



Transversalización del arte, la ciencia y la tecnología a partir de las reacciones químicas del color

Ana María Fernández Gutiérrez

Piedad Amparo Santos Barrero

Artículo de investigación presentado para optar al título de
Magíster en Educación y Transformación Digital

Director

Daniel Felipe Gómez, Magíster (MSc) en Diseño de Ambientes de Aprendizajes Innovadores

Asesores de recursos académicos: Juan Pablo Charry Osorio (asesor bibliográfico),

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Maestría en Educación y Transformación Digital - Virtual
Manizales, Caldas, Colombia

2026

Citar/How to cite	(Fernández Gutiérrez et al., 2026)
Referencia/Reference	Fernández Gutiérrez, A. M., & Santos Barrero, P. A. (2026). <i>Transversalización del Arte, la Ciencia y la Tecnología a partir de las Reacciones Químicas del Color</i> [Tesis de maestría]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.
Estilo/Style: APA 7ma ed. (2020)	



Maestría en Educación y Transformación Digital - Virtual, Seleccione cohorte posgrado

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Línea de Investigación Educación Digital.

Declaración de inteligencia artificial: el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como [mencionar herramientas utilizadas, por ejemplo, ChatGPT, Grammarly, Turnitin, Copilot, Gemini, entre otras], de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: <https://biblioteca.umanizales.edu.co/>

Repositorio Institucional: <http://ridum.umanizales.edu.co/>

Universidad de Manizales: www.umanizales.edu.co

Revistas: <http://revistasum.umanizales.edu.co/>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Resumen

El presente estudio analiza el impacto de una estrategia pedagógica interdisciplinaria fundamentada en el enfoque STEAM para mitigar el desinterés generalizado por el aprendizaje en adolescentes. La investigación se desarrolló bajo un paradigma cualitativo con metodología de investigación-acción en los colegios San Luis Neira y Diego Montaña Cuellar, involucrando a 45 estudiantes de octavo grado a los cuales se les implementaron talleres de experimentación con reacciones químicas del color, integrando expresiones artísticas plásticas y mediaciones tecnológicas digitales. La recolección de información se realizó mediante diarios de campo, registros fotográficos de producciones y grupos focales.

Los resultados demuestran que la articulación entre ciencia y arte funcionó como un detonante de curiosidad, logrando que más de la mitad de los participantes pasara de una actitud apática a una participación activa y propositiva. Se evidenció también que el uso de fenómenos cromáticos visibles facilita la comprensión de conceptos abstractos y fortalece el vínculo emocional con el entorno escolar concluyendo entonces que la transversalización del conocimiento no solo mejora la apropiación de contenidos, sino que reconfigura la disposición del estudiante hacia el proceso educativo, convirtiendo el aula en un espacio de experimentación con sentido vital. Los hallazgos sugieren que la integración tecnológica y artística es una ruta efectiva para reducir la brecha de desmotivación en contextos de vulnerabilidad social.

Palabras clave: aprendizaje interdisciplinario, educación STEAM, motivación escolar, reacciones químicas, transformación digital, innovación pedagógica.

Abstract

This study analyzes the impact of an interdisciplinary pedagogical strategy based on the STEAM approach to mitigate widespread disinterest in learning among adolescents. The research was conducted using a qualitative paradigm with an action-research methodology at the San Luis Neira and Diego Montaña Cuellar schools, involving 45 eighth-grade students. Workshops were implemented focusing on experimentation with chemical reactions of color, integrating visual arts and digital technology. Data collection was carried out through field notes, photographic records of student work, and focus groups.

The results demonstrate that the connection between science and art acted as a catalyst for curiosity, leading most of the middle of participants to move from an apathetic attitude to active and proactive participation. It was also found that the use of visible color phenomena facilitates the understanding of abstract concepts and strengthens the emotional connection with the school environment. It is concluded that the integration of knowledge across disciplines not only improves content acquisition but also reshapes students' attitudes toward the educational process, transforming the classroom into a space for meaningful experimentation. The findings suggest that technological and artistic integration is an effective way to reduce the demotivation gap in contexts of social vulnerability.

Keywords: interdisciplinary learning, STEAM education, school motivation, chemical reactions, digital transformation, pedagogical innovation.

Resumo

Este estudo analisa o impacto de uma estratégia pedagógica interdisciplinar baseada na abordagem STEAM para mitigar o desinteresse generalizado pela aprendizagem entre adolescentes. A pesquisa foi conduzida utilizando um paradigma qualitativo com metodologia de pesquisa-ação nas escolas San Luis Neira e Diego Montaña Cuellar, envolvendo 45 alunos do oitavo ano. Foram implementadas oficinas com foco na experimentação com reações químicas de cores, integrando artes visuais e tecnologia digital. A coleta de dados foi realizada por meio de notas de campo, registros fotográficos dos trabalhos dos alunos e grupos focais.

Os resultados demonstram que a conexão entre ciência e arte atuou como um catalisador para a curiosidade, levando mais de metade dos participantes a passarem de uma atitude apática para uma participação ativa e proativa. Constatou-se também que o uso de fenômenos de cores visíveis facilita a compreensão de conceitos abstratos e fortalece a conexão emocional com o ambiente escolar. Conclui-se que a integração do conhecimento entre as disciplinas não só melhora a aquisição de conteúdo, mas também reformula as atitudes dos alunos em relação ao processo educativo, transformando a sala de aula em um espaço para experimentação significativa. Os resultados sugerem que a integração tecnológica e artística é uma forma eficaz de reduzir a lacuna de desmotivação em contextos de vulnerabilidade social.

Palavras-chave: aprendizagem interdisciplinar, educação STEAM, motivação escolar, reações químicas, transformação digital, inovação pedagógica.

1 Introducción

En el panorama educativo actual, surge una preocupación constante por el desinterés que los estudiantes manifiestan hacia los procesos de aprendizaje; esta falta de motivación no se limita a un área específica, sino que se observa como una desconexión emocional con las dinámicas escolares, especialmente en entornos donde las dificultades sociales influyen en la permanencia académica. Al respecto, Mora (2013) sostiene que la adquisición de conocimientos se vincula estrechamente a las emociones, de modo que, sin un estímulo que despierte la curiosidad, el proceso pedagógico carece de un sentido para el joven, por lo tanto en las instituciones San Luis Neira y Diego Montaña Cuellar, se identifica que la enseñanza tradicional no logra mitigar la apatía de los educandos, lo cual genera la urgencia de diseñar propuestas que respondan a sus realidades.

Puesto que el aprendizaje escolar suele presentarse de forma fragmentada, los estudiantes encuentran serias dificultades para relacionar lo que sucede en el aula con su cotidianidad; ante este vacío, la integración curricular aparece como una posibilidad de transformar la práctica docente. Tal como lo proponen Durango Ochoa et al. (2022), las artes ofrecen posibilidades amplias para la transversalización del currículo, permitiendo que el conocimiento se perciba como una herramienta para interpretar el entorno y no como información aislada donde en efecto, la articulación entre disciplinas facilita que el estudiante encuentre un propósito real a lo que estudia, superando la barrera de la memorización pasiva.

Bajo esta premisa, el enfoque STEAM propone la unión entre ciencia, tecnología y arte para fomentar procesos de pensamiento crítico y científico; como bien lo mencionan Paiva-Sánchez et al. (2023), este modelo interdisciplinar es idóneo para enfrentar los desafíos actuales, pues permite que los jóvenes desarrollen habilidades analíticas y creativas de manera simultánea. De igual manera, Peña et al. (2025) señalan que el camino hacia una educación transdisciplinar requiere de una práctica docente que use las artes y la tecnología como puentes comunicativos, logrando así una mayor resonancia en los intereses juveniles.

Ahora bien, la enseñanza de conceptos científicos a través de la experimentación cromática ofrece una oportunidad para recuperar el interés de los alumnos; el estudio de la química del color, según Pulgarín (2024), permite "sacarle los colores" a la ciencia a través de actividades con matices artísticos que capturan la atención del alumnado de forma inmediata. Al sumar el uso de herramientas digitales y realidad aumentada, como sugieren Angulo Cabezas et al. (2023), se logra

un entorno de aprendizaje más cercano a la cultura contemporánea, donde la tecnología actúa como un mediador de experiencias y no solo como un recurso técnico.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación se propone analizar cómo la transversalización del arte, la ciencia y la tecnología, tomando como eje las reacciones químicas del color, contribuye a fortalecer el interés por el aprendizaje; la pregunta que guía este estudio es: ¿De qué manera la integración entre arte, ciencia y tecnología favorece la motivación y la disposición hacia el conocimiento en estudiantes de educación básica? La relevancia de este trabajo reside en la necesidad de proponer estrategias que conviertan el aula en un espacio de participación, donde la creatividad y la experimentación funcionen como motores para superar la apatía escolar y fomentar una formación más integral.

2. Marco teórico

El sustento conceptual de esta investigación se organiza a partir de la necesidad de comprender cómo la integración de áreas del conocimiento puede mitigar la apatía escolar; por consiguiente, se exploran posturas que vinculan la ciencia, la estética y la digitalidad como una unidad pedagógica orientada al aprendizaje con un sentido de trascendencia para el joven.

2.1. Transversalidad y enfoque STEAM como respuesta al desinterés

La articulación entre disciplinas permite que el conocimiento deje de percibirse como una acumulación de datos aislados, lo cual es de gran importancia para combatir la desmotivación que surge cuando el estudiante no encuentra utilidad en lo que estudia; en este sentido, Durango Ochoa et al. (2022) sostienen que las artes ofrecen posibilidades amplias para la transversalización del currículo, actuando como un puente que conecta la teoría científica con la sensibilidad estética del adolescente. Bajo esta premisa, el modelo STEAM se consolida como una estrategia para fomentar el pensamiento científico mediante procesos creativos; tal como lo plantea Pulgarín (2024), el estudio de la química a través del arte permite explorar matices que capturan la atención del alumnado de forma inmediata, facilitando una comprensión más profunda de los fenómenos naturales desde la curiosidad.

De igual manera, el éxito de estas propuestas depende de su capacidad para situarse en contextos reales y tangibles para el joven; al respecto, Pinto Cañón (2023) destaca que el aprendizaje interdisciplinar debe partir de casos contextualizados donde el alumno reconozca la utilidad de lo que aprende en su entorno cotidiano. Esta visión es compartida por Guati de Cabo (2022), quien afirma que vincular la química con las artes plásticas incrementa la disposición hacia las áreas que tradicionalmente se perciben como difíciles, reduciendo la brecha de resistencia que suele generar la enseñanza rígida de las ciencias exactas; por tanto, la transversalidad no es solo un recurso didáctico, sino una forma de reconfigurar la relación entre el sujeto y el saber.

2.2. El color como vehículo de aprendizaje transdisciplinar y científico

El color no es únicamente un atributo visual o decorativo, sino una propiedad química compleja que permite transitar entre diferentes saberes de forma natural; según Roldán Vergara (2025), las potencialidades del color favorecen un diálogo transdisciplinar donde la observación de

la naturaleza se convierte en el motor de la indagación escolar. En efecto, propuestas como la de Cabrera Patiño (2020) con su unidad didáctica "ArteQuim", demuestran que la química y el arte pueden converger para fortalecer la motivación, permitiendo que el joven sea el protagonista de sus propios descubrimientos a través de la experimentación cromática y la comprensión de las transformaciones moleculares.

Aunado a lo anterior, el estudio de la teoría del color desde la observación directa de la naturaleza permite que el estudiante desarrolle habilidades de descripción y análisis que son propias del método científico; Elizondo Arias (2025) señala que este tipo de propuestas pedagógicas mejoran la enseñanza de las artes plásticas al fundamentarlas en la realidad biológica y química del entorno circundante. Así pues, el uso de pigmentos naturales y el análisis de sus reacciones frente a diferentes sustancias permiten que conceptos abstractos, como el pH o la oxidación, se vuelvan visibles y comprensibles para el alumnado; de igual forma, esta práctica fomenta una valoración más profunda del medio ambiente y de los recursos naturales que los estudiantes tienen a su alcance en sus entornos específicos.

2.3. Mediación tecnológica y comunicación visual en la educación contemporánea

En los entornos educativos actuales, la tecnología debe actuar como un mediador que potencie la visibilidad de los hallazgos estudiantiles y no como un fin en sí mismo; Morales-Velasco et al. (2025) señalan que la convergencia entre educación y comunicación visual es de gran relevancia para los procesos de aprendizaje actuales, pues responde directamente a la cultura digital y visual en la que los jóvenes se desenvuelven. Así pues, el uso de herramientas como la realidad aumentada o los objetos virtuales de aprendizaje facilita la comprensión de conceptos que a simple vista son imperceptibles; Angulo Cabezas et al. (2023) indican que estos recursos didácticos favorecen el interés en temas complejos, como la hibridación del carbono, permitiendo que el estudiante explore la materia desde una perspectiva interactiva, dinámica y cercana a sus propios lenguajes tecnológicos.

Simultáneamente, la integración de la tecnología en el área de ciencias permite diversificar las formas en que se presenta la información, rompiendo con la monotonía del texto impreso; Sarmiento Navarrete (2014) argumenta que el diseño de objetos virtuales de aprendizaje mejora sustancialmente la enseñanza de las reacciones químicas al permitir simulaciones que reducen el riesgo y el costo en el laboratorio escolar. De esta manera, el estudiante puede ensayar, errar y

corregir en entornos digitales seguros antes de pasar a la experimentación física; este tránsito entre lo virtual y lo presencial fortalece la confianza del alumno en su capacidad para investigar y resolver problemas técnicos, lo cual tiene un impacto directo en su autoestima académica y en su deseo de permanecer en el sistema educativo.

2.4. Pensamiento crítico y la observación como habilidades de vida

Finalmente, la educación debe orientarse hacia la formación de sujetos capaces de analizar su entorno con rigor, autonomía y una curiosidad constante; Ocelli et al. (2024) subrayan que las prácticas científicas en el aula deben promover el pensamiento crítico, alejándose de la repetición mecánica de contenidos que carecen de aplicación práctica. La motivación se fortalece cuando el alumno experimenta el asombro frente al fenómeno observado; por tanto, el uso de estrategias que involucren la observación y la descripción detallada, como sugieren Espinel y Rodríguez (2023), resulta indispensable para despertar la vocación por el conocimiento desde los niveles básicos de formación escolar.

Al respecto, la incorporación de metodologías gamificadas con un enfoque en ciencia, tecnología y sociedad permite que los estudiantes desarrollen competencias científicas de manera lúdica y colaborativa; Rodríguez et al. (2023) plantean que este tipo de estrategias favorecen la descripción minuciosa y la curiosidad, habilidades que son transferibles a cualquier área del conocimiento o situación de la vida diaria. En consecuencia, el arte actúa como un medio facilitador del aprendizaje que, bajo un enfoque interdisciplinar, permite que el estudiante se exprese y comprenda el mundo de una manera más completa; Ortega Rubio et al. (2022) concluyen que esta integración es necesaria para una educación que pretenda ser verdaderamente inclusiva y transformadora de las realidades sociales.

3. Metodología

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, puesto que se orienta a comprender las realidades educativas y las percepciones de los estudiantes frente a su propio proceso de aprendizaje; por tal motivo, se emplea la investigación acción educativa como el método que permite reflexionar sobre la práctica docente e intervenir de manera directa en el aula facilitando que el investigador actúe como un mediador que observa y analiza las transformaciones en la disposición de los alumnos, buscando siempre la mejora de las estrategias pedagógicas a partir de la experiencia situada y el análisis crítico de los sucesos escolares.

3.1. Población y muestra

El estudio se llevó a cabo con una muestra de 45 estudiantes de grado octavo, cuyas edades oscilan entre los 13 y 15 años, pertenecientes a dos contextos geográficos distintos; el primero de ellos en el Colegio San Luis Neira, ubicado en una zona con influencia rural en Caldas, y el segundo en el Colegio Diego Montaña Cuellar en la localidad de Usme, Bogotá.

Se seleccionaron estos grupos debido a que presentaban indicadores de desinterés académico y vulnerabilidad social, lo cual permitía evaluar la eficacia de la estrategia en entornos con necesidades apremiantes de innovación; de igual manera, se garantizó la diversidad de perspectivas al contrastar un entorno rural con uno urbano periférico.

3.2. Procedimiento y fases técnicas

La intervención se organizó en cuatro momentos que permitieron la recolección y el análisis sistemático de la información:

- Fase de diagnóstico: en esta etapa se aplicó un cuestionario de percepción inicial para identificar los intereses de los jóvenes y las razones de su apatía escolar, permitiendo reconocer que el desinterés provenía de la falta de conexión entre los contenidos y su realidad estética y digital.
- Fase de diseño transversal: se estructuró la unidad didáctica integrando los conceptos de reacciones químicas, tales como el pH y la formación de complejos, con técnicas de artes plásticas y el uso de herramientas tecnológicas para la documentación visual, siguiendo los principios de la educación STEAM.

- Fase de implementación: se ejecutaron los talleres experimentales donde los estudiantes crearon sus propios pigmentos mediante reacciones químicas de cambio de color; acto seguido, estos resultados fueron utilizados para la creación de obras artísticas que posteriormente se digitalizaron en portafolios interactivos.

- Fase de valoración: se realizaron grupos focales y se aplicó una matriz de análisis sobre los diarios de campo, buscando identificar los hallazgos sobre la motivación y la comprensión de los saberes abordados durante el proceso.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección

Para garantizar la validez de los datos, se utilizaron la observación participante, documentada mediante diarios de campo detallados donde se registraron las reacciones y diálogos de los sujetos; además, se empleó el análisis de producciones académicas, que consistió en la revisión de las piezas artísticas y los registros digitales elaborados por los estudiantes para verificar la apropiación de conceptos ya que estas herramientas permitieron rastrear cambios en la conducta y en el lenguaje utilizado por los participantes, pasando de un discurso de apatía a uno de curiosidad científica y creativa.

3.4. Estrategia de análisis de la información

La información fue procesada mediante la técnica de triangulación de fuentes, comparando los registros de observación del docente con los testimonios de los estudiantes y las evidencias físicas generadas en los talleres; así pues, se establecieron categorías de análisis relacionadas con la motivación y el pensamiento científico-tecnológico, evitando suposiciones y basando cada afirmación en fragmentos textuales o evidencias visuales verificables. Finalmente, se siguieron criterios éticos de confidencialidad, asegurando el anonimato de los menores y contando con el consentimiento informado de sus familias para el uso académico de los datos recolectados.

4. Resultados

En esta sección se presentan los hallazgos derivados de la implementación pedagógica, los cuales permiten evidenciar cómo la articulación entre arte, ciencia y tecnología actúa sobre el desinterés escolar; por consiguiente, el análisis se organiza en subapartados que detallan el comportamiento de los estudiantes, la apropiación de conceptos y el impacto de las herramientas digitales en la motivación general.

4.1. Caracterización del desinterés inicial y transición motivacional

En la etapa preliminar del estudio, se identificó un patrón de apatía escolar profundamente arraigado en los participantes de los colegios San Luis Neira y Diego Montaña Cuellar; este desinterés no se manifestaba únicamente como una falta de atención, sino como una resistencia activa a las metodologías de corte tradicional que priorizan la transcripción de contenidos y la memorización sin contexto. Los registros iniciales mostraron un entorno de aula fragmentado, donde la desconexión emocional de los estudiantes con las ciencias naturales y las artes se traducía en conductas de evasión, tales como el uso inadecuado de dispositivos móviles para redes sociales y una interacción mínima con los docentes.

Sin embargo, al introducir la experimentación con reacciones químicas del color, se observó un cambio inmediato y rotundo en la atmósfera del aula; los datos recolectados mediante la observación participante indican que el asombro ante el cambio cromático (fenómeno donde una sustancia incolora vira hacia tonos vibrantes mediante la titulación) funcionó como un detonante de la curiosidad científica. Este proceso permitió que estudiantes que anteriormente se mostraban distantes o disruptivos comenzaran a formular interrogantes complejas sobre la naturaleza de las sustancias utilizadas y las causas moleculares de dichas transformaciones; de este modo, el asombro actuó como el primer eslabón para recuperar la agencia del estudiante sobre su propio aprendizaje.

La Tabla 1 sintetiza estos primeros indicadores de cambio, permitiendo contrastar de manera técnica la evolución de la conducta estudiantil durante la intervención transversal.

Tabla 1*Comparativa de conductas antes y después de la estrategia transversal*

Variable de observación	Estado inicial (Apatía)	Estado posterior (Interés activo)
Atención sostenida	Lapsos menores a 10 minutos con distracciones frecuentes.	Periodos de concentración de 45 a 60 minutos en la tarea experimental.
Interacción con el docente	Respuestas monosilábicas, evasión de contacto visual o silencio.	Diálogo fluido, formulación de hipótesis y preguntas propositivas.
Uso de dispositivos	Distracción, consumo de contenido en redes sociales y juegos.	Registro fotográfico de evidencias y consulta técnica de conceptos.
Asistencia escolar	Inconstante, con altos índices de ausentismo en horas de ciencias.	Asistencia completa y puntual durante los días de ejecución del taller.
Colaboración entre pares	Individualismo o formación de grupos ajenos a la temática escolar.	Trabajo en equipo orientado a la obtención de resultados cromáticos.
Disposición material	Descuido de útiles escolares y falta de entrega de actividades.	Cuidado riguroso de los insumos químicos y entrega de piezas artísticas.

Como se observa en la Tabla 1, la transición no fue un suceso meramente actitudinal, sino que impactó de manera directa en la permanencia del estudiante dentro del espacio académico y en su rendimiento operativo; de igual manera, los diarios de campo registran que una gran proporción de los jóvenes de la institución Diego Montaña Cuellar manifestaron un deseo explícito de continuar con las actividades experimentales en sesiones posteriores, lo cual valida la efectividad del arte como medio facilitador del aprendizaje significativo.

Este cambio radical en la motivación se explica por la ruptura del modelo pasivo; cuando el estudiante percibe que su acción directa sobre los materiales químicos produce un resultado estético inmediato y atractivo, su percepción sobre la utilidad del conocimiento se transforma. En

los contextos de vulnerabilidad analizados, donde la deserción escolar es un riesgo latente, el hecho de que el alumno encuentre en el aula un espacio de asombro y creación funciona como un factor protector; por consiguiente, la estrategia transversal no solo cumplió objetivos curriculares, sino que reconfiguró el vínculo del adolescente con la institución educativa, dotando de un nuevo significado al acto de investigar.

Asimismo, se identificó que el uso de la tecnología pasó de ser un elemento de dispersión a una herramienta de validación del logro; los estudiantes utilizaron sus dispositivos para capturar el instante preciso en que el indicador químico cambiaba de color, compartiendo estos registros como trofeos de su propia capacidad de experimentación. Esta conducta demuestra que, al integrar sus intereses digitales con la práctica científica, se reduce la distancia entre el mundo del joven y el mundo académico, favoreciendo una transición hacia una cultura de aprendizaje autónomo y crítico.

4.2. Análisis de la apropiación conceptual mediante la química del color

La fase experimental permitió que los conceptos de la química dejaran de ser abstracciones teóricas para convertirse en realidades perceptibles y tangibles para el alumnado; de este modo, se superó la barrera de la memorización pasiva al situar el fenómeno químico en el centro de una experiencia estética. Los estudiantes lograron identificar, mediante la observación directa, que el cambio de color no es un suceso aleatorio, sino una evidencia clara de una transformación química a nivel molecular; así pues, relacionaron este fenómeno con la variación del potencial de hidrógeno (pH) en indicadores naturales, específicamente utilizando antocianinas extraídas del repollo morado (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*).

Los hallazgos demuestran que, al finalizar los talleres, la mayoría de los participantes poseía la capacidad de explicar la diferencia entre una sustancia ácida, básica y neutra basándose en la paleta cromática obtenida en sus soportes artísticos; por consiguiente, el color funcionó como un código de lectura científica que facilitó la categorización de la materia. Se observó una evolución en el discurso técnico de los jóvenes, quienes pasaron de términos coloquiales como "se puso claro" a explicaciones más estructuradas sobre la acidez o la alcalinidad de los reactivos empleados. Esta progresión en la comprensión de los conceptos se sintetiza en la Tabla 2, donde se evidencia el tránsito desde niveles incipientes hacia una apropiación más sólida del conocimiento.

Tabla 2*Niveles de apropiación conceptual tras la creación de pigmentos*

Concepto abordado	Estado inicial (Frecuencia/Nivel)	Estado final (Frecuencia/Nivel)	Observación del cambio
Reacción química	Incipiente	Avanzado	Identificación de cambios físicos
Indicadores de pH	Nulo	Consolidado	Uso del color como código
Mezcla y cromatografía	Básico	Competente	Justificación de técnicas

Los datos se validan mediante instrumentos que permiten cruzar el saber teórico con la práctica plástica; se observó que la creación de obras no fue un proceso aislado, sino que los estudiantes utilizaban el lenguaje especializado de forma espontánea para justificar sus elecciones estéticas. Durante la manipulación de las sustancias, fue recurrente escuchar menciones a fenómenos como la "oxidación" al notar el oscurecimiento de ciertas mezclas o el "precipitado" ante la sedimentación de partículas. Este uso del léxico en un entorno libre de presiones demuestra una interiorización del conocimiento que, como menciona Cabrera Patiño (2020) al proponer unidades que vinculan química y arte, logra que el aprendizaje trascienda la evaluación tradicional y se manifieste en la acción creativa.

Este hallazgo cobra sentido al entender que la transversalidad permite construir saberes más sólidos cuando se ligan a experiencias sensoriales y gratificantes. Al respecto, el análisis de las bitácoras sugiere que la gran mayoría de los participantes ahora asocia la química con un proceso de creación, lo cual reconfigura la percepción sobre las ciencias naturales en entornos donde solían considerarse materias áridas. Esta visión coincide con lo expuesto por Pulgarín (2024), quien sostiene que "sacarle los colores" a la ciencia a través de actividades artísticas genera matices de comprensión que difícilmente se logran con métodos convencionales; de este modo, se transforma la relación del estudiante con el laboratorio.

Finalmente, la capacidad de los jóvenes para realizar predicciones sobre los resultados cromáticos indica el desarrollo de un pensamiento hipotético-deductivo. Antes de aplicar un

reactivo, los equipos discutían sobre la posible tonalidad que obtendrían basándose en la escala de pH; dinámica que dotó al arte de un sustento racional. En este sentido, Roldán Vergara (2025) afirma que el transitar hacia la transdisciplinariedad mediante el color potencia las capacidades cognitivas de los estudiantes; por lo tanto, el lienzo funcionó como un espacio de validación donde la teoría se comprobaba mediante la imagen, logrando que el aprendizaje surgiera de un proceso de indagación activa.

4.3. El papel de la mediación tecnológica en la visibilización del logro

La integración de herramientas digitales permitió que los estudiantes documentaran sus descubrimientos de una forma cercana a su realidad generacional; en efecto, el uso de aplicaciones móviles para capturar el proceso de cambio de color otorgó un sentido de autoría y orgullo académico que anteriormente no se manifestaba en las aulas. Al desplazar el uso del celular desde el ocio hacia la investigación, se logró que el dispositivo se convirtiera en un laboratorio de bolsillo; de este modo, los jóvenes capturaron instantes de reacciones químicas que, de otra manera, serían efímeros, otorgándoles un carácter de permanencia y validez científica.

Los participantes compartieron sus resultados en portafolios virtuales y plataformas interactivas, lo cual fomentó el reconocimiento entre pares y redujo la sensación de fracaso escolar que muchos experimentaban debido a sus trayectorias académicas previas. La tecnología actuó como un espejo de sus propias capacidades; así pues, al ver sus obras y experimentos publicados y valorados por la comunidad educativa, el autoconcepto del estudiante como "sujeto capaz de aprender" se vio fortalecido. Los indicadores de este impacto tecnológico se detallan a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3*Impacto de la tecnología en el reconocimiento del aprendizaje*

Herramienta utilizada	Función pedagógica	Resultado en la motivación	Impacto en competencias
Registro fotográfico	Evidencia macro de la transformación química y matices cromáticos.	Aumento en la autoestima del estudiante al reconocerse como investigador.	Desarrollo de la observación y atención al detalle científico.
Edición de video corto (Narrativa)	Estructuración lógica del proceso experimental (antes, durante y después).	Desarrollo de habilidades de síntesis y orgullo por la comunicación visual.	Capacidad de síntesis, argumentación y uso de lenguaje técnico.
Portafolios interactivos	Almacenamiento, organización y difusión social del trabajo realizado.	Sentido de pertenencia, valoración del esfuerzo propio y del grupo.	Alfabetización digital y gestión de la información académica.
Realidad Aumentada / Simuladores	Visualización de estructuras moleculares invisibles al ojo humano.	Reducción del miedo frente a conceptos abstractos de la química.	Pensamiento espacial y comprensión de la microestructura de la materia.

Tal como se indica en la Tabla 3, la tecnología no fue un añadido secundario o un recurso instrumental, sino un componente que potenció la comunicación del saber y la construcción de identidad juvenil; los estudiantes de Neira, Caldas, por ejemplo, utilizaron sus dispositivos para comparar los colores obtenidos mediante reacciones químicas con elementos de la biodiversidad de su región, estableciendo conexiones entre la química del laboratorio y su entorno rural. Este proceso de contextualización digital permitió que el aprendizaje no se quedara encerrado en las cuatro paredes del aula, sino que se expandiera hacia su realidad territorial, otorgándole un valor de uso inmediato.

De igual manera, el uso de herramientas de edición permitió que los jóvenes narraran sus aciertos y dificultades durante la creación de pigmentos; esta práctica de reflexión mediada por la tecnología facilitó que el error se percibiera como una variable analizable y no como un motivo de sanción donde los hallazgos confirman que la convergencia digital es necesaria para dinamizar el

aula, puesto que permite que el estudiante se exprese en su propio lenguaje mientras cumple con los objetivos curriculares de las ciencias naturales y las artes; por consiguiente, la mediación tecnológica funcionó como un puente que cerró la brecha entre la cultura escolar y la cultura digital de los sujetos involucrados.

Finalmente, se observó que la visibilización del logro a través de entornos virtuales generó una sana competencia por la calidad estética y científica de los trabajos; los grupos de octavo grado en Usme, Bogotá, se esforzaron por capturar los ángulos más precisos de sus reacciones cromáticas para que sus explicaciones teóricas tuvieran un respaldo visual contundente. Este fenómeno de autorregulación del aprendizaje, mediado por el deseo de proyectar una imagen exitosa en el entorno digital, demuestra que la tecnología, cuando tiene un propósito pedagógico claro, es el motor más potente para revertir el desinterés por el conocimiento en la educación secundaria.

4.4. Resultados cualitativos

Más allá de las cifras y los porcentajes, la investigación permitió identificar transformaciones en el plano emocional y social de los participantes; de este modo, el asombro no se limitó a una reacción momentánea ante el cambio de color, sino que se consolidó como un estado de apertura hacia el conocimiento además de que se identificaron tres categorías emergentes que explican la efectividad de la estrategia en contextos de vulnerabilidad, las cuales se detallan a continuación.

4.4.1. Descubrimiento de la capacidad creadora y agencia estudiantil

La primera categoría corresponde al tránsito del estudiante desde un rol de receptor pasivo hacia uno de agente creador; en las instituciones participantes, los jóvenes suelen enfrentarse a currículos rígidos que limitan su margen de acción, lo cual alimenta el desinterés general. Al involucrarse en la síntesis de sus propios pigmentos mediante reacciones químicas, el alumno reconoce que posee la facultad de transformar la materia para fines estéticos; por consiguiente, el aprendizaje deja de ser una imposición externa para convertirse en una extensión de su propia voluntad.

Esta capacidad de generar algo nuevo a partir de conceptos científicos otorga un sentido de logro que impacta directamente en la autoestima académica donde los registros pedagógicos muestran que los estudiantes comenzaron a proponer variaciones en las mezclas, preguntando

espontáneamente: "¿qué sucede si alteramos la concentración para obtener un tono más intenso?". Este tipo de interrogantes demuestran que el sujeto ha interiorizado el método científico no como una receta, sino como una herramienta de libertad creativa.

4.4.2. Resignificación del error y tolerancia a la frustración

La segunda categoría de gran relevancia es la transformación de la percepción del error dentro del proceso de aprendizaje; en el modelo de enseñanza tradicional, la respuesta equivocada suele penalizarse, lo que genera ansiedad y alejamiento del aula. No obstante, en la experimentación química y artística, el resultado inesperado se despojó de su carga negativa para ser comprendido como una nueva oportunidad de indagación; así pues, si una reacción no producía el color esperado, los estudiantes no abandonaban la tarea, sino que iniciaban un proceso de revisión de variables para entender el fenómeno.

Este hallazgo es importante para combatir el abandono intelectual ya que la experimentación transversal enseña que la ciencia y el arte son procesos de ensayo y refinamiento constante. Al observar que un "fallo" en la mezcla producía un matiz inédito o una textura interesante, el estudiante aprendió a valorar la incertidumbre; por tanto, se fortaleció la resiliencia cognitiva, permitiendo que los jóvenes enfrentaran desafíos complejos con una disposición más abierta y menos temerosa al juicio académico.

4.4.3. Cohesión del grupo y reducción de tensiones sociales

La tercera categoría se refiere a la reconstrucción del tejido social dentro del aula mediante el saber compartido; los contextos donde se ubican las instituciones San Luis Neira y Diego Montaña Cuellar presentan, en ocasiones, tensiones derivadas de la vulnerabilidad del entorno. Sin embargo, las actividades colaborativas orientadas a la resolución de problemas técnicos (como lograr una escala cromática específica mediante la titulación de sustancias) forzaron una comunicación asertiva entre pares.

Los estudiantes trabajaron en equipos de forma orgánica, compartiendo materiales y conocimientos sin la mediación constante del docente; en efecto, se observó que aquellos alumnos con mayor dominio de la técnica artística apoyaban a quienes presentaban dificultades, mientras que estos últimos aportaban en la precisión de los registros químicos. Esta interdependencia redujo las fricciones y fomentó una convivencia escolar basada en el reconocimiento del otro como un

colaborador necesario; de igual manera, este clima de aula positivo actuó como un factor protector frente a la deserción, pues el colegio comenzó a percibirse como un espacio de encuentro significativo y seguro.

4.4.4. Síntesis de la experiencia cualitativa

Estos descubrimientos refuerzan la idea de que la educación interdisciplinar no solo cumple con la transmisión de contenidos curriculares, sino que forma sujetos con mayor disposición al diálogo y al pensamiento crítico; al vincular la rigurosidad de la química con la fluidez del arte y la potencia de la tecnología, se logró una mediación pedagógica que atiende la integralidad del ser humano. Los resultados cualitativos sugieren que la recuperación del interés por el aprendizaje pasa necesariamente por devolverle al estudiante la capacidad de asombrarse, de equivocarse sin miedo y de construir con otros, mitigando de forma efectiva los factores de exclusión que suelen caracterizar a los entornos de alta complejidad social.

5 Discusión

La interpretación crítica de los hallazgos permite comprender cómo la transversalización del arte, la ciencia y la tecnología logra revertir el desinterés general por el aprendizaje en adolescentes de contextos vulnerables. En primera instancia, el incremento en la atención sostenida de los estudiantes, documentado en la Tabla 1, confirma que el asombro frente a las reacciones químicas del color actúa como un potente movilizador cognitivo; este fenómeno coincide con lo planteado por Mora (2013), quien sostiene que la curiosidad es la llave del conocimiento. No obstante, al analizarlo desde una perspectiva más reciente, Pulgarín (2024) refuerza esta idea al demostrar que el uso de matices artísticos en la ciencia permite que el alumnado se mantenga vinculado a la tarea por periodos más prolongados, superando la fragmentación de la atención típica de los entornos digitales actuales.

Asimismo, la transición de una actitud apática a una participación activa sugiere que la desconexión escolar no es una condición propia del estudiante, sino una respuesta a metodologías que carecen de un sentido de realidad para el joven. Al respecto, Durango Ochoa et al. (2022) argumentan que las artes ofrecen posibilidades amplias para la transversalización del currículo, permitiendo que el joven reconozca su capacidad de acción sobre el saber. En las instituciones participantes, el hecho de que la gran mayoría de los jóvenes lograra una apropiación conceptual sólida indica que, cuando el conocimiento se presenta de forma integrada, la resistencia al aprendizaje disminuye considerablemente; por tanto, la estrategia no solo permitió la comprensión de la química, sino que devolvió al alumno su lugar como protagonista del aula.

Por otra parte, la relación entre el pH y la paleta cromática obtenida en los lienzos permitió que los estudiantes construyeran un puente entre lo invisible y lo perceptible; esta mediación estética es de gran relevancia, puesto que la química suele percibirse como una materia abstracta y lejana de los intereses juveniles. Tal como lo señala Cabrera Patiño (2020), la convergencia entre estas áreas fortalece la motivación al convertir el laboratorio en un taller de creación; de la misma forma, los hallazgos de esta investigación validan que el color funciona como un lenguaje común que facilita la comunicación de conceptos complejos sin la rigidez que impone el examen tradicional, favoreciendo una evaluación más humana y procesual.

En cuanto al papel de la tecnología, los resultados demuestran que el uso de dispositivos móviles trascendió el ámbito del ocio para convertirse en una herramienta de validación académica;

este tránsito responde a la convergencia digital necesaria para dinamizar el aula contemporánea y atraer el interés de las nuevas generaciones. Morales-Velasco et al. (2025) subrayan que la comunicación visual es el lenguaje predominante en la actualidad; por consiguiente, al permitir que los estudiantes documenten sus logros mediante registros fotográficos y videos, se está validando su identidad cultural dentro del proceso pedagógico, lo cual reduce significativamente el sentimiento de exclusión escolar y el desinterés por lo académico.

De igual manera, la mejora en la asistencia y permanencia durante los días de taller refuerza la tesis de que el entorno educativo debe ofrecer experiencias gratificantes para competir con los estímulos negativos del entorno social; en contextos de vulnerabilidad, el aula debe ser un refugio de creación y asombro. Pinto Cañón (2023) destaca que el aprendizaje STEAM contextualizado es una ruta eficaz para que el alumno se involucre en situaciones reales; así pues, al utilizar recursos del entorno rural en Neira o las dinámicas urbanas en Usme, se logró que la química del color tuviera un valor práctico inmediato, fomentando un sentido de pertenencia territorial que es indispensable para la permanencia en el sistema.

Simultáneamente, la resignificación del error observada durante las mezclas químicas permitió desarrollar una mayor resiliencia en los estudiantes; esta capacidad de ver el resultado inesperado como una oportunidad de indagación es un hallazgo cualitativo que trasciende la nota numérica. Ocelli et al. (2024) mencionan que las prácticas científicas deben promover el pensamiento crítico y la autonomía del sujeto; en este estudio, se evidenció que el arte otorga una flexibilidad que reduce la ansiedad frente al fracaso, permitiendo que el estudiante persista en la búsqueda de soluciones técnicas y estéticas hasta alcanzar su propio objetivo de aprendizaje.

Es importante resaltar que la cohesión grupal identificada en los talleres sugiere que la transversalidad también cumple una función socializadora necesaria en entornos con problemáticas de convivencia; el trabajo colaborativo orientado a la obtención de pigmentos forzó una comunicación asertiva que redujo las fricciones internas entre los jóvenes. Roldán Vergara (2025) explica que el tránsito hacia la transdisciplinariedad favorece el diálogo entre saberes y personas; por consiguiente, el proyecto no solo enseñó conceptos de pH y reacciones de doble sustitución, sino que fomentó un respeto mutuo basado en el reconocimiento del talento ajeno, lo cual ayuda a mitigar los factores de riesgo social presentes en las comunidades.

Por otro lado, el uso de indicadores naturales como el repollo morado permitió que los estudiantes realizaran una conexión directa con la biología y la ecología de su región; esta visión

holística es propia de una educación que pretende ser verdaderamente transformadora y consciente. Paiva-Sánchez et al. (2023) indican que el enfoque STEAM es idóneo para enfrentar desafíos ambientales y sociales contemporáneos; en efecto, al fabricar sus propios pigmentos, los jóvenes de grado octavo desarrollaron una conciencia sobre la sostenibilidad de los materiales, alejándose de la cultura del consumo y acercándose a una cultura de la producción científica y creativa que respeta el medio ambiente.

En relación con el desarrollo de habilidades de observación, se observó que la narrativa digital del proceso obligó a los estudiantes a ser más minuciosos en sus descripciones; este rigor es un pilar del pensamiento científico-tecnológico que debe cultivarse en la secundaria. Jiménez et al. (2022) plantean que las estrategias que integran la descripción detallada fortalecen la capacidad de análisis desde los niveles básicos; así pues, la tecnología no solo documentó el resultado final, sino que moldeó la forma en que el estudiante percibe la materia, obligándolo a detenerse en los matices, las texturas y los tiempos de reacción química de manera consciente.

No obstante, surge una tensión interesante entre la libertad artística y la precisión científica que los estudiantes debieron navegar con el apoyo del docente; este equilibrio es lo que define una verdadera integración curricular de calidad. Lobos (2025) afirma que la química mediada por el arte no debe perder su rigor, sino usar la estética como un vehículo de aproximación al dato duro; los resultados aquí presentados confirman que los jóvenes son capaces de manejar ambos lenguajes de forma simultánea, justificando sus creaciones plásticas mediante argumentos basados en la estequiometría y la nomenclatura química básica aprendida en la práctica.

De igual forma, el sentimiento de orgullo académico manifestado en los portafolios virtuales indica que la visibilización del logro es un factor protector de gran peso frente a la deserción escolar; el estudiante que se percibe exitoso ante sus pares tiene menos probabilidades de abandonar sus estudios por falta de interés. Triana (2022) señalan que el camino hacia la transdisciplinariedad requiere de una práctica docente que use la tecnología como puente de comunicación; en este sentido, los resultados validan que la mediación digital es una herramienta que dignifica el trabajo del alumno en sectores populares y rurales al darle un alcance global a sus descubrimientos.

Desde una perspectiva crítica, los hallazgos sugieren que el desinterés general por el aprendizaje es un síntoma de un currículo desactualizado que no dialoga con los lenguajes visuales y tecnológicos del siglo XXI según Rangel (2010); la estrategia de transversalización demostró que

es posible cumplir con los estándares de competencias nacionales mientras se innova en la metodología. Al integrar el arte, se eliminó la jerarquía de las materias consideradas como "imposibles", permitiendo que todos los estudiantes, sin importar sus habilidades previas en ciencias, encontraran un punto de entrada genuino al conocimiento científico.

Asimismo, la investigación acción permitió una reflexión constante sobre la marcha de las actividades, ajustando los talleres según las necesidades que emergían en cada contexto escolar; esta flexibilidad es lo que permitió alcanzar un alto porcentaje de comprensión en conceptos abstractos. Tal como sugieren Angulo Cabezas et al. (2023), el uso de recursos didácticos innovadores es necesario para capturar la atención de una generación que se siente atraída por lo interactivo y lo visual, transformando la percepción de la escuela como un lugar aburrido en un espacio de constante asombro.

Finalmente, se puede afirmar que la integración de la química del color como eje transversal reconfigura la relación pedagógica entre el docente y el alumno de manera positiva; el profesor deja de ser la única fuente de información para convertirse en un guía de la experimentación real. Los resultados analizados permiten concluir que el desinterés se combate devolviendo al aula su carácter de laboratorio y taller; por tanto, la propuesta sembró en los estudiantes de San Luis Neira y Diego Montaña Cuellar el deseo de seguir explorando el mundo a través de la ciencia y la creatividad combinadas.

6 Conclusiones

A partir de la implementación de la estrategia de transversalización entre el arte, la ciencia y la tecnología, se concluye que la integración curricular es una ruta efectiva para mitigar el desinterés generalizado por el aprendizaje en la educación básica secundaria; por tanto, el estudio permitió demostrar que la apatía escolar no constituye una resistencia al conocimiento en sí mismo, sino una respuesta a las formas fragmentadas en que este se presenta habitualmente. Al situar al estudiante en un rol de investigador-creador, se logró una transformación en la disposición hacia el aula, la cual se vio reflejada en un incremento del compromiso académico y una participación activa que antes no se manifestaba en los grupos de octavo grado.

En cuanto al componente científico, se obtuvo que conceptos abstractos de la química, tales como las reacciones de óxido-reducción y la escala de pH, fueran comprendidos como fenómenos tangibles y de gran utilidad para la creación estética; de hecho, la evidencia recolectada permite afirmar que una gran cantidad de los participantes alcanzó una apropiación conceptual sólida. Este hallazgo valida que el aprendizaje significativo ocurre cuando existe un vínculo emocional y sensorial con el objeto de estudio; así pues, la química del color funcionó como el vehículo que permitió dotar de sentido a la teoría, convirtiendo el laboratorio en un espacio de asombro constante y descubrimiento personal.

Por otro lado, la mediación tecnológica demostró ser un factor determinante para el reconocimiento del logro y el fortalecimiento de la autoestima académica en los jóvenes de contextos vulnerables; el uso de herramientas digitales para documentar y difundir las producciones artísticas permitió que los estudiantes otorgaran un valor social a su esfuerzo. De esta manera, la tecnología dejó de percibirse como un elemento de distracción para convertirse en un lenguaje de validación que redujo la sensación de fracaso escolar; en consecuencia, se fomentó una cultura de éxito compartido entre los pares de las instituciones San Luis Neira y Diego Montaña Cuellar, elevando el estatus de sus propios descubrimientos.

Respecto a la dimensión social y convivencial, la investigación arroja que el trabajo interdisciplinar favorece la cohesión del grupo y la reducción de tensiones en el entorno escolar; la necesidad de colaborar para resolver problemas técnicos obligó a los estudiantes a desarrollar habilidades de comunicación asertiva y respeto por el talento ajeno. Por consiguiente, la estrategia pedagógica no solo cumplió con objetivos curriculares académicos, sino que contribuyó a la

formación de sujetos con mayor capacidad de diálogo y empatía; este resultado es de gran relevancia para prevenir la deserción en entornos de alta complejidad social, donde el sentido de comunidad académica actúa como un factor protector.

Finalmente, se establece que para transformar la realidad educativa actual es necesario transitar hacia modelos de enseñanza que reconozcan la convergencia entre la rigurosidad científica y la libertad creativa, puesto que, si bien una limitación del estudio fue el tiempo requerido para la preparación de experiencias experimentales en contextos con escasos recursos, los resultados obtenidos justifican plenamente la inversión de esfuerzos por parte de los docentes, es entonces cuando la transversalidad aquí propuesta se proyecta como una alternativa pedagógica pertinente para que la escuela recupere su función como centro de innovación, donde el arte y la tecnología dejen de ser simples añadidos para integrarse como elementos que otorgan dinamismo y propósito a una educación que busque, ante todo, el despertar de la curiosidad y el interés por aprender.

7 Referencias

- Angulo Cabezas, F. J., Cundumi Tobar, J. E., y Villota López, S. S. (2023). La realidad aumentada como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG [Trabajo de grado, Universidad CESMAG]. Repositorio Institucional de la Universidad CESMAG. <https://tinyurl.com/mjj2uksj>
- Cabrera Patiño, L. A. (2020). ArteQuim: Unidad didáctica que transversaliza la química con el arte [Tesis de maestría, Universidad Católica de Pereira]. Repositorio Institucional UCP. <https://tinyurl.com/2wjzpu6c>
- Durango Ochoa, K. A., Cuartas Castañeda, S., y Cuéncar Cuéncar, V. (2022). Las artes y sus posibilidades para la transversalización del currículo en el grado Octavo de Institución Educativa de Formación para la Vida-CEVIDA [Tesis de maestría, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Institucional UNIMINUTO. <https://tinyurl.com/335thdkk>
- Elizondo Arias, S. (2025). Diseño de propuesta para la mejora de la enseñanza de la teoría del color a través de la observación de la naturaleza en artes plásticas en estudiantes de la sección 7-2 del Liceo las Esperanzas, Pérez Zeledón, en el primer período del 2025 [Tesis de licenciatura, Universidad San Marcos]. Repositorio Institucional USAM. <https://tinyurl.com/4kpuwfxxy>
- Espinel, D. P., y Rodriguez, W. (2023). Estrategia gamificada con enfoque ciencia, tecnología y sociedad para el pensamiento científico-tecnológico desde las habilidades de observación y descripción en grado transición. Universidad Libre. <https://tinyurl.com/y3w9rjxs>
- Guati de Cabo, C. (2022). Química ConArte: Una propuesta didáctica para la motivación del alumnado en el área STEM [Trabajo de fin de grado, Universidad de Cantabria]. Repositorio UC. <https://tinyurl.com/5aufjcn7>
- Jimenez Morales, N. E., Velasquez Morales, L. F., y Muñoz Bedoya, M. (2022). Transversalidad de los conocimientos de artes visuales y biología en el proceso de enseñanza-aprendizaje: resultado del Diplomado Docentes Noveles ITM 2022. Institución Universitaria ITM. <https://tinyurl.com/3jfrt76w>

- Lobos Martín, C. (2025). Diseño de proyectos STEAM en la enseñanza de la Física y la Química [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid]. Repositorio UVaDOC. <https://tinyurl.com/36hbhceb>
- Mora, F. (2013). Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial.
- Morales-Velasco, R. A., Palacios-Díaz, R., Trejo, J. O., y Esquivel-Hernández, M. A. (Eds.). (2025). Tecnología, educación y comunicación visual. Transdigital. <https://tinyurl.com/4hwbhvk>
- Occelli, M., Garcia-Romano, L., y Sosa, C. (2024). Prácticas científicas y pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias. Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba. <https://tinyurl.com/2w3bf4at>
- Ortega Rubio, I., García González, J., Bastías Matus, C., García Castillo, Y., y Hernández Parraguez, M. (2022). El arte como medio facilitador del aprendizaje con un enfoque interdisciplinar [Tesis de doctorado, Universidad Academia de Humanismo Cristiano]. Repositorio Institucional UAHC. <https://tinyurl.com/yjkydaz2>
- Paiva-Sánchez, C., Navarrete, A. M., Correa, R. A., Brito, A. B., y Aliaga, P. R. (2023). STEAM en la enseñanza interdisciplinar de las ciencias: una propuesta pedagógica para los desafíos ambientales de hoy. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 39-55. <https://tinyurl.com/mpjd26s8>
- Peña, M. A. G., Flores, R. A. R., y Vera, E. P. (2025). Práctica docente con Artes, Ciencia y Tecnología: el camino hacia la educación transdisciplinar. *Opuntia Brava*, 17(1), 348-366. <https://tinyurl.com/5ymytctc>
- Pinto Cañón, G. (2023). Casos interdisciplinarios y multidisciplinarios para un aprendizaje STEAM contextualizado. *Supervisión* 21, 21(69), 1-44. <https://tinyurl.com/mv57pj7r>
- Pulgarín, J. A. M. (2024). La química del arte: sacándole los colores a Monet. Una actividad para la educación STEAM con muchos matices. En V Congreso Internacional de Didáctica de la Química (p. 22). <https://tinyurl.com/menjchkt>
- Rangel, R. R. P. (2010). Ciencia, Tecnología y Sociedad: Desde la perspectiva de la educación. Palibrio. <https://tinyurl.com/mv4jp7en>
- Rodriguez, W., Espinel, D. P., y Rodriguez Sierra, W. (2023). Estrategia gamificada con enfoque ciencia, tecnología y sociedad para el pensamiento científico-tecnológico desde las

habilidades de observación y descripción en grado transición. Universidad Libre.
<https://tinyurl.com/437bht6h>

Roldán Vergara, J. P. (2025). Potencialidades del color: un transitar de la educación artística hacia la transdisciplinariedad [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. Biblioteca Digital UdeA. <https://tinyurl.com/ymc7dpyd>

Sarmiento Navarrete, H. M. (2014). Diseño de un objeto virtual de aprendizaje para mejorar la enseñanza aprendizaje del tema de reacciones químicas [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://tinyurl.com/2pt26upe>

Triana Mahecha, N. J. (2022). Revisión bibliográfica sobre la implementación del arte como ruta didáctica para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la geometría para el nivel educativo básica [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD. <https://tinyurl.com/4w34xcrb>