este tipo de mediaciones adquiere mayor relevancia en territorios históricamente afectados por dinámicas de exclusión, como es el caso de Policarpa (Nariño), donde la educación puede constituirse en un vehículo para la resignificación del territorio y la construcción de alternativas de vida alejadas de economías ilícitas.

En consecuencia, fomentar el pensamiento científico a través de ATE se convierte en una propuesta didáctica pertinente que articula conocimiento, contexto y acción transformadora. En este sentido, la presente investigación tiene como

objetivo desarrollar habilidades del pensamiento científico mediadas por una actividad tecnológica escolar (ATE) para la optimización del recurso hídrico en cultivos de plátano en los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Agropecuaria El Ejido, en Policarpa (Nariño).

Metodología

La metodología de esta investigación se fundamenta en la indagación y la reflexión, orientándose a describir, analizar o influir en una cuestión social, según sea delimitada por el investigador a partir de los objetivos del estudio (Strauss y Corbin, 2002). Este planteamiento se enmarca en un enfoque cualitativo que, de acuerdo con Fernández *et al.* (2014), se utiliza para explorar percepciones, concepciones y formas de experimentar un fenómeno o problemática específica. Asimismo, la investigación adopta un diseño de acción participativa, caracterizado por la participación activa, colaborativa y democrática de los miembros de la comunidad junto con uno o más investigadores. Este enfoque se emplea con el propósito de abordar problemáticas y promover cambios significativos en los contextos implicados (Fernández *et al.*, 2014), por lo que articula reflexión teórica y práctica transformadora.

La población de estudio estuvo conformada por quince estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Agropecuaria El Ejido, ubicada en Policarpa, Nariño. Para el muestreo se seleccionaron cinco estudiantes con edades entre dieciséis y veinte años, de los cuales cuatro eran mujeres y uno era hombre. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernández, 2021), dado que los participantes fueron elegidos según su accesibilidad y su vinculación con el área de

tecnología dentro del proyecto de investigación “Granja escolar”.

Esta investigación se desarrolló en tres etapas, de la siguiente manera:

En un primer momento, se caracterizaron las habilidades del pensamiento científico de los estudiantes de grado undécimo con respecto a la solución de problemas relacionados con los cultivos en proyectos productivos. Para ello, se aplicó un pretest con el propósito de categorizarlos en niveles de desempeño (bajo, medio y alto) mediante una escala Likert (Tablas 1 y 2) para evaluar cada una de las habilidades propuestas por Sordo (2006), citado por Ortiz y Cervantes (2015): observación, medición, inferencia, predicción y experimentación. Estas habilidades fueron rastreadas a lo largo de toda la investigación. El instrumento utilizado consistió en un cuestionario compuesto por cinco preguntas abiertas que abordaban cada habilidad, tal como se detalla en la Tabla 3. Además, se emplearon dos herramientas diseñadas por los investigadores: la guía para el docente, para la aplicación del pretest con el fin de caracterizar las habilidades científicas de los estudiantes, y el pretest para el estudiante, con el propósito de identificar sus habilidades científicas.

Tabla 1.
Escalamiento Likert para medir el nivel de desempeño en habilidades científicas de manera individual

Nivel de desempeño en habilidades científicas individuales	Puntos
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.

Escalamiento Likert para medir el nivel de desempeño en habilidades científicas de manera grupal

Nivel de desempeño de habilidades científicas grupales	Puntos
Bajo	Entre 5 y 8
Medio	Entre 9 y 11
Alto	Entre 12 y 15

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.

Categorías y preguntas del pretest sobre habilidades científicas en proyectos productivos

Habilidad científica	Actividad	Categorías de acuerdo al nivel de desempeño desde escalamiento Likert
Observar	Describir diferencias y similitudes, y mencionar qué tan productivo puede ser cada tipo de suelo en la institución.	Bajo (1), Medio (2) y Alto (3)
Medir	Con la ayuda de instrumentos de medición suministrados por los docentes, determinar la humedad, la temperatura y el pH en el suelo asignado.	Bajo (1), Medio (2) y Alto (3)
Inferir	¿Cuál crees que sería la mejor opción de riego para implementar en el cultivo de plátano de tu institución? ¿Por qué?	Bajo (1), Medio (2) y Alto (3)
Predecir	¿Qué crees que sucedería si no se tiene control de la cantidad de agua que se suministra a los cultivos?	Bajo (1), Medio (2) y Alto (3)
Experimentar	Imagina un prototipo de sistema de riego que contribuya a optimizar el uso del agua en la institución. Dibújalo y descríbelo.	Bajo (1), Medio (2) y Alto (3)

Nota: la tabla muestra la estructura del pretest aplicado para evaluar habilidades científicas en el manejo de problemas de cultivos, utilizando categorías específicas y una escala Likert.

Fuente: elaboración propia.

Es importante destacar que el instrumento del pretest fue evaluado y aprobado por tres expertos, junto con una rúbrica diseñada para valorar las respuestas de los estudiantes. Además, se consideró el consentimiento informado firmado por los padres de familia, garantizando la participación de los estudiantes en las diversas actividades investigativas destinadas a la recolección de datos.

En un segundo momento, se diseñó una actividad tecnológica escolar (ATE) como herramienta mediadora para el desarrollo de habilidades del pensamiento científico, específicamente en la optimización del recurso hídrico en cultivos de plátano. Para su elaboración se integraron los nueve componentes propuestos

por Quintana (2015), ajustándolos a las necesidades específicas de la población en estudio, como se detalla en la Tabla 4. Cabe resaltar que la ATE desarrollada fue validada por un experto, quien determinó su pertinencia con relación con los objetivos de la investigación.

Tabla 4.

Estructura de la ATE basada en los nueve componentes propuestos por Quintana (2015)

Componente	Descripción
Saberes previos	Se elabora un pretest
Título	Se propone de acuerdo a conceptos claves del proyecto
Intención	Se plantean tres objetivos para tal fin
Reto	Se expone la problemática hallada en el contexto y se plantea una pregunta investigativa
Configurar el contexto o escenario	Se describe el contexto y las problemáticas
Información de contenidos	Se nombran los materiales y conceptos relevantes
Manos a la obra	Se divide en cinco fases y siete pasos con el fin de abordar las distintas habilidades
El recomendado	Se recolecta información que sirva para que el estudiante logre ampliar sus conocimientos
Evaluación	Se elabora una prueba postest con base en el pretest, pero adaptada a otro contexto

Fuente: adaptado de Quintana (2015).

En el tercer y último momento se buscó fortalecer las habilidades del pensamiento científico mediante la optimización del recurso hídrico en cultivos de plátano en los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa, a través de la implementación de la ATE, en la cual se incluyó un diario de campo y se desarrolló un postest analizado con el mismo escalamiento Likert expuesto en el primer momento (Tablas 1 y 2).

Finalmente, es importante señalar que se utilizó un diario de campo como herramienta para el registro de la información. Según

Fernández *et al.* (2014), es fundamental realizar anotaciones a medida que los hechos se desarrollan durante la investigación. Estas deben hacerse de manera inmediata o lo más pronto posible después de que ocurra el acontecimiento, para garantizar su precisión y relevancia.

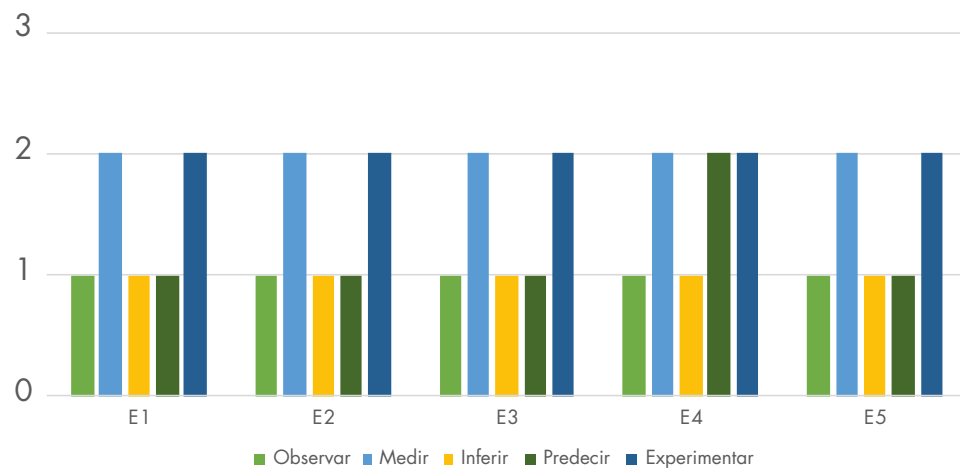
Resultados y análisis

En este apartado se exponen los hallazgos del presente estudio, cuyo propósito fue desarrollar habilidades del pensamiento científico mediadas por una actividad tecnológica escolar (ATE) para la optimización del recurso hídrico en cultivos de plátano en los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Agropecuaria El Ejido, en Policarpa (Nariño). Los estudiantes fueron identificados con seudónimos para distinguirlos entre sí, de la siguiente manera: E1 (Estudiante 1), E2 (Estudiante 2), E3 (Estudiante 3), E4 (Estudiante 4) y E5 (Estudiante 5).

Respecto al primer momento, que consistió en la caracterización de las habilidades del pensamiento científico de los estudiantes en torno a la solución de problemas relacionados con los cultivos en proyectos productivos, se encontró que los estudiantes E1, E2, E3 y E5 presentan el mismo nivel en las distintas habilidades, como se observa en la Figura 1. En las habilidades de observar, inferir y predecir se ubicaron en el nivel de desempeño bajo, mientras que en medir y experimentar alcanzaron un nivel medio. Un hallazgo relevante se observó en el estudiante E4, quien, para la habilidad de predecir, se situó en la categoría media, a diferencia de los demás, que se posicionaron en la categoría baja. Sin embargo, la diferencia se evidenció únicamente en esta habilidad, ya que en las demás obtuvo el mismo puntaje que sus compañeros.

Figura 1.

Nivel de desempeño en las habilidades científicas de los estudiantes suministrados por el pretest, en donde 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto



Fuente: elaboración propia.

En los resultados grupales sobre las habilidades del proceso científico, la observación se ubicó en un nivel bajo. Los estudiantes tendieron a usar únicamente el sentido de la vista, sin integrar otros sentidos esenciales como el olfato, el oído, el gusto y el tacto, lo cual limita el desarrollo integral de esta habilidad (Romero, 2019). Esto resulta preocupante, ya que la observación constituye la base para otras habilidades intelectuales (Cevallos y Valdiviezo, 2014).

La habilidad de inferir también presentó un nivel bajo, posiblemente relacionado con la debilidad en la observación, pues la inferencia parte de observaciones detalladas que permiten extraer conclusiones (Ortiz y Cervantes, 2015).

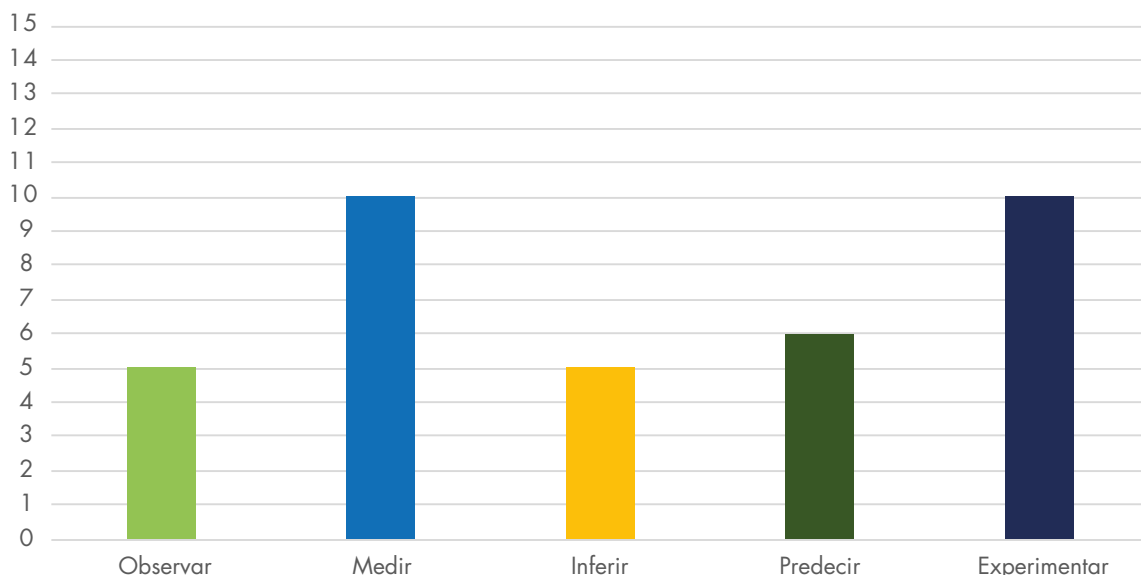
En cuanto a la medición, se evidenció un nivel medio, probablemente debido al uso frecuente de instrumentos y escalas desde los primeros años de secundaria en proyectos PRAE y productivos. Sin embargo, se observaron dificultades al realizar comparaciones con medidas de referencia, aspecto clave para una mejor comprensión de los fenómenos (Chamizo, 2017).

Respecto a la predicción, el desempeño también fue bajo, ya que las respuestas carecieron de argumentación basada en observaciones y mediciones previas, necesarias para elaborar hipótesis y anticipar escenarios posibles (Ortiz y Cervantes, 2015).

Por último, la experimentación se ubicó en un nivel medio. Esto puede atribuirse al enfoque agropecuario de la institución, que permite a los estudiantes participar activamente en actividades prácticas. No obstante, es necesario fortalecer su capacidad argumentativa frente a los fenómenos estudiados, considerando que esta habilidad implica probar, examinar y verificar hipótesis, integrando múltiples competencias del proceso científico (Chamizo, 2017).

Figura 2.

Sumatoria grupal respecto al nivel de desempeño en habilidades científicas mediante pretest



Nota: la figura presenta la sumatoria grupal de puntajes del pretest, clasificando el desempeño como bajo (5-8), medio (9-11) y alto (12-15), según las habilidades científicas evaluadas.

Fuente: elaboración propia.

En el primer momento de la investigación se evidenció que ningún estudiante alcanzó un nivel alto de desempeño en las habilidades del pensamiento científico, ubicándose la mayoría entre los niveles bajo y medio. Este hallazgo coincide con lo reportado por Figueredo y Sepúlveda (2018) y Pérez (2014), quienes observaron que los estudiantes, al inicio de sus procesos investigativos, tienden a presentar un desarrollo incipiente de dichas habilidades. Ambos autores enfatizan la necesidad de que los docentes identifiquen estos niveles iniciales para diseñar estrategias pedagógicas que promuevan su fortalecimiento.

Como respuesta a esta situación, en el segundo momento se implementó una actividad tecnológica escolar (ATE) titulada “Desarrollemos nuestras habilidades científicas mediante un sistema de riego automatizado para optimizar el recurso hídrico en el cultivo de plátano de nuestra institución”. Esta actividad, estructurada en nueve componentes, buscó no

solo potenciar las habilidades científicas, sino también aportar soluciones contextualizadas al manejo del agua en los cultivos institucionales.

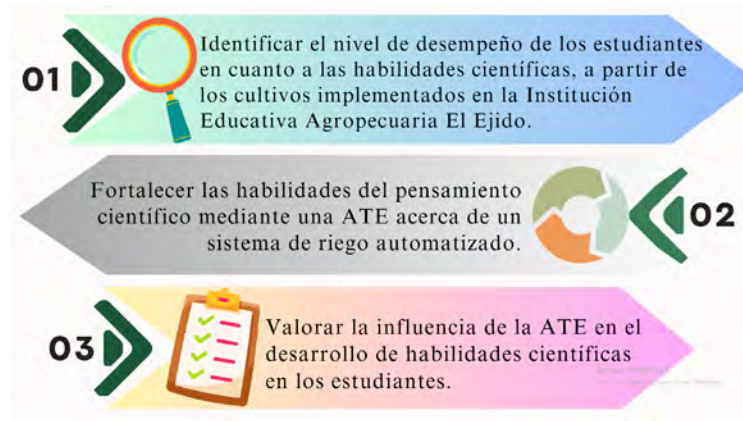
El primer componente abordó los saberes previos a partir del pretest aplicado, alineado con los problemas reales en los cultivos escolares. Esto se sustenta en lo señalado por Quintana (2015), quien destaca la importancia de identificar los conocimientos iniciales de los estudiantes como punto de partida para el diseño de actividades pedagógicas efectivas.

En cuanto al segundo componente, el título se construyó a partir de ideas clave como habilidades científicas, sistema de riego automatizado, optimización del recurso hídrico y cultivo de plátano. Estas se seleccionaron según las necesidades observadas en el diagnóstico inicial y el contexto local. Según Quintana (2015), el título de una ATE debe resultar atractivo, pertinente y estar conectado tanto con los intereses de los estudiantes como con las problemáticas del entorno.

El tercer componente, la intención, estableció objetivos pedagógicos acordes con las disposiciones del Ministerio de Educación Nacional y las necesidades del contexto estudiantil. Quintana (2015) señala que los objetivos deben ser claros, contextualizados y orientados al desarrollo de competencias científicas significativas.

Figura 3.

Objetivos establecidos en la ATE a partir de las necesidades del contexto de los estudiantes



Fuente: elaboración propia.

Durante el desarrollo de la Actividad Tecnológica Escolar (ATE) se implementaron nueve componentes diseñados para fortalecer el pensamiento científico en estudiantes de grado undécimo, con énfasis en la optimización del recurso hídrico en el cultivo de plátano.

El cuarto componente, el reto, se formuló como una pregunta desafiante: ¿podremos desarrollar habilidades científicas mientras construimos un sistema de riego automatizado?, con el fin de generar interés y conexión con problemáticas del entorno. Según Quintana (2015), esta estrategia fomenta la experimentación significativa mediante el vínculo entre teoría y práctica.

El quinto componente, *configurar el contexto*, contextualizó la problemática de la tecnificación agrícola en el corregimiento de El Ejido, municipio de Policarpa (Nariño), donde los cultivos carecen de tecnología y enfrentan escasez hídrica por prácticas como la tala indiscriminada. Quintana (2015) resalta la importancia de alinear los escenarios de aprendizaje con las realidades del entorno y los actores educativos.

En el sexto componente, *información de contenidos*, se incluyó el marco teórico y técnico del proyecto, que abarcó elementos como el uso de Arduino, electroválvulas y otros insumos del sistema de riego, así como las habilidades científicas a desarrollar (observar, medir, inferir, predecir y experimentar). Esto se ajusta a lo planteado por Quintana (2015), quien sostiene que los contenidos

deben contextualizar y sustentar la propuesta pedagógica.

El séptimo componente, *manos a la obra*, se dividió en cinco fases, cada una enfocada en una habilidad científica específica. En la fase de observación se diseñó una experiencia multisensorial en el cultivo de plátano, para ampliar la percepción más allá del sentido de la vista, como lo sugiere Quintana (2015). En la fase de medición se abordaron temas como las propiedades fisicoquímicas del entorno y el uso comparativo de instrumentos de medición, para superar falencias detectadas en el pretest. La fase de inferencia integró conocimientos sobre tipos de riego y características del cultivo, lo que permitió construir conclusiones fundamentadas. La fase de predicción se desarrolló con base en estudios de caso, para que los estudiantes elaboraran hipótesis sobre las consecuencias del mal manejo hídrico. Finalmente, la fase de experimentación implicó la instalación del sistema automatizado, lo que permitió una experiencia práctica integral que articuló lo aprendido con la acción.

El octavo componente, *el recomendado*, propuso recursos audiovisuales adicionales para profundizar en temáticas tecnológicas relacionadas. Quintana (2015) sostiene que es importante ofrecer fuentes de ampliación que fomenten la autonomía del aprendizaje.

En el noveno componente, *la evaluación*, se aplicó un postest similar al pretest, pero contextualizado al cultivo de maní, con el fin de valorar la transferencia del conocimiento. De acuerdo con Quintana (2015), la evaluación debe considerar las habilidades desarrolladas en función de los objetivos de la ATE.

Los resultados del proyecto se analizaron desde dos líneas: teórica y práctica. La línea teórica abarcó los componentes orientados a la planificación pedagógica (saberes previos, título, intención, contexto, contenidos y recur-

sos), mientras que la línea práctica incluyó el reto y la implementación (*manos a la obra*).

En cuanto al reto, los estudiantes mostraron entusiasmo por aplicar tecnología en sus cultivos, reconociéndolo como una novedad con potencial de impacto local. Usaron expresiones como: “esto es algo nuevo para nosotros” o “nunca habíamos pensado en usar tecnología en los cultivos”, lo que evidencia que, para ellos, era un componente novedoso. Esto coincide con lo planteado por Salinas (2014), quien afirma que el desconocimiento de los cultivos tecnificados limita la productividad y la sostenibilidad. Por ello, es importante incentivar el conocimiento tecnológico para identificar barreras y aprovechar nuevas herramientas.

Los estudiantes también expresaron su deseo de llevar el aprendizaje a la práctica mediante frases como: “nos gustaría probarlo en el campo” o “sería bueno ver cómo funciona en la realidad”. Esto muestra la necesidad de integrar mejor los saberes escolares con la vida cotidiana. Monsalve y Espinosa (2010) advierten que esta desarticulación se origina en la falta de enseñanza contextualizada, lo que afecta el desarrollo de habilidades científicas. Algunos estudiantes incluso mencionaron: “lo que aprendemos no tiene mucha relación con lo que pasa afuera”, lo que refuerza la importancia de una educación más cercana a su entorno. En este sentido, es clave promover propuestas que relacionen los aprendizajes con la realidad del territorio, para lograr experiencias más significativas.

En el componente *Manos a la obra* de la Actividad Tecnológica Escolar (ATE) se abordaron cinco fases correspondientes a habilidades científicas específicas, en las cuales se evidenciaron avances significativos en el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes.

En la fase 1 (observar), los estudiantes mostraron curiosidad e interés al utilizar todos

sus sentidos para realizar observaciones en el cultivo de plátano. Esta actitud contrastó con los resultados del pretest, donde solo empleaban el sentido de la vista. La mediación docente fue clave, ya que, al incluir contenidos teóricos sobre las propiedades del suelo, el agua y el aire, las descripciones se tornaron más técnicas. Pulido y Romero (2015) destacan que la observación se fortalece mediante la intervención del docente, quien debe proporcionar conceptos clave y generar espacios de contacto directo con el fenómeno.

Durante la fase 2 (medir), los estudiantes relacionaron la teoría con la práctica al realizar mediciones físicas y químicas en el cultivo. Lograron mayor precisión gracias a la calibración de los instrumentos, lo que aseguró la fiabilidad de los resultados, como señala Varela (2004). Se evidenció también una mejora en el lenguaje técnico empleado, lo cual, según Yugse (2021), es esencial para otorgar especificidad a las ciencias naturales. Asimismo, Jaramillo (2019) resalta que el aprendizaje se fortalece cuando se integra la teoría con la práctica en contextos reales.

En la fase 3 (inferir) se promovió el uso de habilidades previas para argumentar cuál sistema de riego sería más adecuado. Los estudiantes consideraron variables del cultivo y formularon conclusiones sustentadas. Este proceso se alinea con lo planteado por Keegan (2006), quien indica que aplicar conceptos innovadores fomenta la inclusión en la ciencia. Además, Arboleda (2017) resalta que integrar tecnología fortalece las estrategias pedagógicas, mientras que Reyes y García (2014) explican que las habilidades científicas se componen de operaciones interrelacionadas que, combinadas, potencian el razonamiento.

En la fase 4 (predecir) se observó que los estudiantes lograron articular observaciones, mediciones e inferencias para anticipar escenarios relacionados con el uso del recurso hídrico. Utilizaron conceptos técnicos como *pH*, textura del suelo y temperatura, demostrando pensamiento crítico y comprensión de fenómenos naturales, lo que concuerda con Palacios (2017). A su vez, Ciocco *et al.* (2014) subrayan que comprender las propiedades físico-químicas es esencial para mejorar la producción agrícola. Hernández (2021) afirma que integrar conocimientos y habilidades científicas permite aplicar lo aprendido con responsabilidad, y Fuentes *et al.* (2006) agregan que el aprendizaje se consolida al articular errores, aciertos y conocimientos previos en contextos reales.

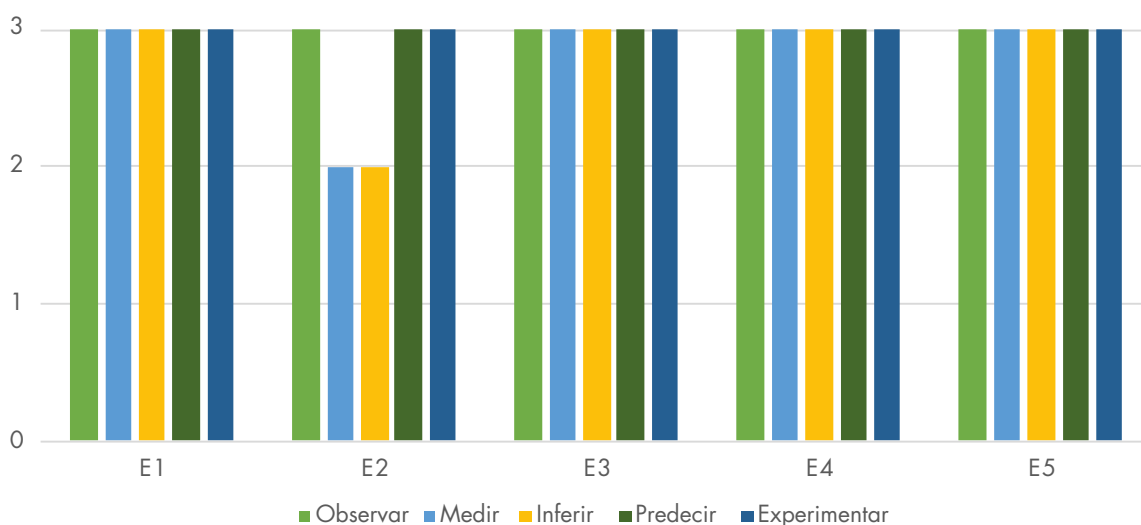
La fase 5 (experimentar) evidenció un alto nivel de participación activa. Los estudiantes mostraron interés por comprender y mejorar el funcionamiento del sistema de riego automatizado. Probaron componentes electrónicos y propusieron ajustes, desarrollando así habilidades de análisis técnico. Barrero *et al.* (2004) destacan que las ATE permiten a los estudiantes familiarizarse con dispositivos tecnológicos cotidianos y proponer mejoras. Además, Chamizo (2017) afirma que la experimentación integra diversas habilidades científicas, posibilitando la verificación de fenómenos en contextos específicos.

Al finalizar esta línea práctica se aplicó el postest, encontrándose que los estudiantes E1, E3, E4 y E5 alcanzaron un nivel alto en todas las habilidades científicas. La estudiante E2 también se ubicó en un nivel alto en observar, predecir y experimentar, aunque en

medir e inferir se mantuvo en nivel medio. No obstante, se evidenció un avance general en todos los casos con respecto a los resultados obtenidos en el pretest, lo que refleja la efectividad de la intervención pedagógica y del diseño de la ATE.

Figura 4.

Nivel de desempeño en las habilidades científicas de los estudiantes suministrados por el postest, en donde 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los resultados grupales sobre cada habilidad básica para investigar, como se detalla en la figura 5, se observa lo siguiente: respecto a la habilidad de observación, se evidenció un nivel alto en los resultados del postest. Los estudiantes demostraron el uso de diversos sentidos (olfato, oído, gusto, vista y tacto) al hacer observaciones. Este avance resalta el impacto de la ATE y de la mediación docente, ya que en el pretest los estudiantes solo empleaban el sentido de la vista. Romero (2019) señala que una observación minuciosa y efectiva solo se logra cuando se integran los diferentes sentidos, lo que permite una comprensión más completa del fenómeno estudiado.

En relación con la habilidad de medir, los estudiantes demostraron un nivel alto de desempeño. Esto se evidenció en su capacidad para comparar datos como el tiempo de riego, la cantidad de agua utilizada y el crecimiento de las plantas. Usaron adecuadamente instrumentos como cronómetros y cintas métricas, y complementaron sus mediciones con observaciones sensoriales. Estas acciones reflejan una comprensión funcional del proceso de medición. Según Chamizo (2017), la comparación es esencial en la medición, ya que permite analizar la influencia de un fenómeno sobre otro. Así, el cultivo de plátano y las actividades propuestas favorecieron el desarrollo de esta habilidad, permitiendo a los estudiantes avanzar de un nivel medio a uno alto.

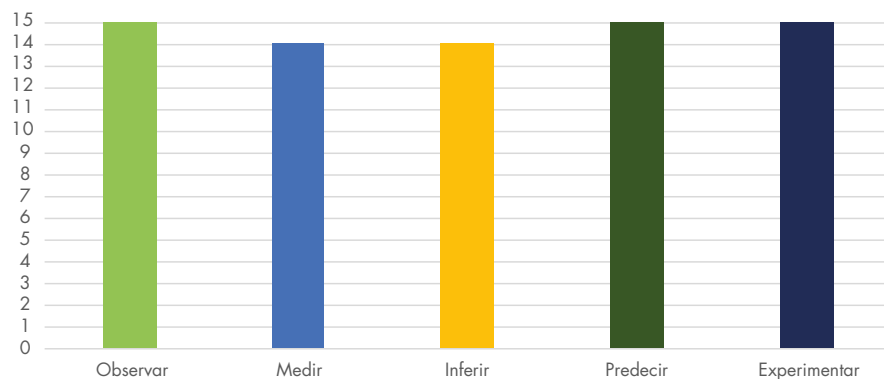
En la habilidad de inferir se observó un notable avance, pues los estudiantes, que inicialmente se encontraban en un nivel bajo, mejoraron significativamente su desempeño tras la implementación de la ATE, alcanzando un nivel alto. Las respuestas se volvieron más sólidas, ya que comenzaron a argumentar sus inferencias basadas en observaciones detalladas del fenómeno en estudio, incorporando datos, justificaciones y conclusiones coherentes con los conceptos trabajados en clase. Esta evolución indica un progreso en el desarrollo del pensamiento científico, ya que, de acuerdo con Figueredo y Sepúlveda (2018), cuando los docentes logran canalizar esta habilidad mediante una estrategia educativa, los estudiantes avanzan de un nivel incipiente a uno más elaborado.

En cuanto a la habilidad de predecir, los estudiantes también mostraron un desempeño alto en el postest. Las respuestas evidenciaron un mayor dominio de los conceptos científicos abordados durante la ATE, lo que les permitió hacer conjeturas más fundamentadas. Esto se reflejó tanto en el uso correcto de los términos teóricos como en su aplicación contextualizada a situaciones reales, considerando las condiciones del fenómeno observado y los conocimientos previos. En este sentido, Ortiz y Cervantes (2015) afirman que la habilidad de predecir es clave para formular hipótesis sobre lo que podría ocurrir en un fenómeno, siempre que se sustenten en evidencias observacionales, condiciones específicas y saberes científicos pertinentes.

Respecto a la habilidad de experimentar, los estudiantes se posicionaron en un nivel alto. Las respuestas mostraron un análisis integral de los problemas propuestos por el docente, lo que reflejó un entendimiento profundo del fenómeno en cuestión. Chamizo (2017) destaca que la habilidad de experimentar implica considerar diversas variables para verificar o examinar fenómenos científicos, lo cual se evidenció en la capacidad de los estudiantes para justificar sus argumentos.

Figura 5.

Sumatoria grupal con respecto al nivel de desempeño en habilidades científicas mediante postest



Nota: la figura muestra la sumatoria grupal de puntajes del postest, con niveles de desempeño clasificados como bajo (5-8), medio (9-11) y alto (12-15), según las habilidades científicas evaluadas.

Fuente: elaboración propia.

En términos generales, el análisis del postest reveló que la mayoría de los estudiantes alcanzaron un nivel alto de desempeño, con solo una estudiante en nivel medio para algunas habilidades. Esto demuestra que la ATE contribuyó significativamente al desarrollo de habilidades científicas y de los conceptos propios de la ciencia. En este contexto, es pertinente citar a Tamayo (2009), quien afirma que, durante la implementación de actividades didácticas y la mediación docente, los estudiantes experimentan cambios conceptuales al enfrentar discrepancias y articular sus conocimientos para resolver problemas.

Conclusiones

La caracterización inicial de las habilidades del pensamiento científico de los estudiantes mostró que, al comienzo del proceso, los niveles de desempeño eran bajos o medios, especialmente en habilidades como observar, medir, inferir, predecir y experimentar. Esto evidenció la necesidad de un enfoque didáctico que facilitara el desarrollo de dichas habilidades. El pretest permitió a los docentes identificar las áreas que requerían refuerzo, lo cual resultó esencial para la planificación de las clases posteriores y para el diseño de la ATE, centrada en mejorar estas competencias mediante situaciones prácticas vinculadas con los cultivos.

El diseño de la ATE posibilitó una integración efectiva de contenidos de ciencias naturales y tecnología, y logró así una enseñanza que conectó la teoría con la práctica mediante el uso de artefactos tecnológicos aplicados a problemas reales, como la optimización del recurso hídrico en los cultivos de plátano. La estructura de la ATE se construyó teniendo en cuenta las necesidades y contextos de los estudiantes, lo que garantizó su relevancia y aplicabilidad. Esta mediación

contribuyó a crear un entorno de aprendizaje activo y colaborativo, que promovió el desarrollo de habilidades científicas y técnicas en los estudiantes.

La implementación de la ATE permitió que los estudiantes avanzaran significativamente en sus habilidades científicas y demostraran una mejora notable en su capacidad para aplicar el conocimiento adquirido en la resolución de problemas prácticos. Los participantes mostraron un alto grado de interés y disposición para trabajar en equipo, así como un compromiso con la mejora del uso del recurso hídrico en los cultivos de la institución. Este enfoque también fortaleció su sentido de pertenencia y responsabilidad con respecto a su territorio, y tuvo un impacto positivo en su actitud hacia el aprendizaje y su entorno.

Aunque la ATE fue exitosa en su propósito de integrar el pensamiento científico y la tecnología en la solución de problemas prácticos relacionados con los cultivos, es necesario continuar avanzando para maximizar su impacto educativo y tecnológico. La interdisciplinariedad es clave; por ello, se sugiere incluir más áreas del conocimiento en futuras investigaciones, a fin de fomentar una comprensión más amplia y profunda de los fenómenos estudiados. Asimismo, adaptar la ATE a estudiantes de diferentes grados escolares permitirá fortalecer las habilidades del pensamiento científico desde etapas tempranas, potenciando su desarrollo a lo largo de la formación académica.

En el aspecto técnico, es importante mejorar la durabilidad y protección de los componentes electrónicos del sistema de riego automatizado, implementando ajustes que aseguren su preservación y funcionalidad a largo plazo. Del mismo modo, la incorporación de tecnologías más avanzadas, como sistemas inalámbricos y sensores electrónicos, permitirá

optimizar aún más el sistema de riego, contribuir a una gestión más eficiente del recurso hídrico y mejorar la sostenibilidad de los cultivos.

Referencias

- Analuisa, E. y Akintiua, H. (2016). *Implementación de un sistema automático para riego y fertilización de zonas verdes en el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3602>
- Arboleda, Á. (2017). *Integración de dispositivos móviles al aula de clase para el desarrollo de habilidades científicas en el escenario de la física mediante una propuesta metodológica M-learning* [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Universidad Pontificia Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3149>
- Arteaga, K. (2014). Desarrollo del pensamiento científico por medio de la metodología de grupos interactivos. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 13(26), 67-80. <http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/rexe/article/view/34>
- Barrero, P., Amaya, P., Acevedo, P., Acevedo, R., González, S. y Morales, S. (2004). Diseño y construcción de un prototipo de potencióstato galvanostato para el laboratorio de corrosión de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica. *Revista UIS Ingenierías*, 3(1), 29-40. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/2273>
- Cevallos, B. y Valdiviezo, R. (2014). *Diseño de una guía con actividades para desarrollar pensamiento en niños y niñas de primer año de educación general básica* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6954/1/UPS-QT05691>
- Chamizo, J. (2017). *Habilidades de pensamiento científico. Los diagramas heurísticos*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://joseantoniochamizo.com/publicaciones/educacion_divulgacion/pdf/libros/014_Habilidades_pensamiento_cientifico
- Ciocco, C. di., Sandler, R., Falco, L. y Coviella, C. (2014). Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico-químicas. *Revista FCA UNCuyo*, 46(1), 73-85. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6420/cp06-diciocco
- Duque, F. y Saldarriaga, L. (2020). *Sistema de riego automatizado para una huerta escolar, basado en una red inalámbrica de sensores*. Universidad de Antioquia. <http://hdl.handle.net/10495/15941>
- Fernández, C., Baptista, L. y Hernández, S. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill. <http://repositorio.ucsh.cl/bitstream/handle/ucsh/2792/metodologia-de-la-investigacion.pdf?sequence=1>

- Fernández, S. (2016). *Actividad tecnológica escolar basada en el constructivismo social para fortalecer el tema de energía social en el área de tecnología* [Tesis de especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6954>
- Figueredo, G. y Sepúlveda, L. (2018). *Habilidades de pensamiento científico de los estudiantes de grado sexto de las Instituciones Educativas San Antonio de Ráquira y Técnica Agrícola de Paipa del departamento de Boyacá* [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. <http://hdl.handle.net/11634/18487>
- Figuroa, C., Pezoa, C., Godoy, M. y Díaz, A. (2020). Habilidades de pensamiento científico: una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19(41), 257-273. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-51622020000300257
- Flórez, J. y Hernández, J. (2016). *Diseño de una actividad tecnológica escolar (ate) que se aplica en el área de la física para el grado noveno* [Tesis de especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/82bc1ec6-add0-4283-ac2a-c334b55d7371/content>
- Fuentes, J., Justicia, F. y Berbén, A. (2006). Enfoques de aprendizaje, percepción del proceso de enseñanza-aprendizaje y rendimiento de universitarios. *Revista de Psicología y Educación*, 1(2), 87-102. https://www.researchgate.net/publication/267652440_Enfoques_de_aprendizaje_percepcion_del_proceso_enseñanza-aprendizaje_y_rendimiento_de_universitarios
- González, W. (2015). *Actividad tecnológica escolar enfocada al desarrollo del pensamiento científico* [Tesis de especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6118/GonzalezCortesWilsonAntonio2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, G. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002
- Jaramillo, N. (2019). Las ciencias naturales como un saber integrador. *Sophía. Colección de Filosofía de la Educación*, (26), 199-221. <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.06>
- Keegan, D. (2005). *The Incorporation of Mobile Learning into Mainstream Education and Training* (Conferencia). 4th IADIS International Conference Mobile Learning, Cape Town, Sudáfrica. https://www.academia.edu/1026390/The_incorporation_of_mobile_learning_into_mainstream_education_and_training
- Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y educación ambiental*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf
- Monsalve, M. y Espinosa, J. (2010). *Utilización de la línea didáctica resolución de problemas para el desarrollo de la transferencia como habilidad cognitiva, en el aprendizaje de la relación entre algunas variables meteorológicas y el cultivo del café* [Tesis de grado, Universidad de Antioquia]. <https://biblioteca-digital.udea.edu.co/handle/10495/23291>

- Ortiz, G. y Cervantes, M. (2015). La formación científica en los primeros años de escolaridad. *Panorama*, 9(17), 10-23. https://www.researchgate.net/publication/309963065_La_formacion_cientifica_en_los_primeros_anos_de_escolaridad
- Ossa-Cornejo, C., Palma-Luengo, M., Martín, N. y Díaz-Larenas, C. (2018). Evaluación del pensamiento crítico y científico en estudiantes de pedagogía de una universidad chilena. *Revista Electrónica Educare*, 22(2), 204-221. <https://doi.org/10.15359/ree.22-2.12>
- Palacios, O. (2017). *Estrategias pedagógicas para fortalecer habilidades científicas en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental en el grado séptimo del Colegio Municipal Aeropuerto de Cúcuta, Norte de Santander* [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Repositorio Universidad Autónoma de Bucaramanga. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/2388/2017_Articulo_Palacios_Oma%C3%B1a_Zulay_Yelitse.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Pereira-González, J., Basantes-Andrade, A. y Guía-Pereira, M. (2024). *Habilidades del pensamiento*. Editorial UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15511>
- Pérez, A. (2014). Habilidades científico-investigativas a través de la investigación formativa en estudiantes de educación secundaria. *Revista de Investigación y Cultura*, 3(1), 16-30. <https://www.redalyc.org/pdf/5217/521751975002>
- Pulido, G. y Romero, Y. (2015). *Incidencia de las rutinas de pensamiento en el fortalecimiento de habilidades científicas: observar y preguntar en los estudiantes de grado cuarto del Colegio Rural José Celestino Mutis IED* [Tesis de maestría, Universidad de La Sabana]. <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/17538/Gloria%20Elvira%20Pulido%20Serrano%20%28tesis%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quintana, A. (2015). *Didáctica de la tecnología* (manuscrito no publicado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Quintana, A., Páez, J. y Téllez, P. (2018). Actividades tecnológicas escolares: un recurso didáctico para promover una cultura de las energías renovables. *Pedagogía y Saberes*, (48), 43-57. <https://doi.org/10.17227/pys.num48-7372>
- Reyes, D. y García, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemáticas. *Educación y Educadores*, 17(2), 271-285. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/4034>
- Ríos, Y., Gutiérrez, L. y Cano, L. (2021). *La astrobiología como herramienta pedagógica para el fortalecimiento del desarrollo del pensamiento científico en niños y niñas de transición de dos instituciones educativas de Colombia* [Tesis de maestría, Universidad La Gran Colombia]. <http://hdl.handle.net/11396/6936>

- Romero, K. (2019). *La observación científica como estrategia pedagógica para la enseñanza y el aprendizaje de la biodiversidad colombiana con estudiantes con discapacidad múltiple (visual e intelectual) del aula de apoyo pedagógico de la ied República de China* [Tesis de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10743/TE-23485.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruiz, F. y Rodas, J. (2023). Emociones al enseñar biología y enseñar a argumentar en biología. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 18(2), 71-93. <https://doi.org/10.17151/rlee.2023.18.2.4>
- Salinas, F. (2014). *Causas del desconocimiento de la tecnología en la siembra de productos agrícolas que conlleva a una disminución de ventas en la Campiña de Moche durante el período 2010-2011* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7e8965ff-8db4-4630-a3eb-c48a-9fc8ef79/content>
- Sánchez, J. y Rodríguez, S. (2020). *Actividad Tecnológica Escolar (ate) sobre energías limpias como propuesta didáctica para concientizar acerca del cuidado ambiental* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22971/SanchezBare%20JhurneyEdmith2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, J. y Rodríguez, S. (2020). *Actividad Tecnológica Escolar (ate) sobre energías limpias como propuesta didáctica para concientizar acerca del cuidado ambiental* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22971/SanchezBare%20JhurneyEdmith2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia. https://www.academia.edu/29601295/Bases_de_la_investigaci%C3%B3n_cualitativa_T%C3%A9cnicas_y_procedimientos_para_desarrollar_la_teor%C3%ADa_fundamentada
- Tamayo, Ó. (2009). *Didáctica de las ciencias: la evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Universidad de Caldas. <https://catalogo.urosario.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=73807>
- Varela, L. (2004). De la medición de magnitudes físicas: unidades, cifras significativas e incertidumbres de medida. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (18), 5-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1958162>
- Yugse, L. (2021). *El lenguaje técnico-científico y el aprendizaje de las Ciencias Naturales de los estudiantes de Educación General Básica Media de la Unidad Educativa "Las Américas", del cantón Ambato* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5295d524-c400-4307-98c2-00f8e33d5114/content>