



C A P Í T U L O 11

La enseñanza como puente entre STEM+ y la diversidad cultural¹

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8021226300111>

Oscar Jardey Suárez

Doctor en Educación y Doctor en Ciencias. Grupo de Investigación Ciencias Naturales, Tecnología y su Didáctica. Profesor Tiempo Completo de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en la Universidad de Nariño.
ojsuarez@udenar.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-8780-595X>.

Erika Alejandra Suárez-Riveros

Doctoranda en Ciencias de la Educación de la Universidad Pedagógica Experimental el Libertador. Profesora de la Secretaría de Educación Bogotá.
erikale94@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8417-0442>

Edier Hernán Bustos-Velazco

Grupo de investigación INVESTUD-CN, Bogotá Colombia, Licenciatura en Física, Docente Tiempo Completo Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
ehbustosv@udistrital.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-0072-8598>.

1. Artículo resultado de investigación. Artículo de investigación científica y tecnológica

RESUMEN: La integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, y disciplinas adicionales (STEM+) ha influenciado el ámbito educativo durante las últimas tres décadas. Este artículo examina la enseñanza como conexión entre STEM+ y los conocimientos ancestrales o tradicionales en comunidades con amplia diversidad cultural, específicamente para docentes en formación en Ciencias Naturales. Se analiza la interrelación entre STEM+ y la diversidad cultural en el contexto de la formación docente. La metodología adoptada es de carácter cualitativo, a partir

de análisis secuencias didácticas, materiales generados por los estudiantes y entrevistas semiestructuradas. Los hallazgos sugieren que la motivación, la empatía, el reconocimiento del otro, el contexto educativo, las creencias y las experiencias docentes, así como el entorno de enseñanza, requieren ser adecuadamente transformados para diseñar mediaciones STEM+ en contextos culturalmente diversos. En conclusión, es relevante adaptar y contextualizar las actividades STEM+ dentro de los marcos naturales, sociales y culturales específicos de cada comunidad diversa.

PALABRAS CLAVE: STEM+, Diversidad Cultural, Educación Científica, Tecnología, Enseñanza.

Teaching as a bridge between STEM+ and cultural diversity

ABSTRACT: The integration of Science, Technology, Engineering, Mathematics, and additional disciplines (STEM+) has influenced the educational field during the last three decades. This article examines teaching as a connection between STEM+ and ancestral or traditional knowledge in communities with wide cultural diversity, specifically for teachers in training in Natural Sciences. The interrelation between STEM+ and cultural diversity is analyzed in the context of teacher training. The methodology adopted is qualitative, based on the analysis of teaching sequences, materials generated by students, and semi-structured interviews. The findings suggest that motivation, empathy, recognition of the other, the educational context, beliefs and teaching experiences, as well as the teaching environment, need to be adequately transformed to design STEM+ mediations in culturally diverse contexts. In conclusion, it is relevant to adapt and contextualize STEM+ activities within the specific natural, social, and cultural frameworks of each diverse community.

KEYWORDS: STEM+, Cultural Diversity, Science Education, Technology, Teaching.

O ensino como ponte entre STEM+ e diversidade cultural

RESUMO: A integração de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática e disciplinas adicionais (STEM+) influenciou o campo educacional nas últimas três décadas. Este artigo examina o ensino como uma conexão entre STEM+ e conhecimentos ancestrais ou tradicionais em comunidades com ampla diversidade cultural, especificamente para professores em formação em Ciências Naturais. A inter-relação entre STEM+ e diversidade cultural é analisada no contexto da formação de professores. A metodologia adotada é de natureza qualitativa, baseada na análise de sequências didáticas, materiais gerados pelos alunos e entrevistas semiestructuradas. Os resultados sugerem que a motivação, a empatia, o reconhecimento do outro, o

contexto educativo, as crenças e experiências docentes, bem como o ambiente de ensino, necessitam de ser transformados adequadamente para conceber mediações STEM+ em contextos culturalmente diversos. Em conclusão, é relevante adaptar e contextualizar as atividades STEM+ dentro dos quadros naturais, sociais e culturais específicos de cada comunidade diversificada.

PALABRAS-CHAVE: STEM+, Diversidade Cultural, Educação Científica, Tecnologia, Ensino.

INTRODUCCIÓN

La intersección de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés), consolidada como una categoría destacada de disciplinas académicas, ha experimentado un creciente interés, superando incluso a campos tradicionales como las humanidades en términos de demanda (Lusk, 2022; Castro Inostroza et al., 2020).

Pues bien, este enfoque hacia el profesorado, tanto en formación como en ejercicio, busca fomentar entornos disciplinares y sociales específicos, propiciando experiencias educativas significativas (Hamilton et al., 2021; Kwok et al., 2020; Pisano et al., 2021). Aún más, la implementación de STEM se ha extendido desde la educación superior (Basile & Azevedo, 2022; Berglund et al., 2021; Martín-Páez et al., 2019; Navy et al., 2021; Osborne et al., 2019; Phan et al., 2021; Thaweekulchai & Schulte, 2021; Yabas et al., 2022) hasta la educación básica y secundaria (Bui et al., 2020; Livstrom et al., 2019; Mallinson & Charity Hudley, 2018; Martin & Fisher-Ari, 2021; MD-Ali & Kim, 2018; Sondergeld et al., 2020; Sze et al., 2022; Vaval et al., 2019; Vega et al., 2019; Wieselmann et al., 2020), evidenciando así, un esfuerzo importante por transformar las prácticas de enseñanza.

Así, el ámbito de investigación de STEM se ha enriquecido al explorar sus conexiones con la filosofía, historia, sociología (Lusk, 2022), arqueología (Camp et al., 2020), ciencias humanas (Castro Inostroza et al., 2020) y sociolingüística (Mallinson & Charity Hudley, 2018), ampliando su alcance a STEM+. Además, se han abordado aspectos como la relación de STEM con el género, enfocándose en la inclusión y promoción de las mujeres en áreas como la robótica (Yabas et al., 2022), y el análisis de sus patrones de comportamiento dentro de estos campos, con el fin de promover la equidad de género y combatir el racismo (Martin & Fisher-Ari, 2021).

En este sentido, estudios internacionales como el de Osborne et al. (2019) en Australia, han investigado estrategias para incrementar la participación de comunidades indígenas en carreras STEM, adoptando un enfoque culturalmente receptivo. Igualmente, se ha propuesto un modelo para la integración sustentable

de la población afroamericana en la educación STEM, basado en su lingüística particular (Liccardo, 2020).

A pesar de lo mencionado, sigue siendo escasa la producción académica dedicada a explorar y desentrañar las interacciones entre las poblaciones de diversidad cultural y las disciplinas STEM. Frente a esta situación, nuestro estudio dirige su atención hacia los docentes en proceso de formación en ciencias naturales en el sur de Colombia (región suroccidental). El propósito central de esta investigación es identificar las características que debería tener la enseñanza para servir efectivamente como un puente que conecte STEM+ con los saberes ancestrales o tradicionales en comunidades de gran diversidad cultural.

MARCO TEÓRICO

La concepción de STEM surge en la década de los 70, impulsada por la National Science Foundation de Estados Unidos, como estrategia educativa ante la crisis inflacionaria del país. Este enfoque nació con el propósito gubernamental de fomentar programas de formación universitaria que potenciaran el desarrollo industrial y económico. A lo largo del tiempo, STEM ha evolucionado hacia diversas conceptualizaciones, incluyendo su consideración como un enfoque y una teoría educativa; según Berglund et al. (2021), la educación en STEM adquiere el estatus de teoría al basarse en ciencias establecidas como las matemáticas y la física, facilitando la creación de actividades educativas interdisciplinarias.

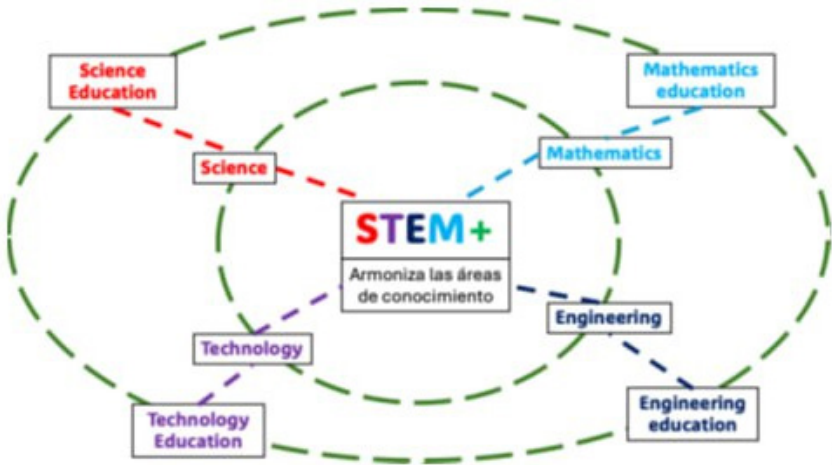


Figura 1. Representación algunas de las áreas que interactúan interdependientemente en las actividades STEM+

Los temas relacionados con la fundamentación epistemológica de la noción de STEM+ son objeto de discusión y al parecer lejos de un consenso. Parte de las dificultades está en la naturaleza de cada una de las áreas de conocimiento que componen la idea STEM+, las que tienen diversas áreas subsidiarias, su propia epistemología e incluso áreas orientadas a promover la formación en cada una de ellas (Figura 1). La ciencia o las ciencias naturales agrupa diferentes áreas de conocimiento subsidiarias, algunas de las cuales son la física, la química y la biología. La física tiene sus propias áreas disciplinares (mecánica, electromagnetismo, termodinámica, entre otras) y otras asociadas con el campo de la educación que se ocupan de los procesos formativos tales como la física educativa (Ramírez-Díaz, 2024; Ramírez-Díaz & Escobar-Moreno, 2023), la didáctica de la física, la enseñanza de la física; así podría especificarse las diferentes áreas que componen STEM+. De hecho, en lo referente a las ciencias, un campo de conocimiento asociado es la enseñanza de las ciencias y su relación con otras dimensiones como la diversidad cultural (Molina, 2010). Aún más, esta interacción se extiende a otras áreas de conocimiento, dando lugar al término STEM+ cuando se incluyen disciplinas adicionales (Keune et al., 2019; Lusk, 2022).

Por otro lado, la relación de la humanidad con la naturaleza y el mundo está intrínsecamente ligada a su cultura, incluyendo percepciones, lenguajes y procesos cognitivos (Molina et al., 2014). Los modos de pensar y actuar, así como las conductas, mantienen una conexión estrecha con las estructuras sociales y culturales, manifestándose en dimensiones epistémicas, ontológicas, axiológicas, políticas y jurídicas (Douglas, 1998). Por tanto, la interacción entre distintas culturas, cada una con su particular modo de pensar y conocimiento, en un espacio común de reflexión, da lugar a ambientes o comunidades culturalmente diversas (Perez-Ruiz & Argueta-Villamar, 2022).

Finalmente, el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), a pesar de la falta de consenso académico sobre su definición, se ha establecido como un elemento fundamental en la formación y práctica docente. Así como Grossman (1990) conceptualiza el CDC, destacando el currículo, el aprendizaje estudiantil, las estrategias de enseñanza y el contexto como componentes esenciales de la actividad docente.

Con todo, la trayectoria de STEM desde su concepción hasta su rol actual en la educación refleja un proceso de constante evolución y adaptación. A medida que avanzamos, es imperativo reconocer la intersección entre las disciplinas STEM, las dinámicas culturales y el conocimiento didáctico para crear entornos de aprendizaje que no solo fomenten la innovación y el desarrollo técnico, sino que también valoren y respeten la diversidad cultural. Este enfoque holístico hacia la educación es esencial para preparar a las futuras generaciones para enfrentar los retos globales con creatividad, empatía y una profunda comprensión interdisciplinaria.

METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación es cualitativo e interpretativo (Ballester et al., 2003; McMillan & Schumacher, 2005). El análisis de la entrevista semiestructurada busca comprender las potenciales conexiones entre las áreas que hacen parte de STEM+ y los conocimientos ancestrales o tradicionales. En el procesamiento de la información se hizo una codificación abierta, identificando las categorías emergentes y elementos que los entrevistados aportaron desde su experiencia educativa en la interacción. Las categorías emergentes son motivación, experiencia, empatía, reconocimiento, ambiente, creencias, colaboración, trabajo en equipo, trabajo entre pares, aprendizaje basado en problemas.

El contexto de la investigación se desarrolló en una Universidad de carácter público en el departamento de Nariño, Colombia. Este departamento, situado al sur de Colombia, limita internacionalmente con Ecuador y tiene salida al mar. Cubre un área de aproximadamente 35.000 kilómetros cuadrados donde confluyen dos regiones: la pacífica y la andina. Se caracteriza por disfrutar de una variedad de climas y suelos, que van desde el nivel del mar hasta los 3300 metros, lo que ha permitido que su economía se dedique principalmente a la agricultura y la ganadería. La población, ubicada principalmente en zonas rurales, está compuesta por grupos afroamericanos, mulatos, indígenas, mestizos y blancos. El encuentro cultural de estas comunidades se manifestó en “el carnaval de negros y blancos”, el cual fue declarado por la UNESCO en 2008 como patrimonio de la humanidad. Los estudiantes migraban desde sus regiones natales hacia los sitios urbanos donde se encuentra la institución.

Los participantes, estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, cursaron una asignatura electiva centrada en STEM durante 16 semanas. Este grupo, compuesto por diez individuos, cuatro de ellos hombres, se había organizado voluntariamente en tres subgrupos. Nueve estudiantes eran de diversas regiones del departamento de Nariño, y uno era oriundo de la capital del departamento vecino de Putumayo, Mocoa.

La organización de los participantes en el proyecto se distribuyó en tres equipos distintos. El primero, Eq1, formado por un trío de estudiantes urbanos con experiencia en trabajo colaborativo, incluía una mujer y dos hombres. En el Eq2, tres estudiantes de pequeñas localidades de Nariño, dos hombres y una mujer, unían sus experiencias diversas, como la pertenencia a un cabildo indígena y la tradición familiar en marroquinería. El tercer equipo, Eq3, lo constituían exclusivamente mujeres, cuatro en total, dos de ellas madres y todas con un trasfondo de participación comunal, destacando la integración en actividades culturales y orígenes en un cabildo indígena.

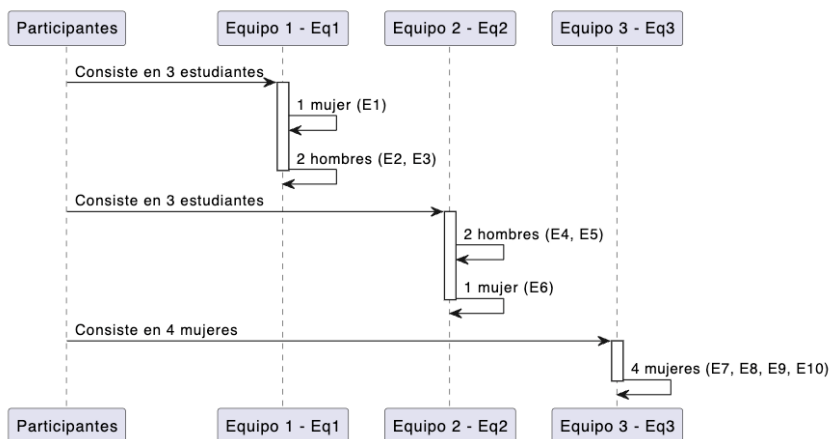


Figura 1. Organización de los participantes en la investigación

Fuente. Elaboración propia.

Las tres actividades de la asignatura electiva se estructuraron en torno a cinco fases distintas. Inicialmente, en la actividad 1, se abarcó desde la fundamentación de STEM+ en el primer momento, hasta la socialización de la actividad en el quinto momento. Posteriormente, para las actividades 2 y 3, se empezó desde el segundo momento, que fue el desarrollo de la actividad STEM+, y se siguió la secuencia hasta el quinto y último momento, que consistió en la socialización de la actividad STEM+. Este proceso secuencial se refleja en el diagrama de la figura 2, donde se puede visualizar la estructura y el orden de las etapas en cada actividad de la electiva.

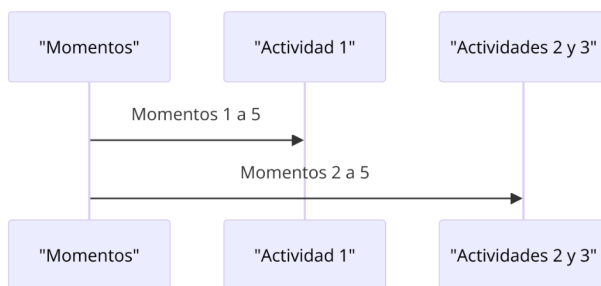


Figura 2. Proceso de trabajo de campo

Se tomaron en cuenta diversos instrumentos para el análisis del desarrollo de la asignatura electiva. Estos incluían un conjunto de actividades realizadas durante el semestre, las características del material educativo producido y la entrevista semiestructurada con los participantes.

Para la creación del material didáctico enfocado en STEM+, se recomendó la inclusión de categorías que reflejaran tanto la normativa educativa colombiana vigente como los principios de la planeación pedagógica. El proceso de desarrollo del material se dividió en dos partes principales. La primera parte se centró en la catalogación y abarcó elementos como los autores, las áreas de conocimiento de STEM+, los temas específicos y los grados o cursos destinados. La segunda parte profundizó en el contenido educativo, guiándose por parámetros como la introducción del tema, el planteamiento de un desafío, las intenciones educativas, los conocimientos previos necesarios, el contexto educativo, los materiales requeridos, y las fases de planeación, ejecución, socialización y evaluación de las actividades.

La entrevista semiestructurada se realizó con el objetivo de recoger las experiencias generales de aprendizaje, las perspectivas personales y de grupo en cada fase de la actividad y los fundamentos que guiaron las decisiones tomadas por los equipos de trabajo.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la presentación de los hallazgos, se destacan las características identificadas de la enseñanza como puente entre STEM+ y los conocimientos ancestrales o tradicionales. Es fundamental partir del reconocimiento de que las comunidades culturalmente diversas poseen sus propios saberes y que las áreas STEM+ tienen una naturaleza epistemológica diferenciada.

Empatía y Diversidad: Enfoques Innovadores en la Educación STEM+

La enseñanza es crucial en la interacción educativa, involucrando al docente en el liderazgo del cambio estudiantil y vinculándose estrechamente con el ambiente educativo. Según Soler et al. (2018), los enfoques de enseñanza y aprendizaje son fundamentales para mejorar la educación en ciencias, impulsando a los profesores hacia la investigación y la implementación de estrategias que promuevan una enseñanza efectiva y un aprendizaje significativo.

Es así como, el profesorado en formación objeto de estudio en esta investigación, resalta la motivación, la experiencia, la empatía, el reconocimiento, el ambiente y la confianza como fundamentos esenciales en el rol de la enseñanza como puente entre STEM+ y las comunidades culturalmente diversas. Durante las actividades de

socialización, un estudiante (E10) compartió su experiencia, señalando el *nerviosismo* y la importancia de *autoafirmarse* en su desempeño, evidenciando cómo enfrenta sus temores apoyado en la *confianza y motivación* fomentadas en los espacios académicos del seminario, esta percepción se ve reforzada por otro participante (E9), quien destaca la *libertad* proporcionada por el docente para ser auténticos, así como por la persona E1 al describir la construcción del guante de Thanos® como una actividad retadora y emocionante, a pesar de sus limitaciones funcionales debido al material utilizado.

Adicionalmente, estas observaciones coinciden, en cierta medida, con los hallazgos de Yabas et al. (2022), quienes notaron un aumento en el entusiasmo y la motivación del estudiantado en actividades STEM+, especialmente, entre las mujeres (Liu, 2020). En adición, la confianza que los estudiantes desarrollan al incorporar su contexto cultural en la interacción con conocimientos de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas refleja los procesos de autorregulación descritos por Zimmerman (2013) como relevantes para la gestión del aprendizaje; lo que destaca la importancia de la educación STEM+ en la formación integral de los ciudadanos, en línea con lo planteado por Castro Inostroza et al. (2020).

Ahora bien, en contextos de aprendizaje STEM+ que valoran la diversidad cultural, la empatía y el reconocimiento mutuo emergen como elementos cruciales, enriqueciendo significativamente las interacciones y diálogos educativos. En línea con lo anterior, una estudiante en formación docente, identificada como E9, reflexiona sobre la tendencia de algunos educadores a concentrarse exclusivamente en el contenido, dejando de lado la necesaria empatía hacia el estudiante; E9 critica esta práctica, subrayando que *"muchos docentes solo nos enfocamos en dar contenido y olvidamos la empatía que uno debe tener con otra persona y que cada uno vive en un mundo diferente"*.

La reflexión subraya la importancia crítica de que los educadores en formación no solo entiendan los estados emocionales y cognitivos de sus estudiantes, sino que también integren esta comprensión en sus interacciones diarias dentro del marco de enseñanza y aprendizaje. Dicha necesidad de empatía adquiere mayor relevancia frente a la diversidad cultural del alumnado, enfatizando la necesidad de adaptar las estrategias pedagógicas para reconocer y respetar esta variedad. Se aboga por un enfoque educativo centrado en la empatía y el reconocimiento mutuo como fundamentos clave.



Figura 3. Algunas partes del material educativo construido y propuesto por el estudiantado con actividades STEM+DC.

En ese mismo sentido, la estudiante E8, refiriéndose al actor “Stela” (Figura 3a) como el personaje de sus actividades STEM+, menciona “...quiero que lleve flores, que lleve un colibrí y como mascota un cuy, que es lo que nos representa...”; la estudiante E6 al hablar de su actor Wayra (Figura 3b), comenta que “... me gustó mucho a veces el tema de la cultura indígena es muy olvidado (...) volvamos un poquito a nuestras raíces porque nuestro dialecto pastuso (...) un conjunto de varias lenguas indígenas, especialmente el quechua, entonces busque como se dice viento en quechua y llego a Wayra...”.

Lo anterior, evidencia que el estudiantado tiene un anclaje acorde a su origen cultural, la estudiante E6 refiere dos símbolos de la ciudad de San Juan de Pasto, como es el volcán Galeras y el cuy (Kunat, conejillo de Indias) y la estudiante E8 retoma la lengua quechua propia de un colectivo indígena representativo de la región; de esta manera, la empatía y el reconocimiento del otro (Liccardo, 2020; Mallinson & Charity Hudley, 2018) engineers and architects-all interlocutors in the research from which this book is based. Alala, Mamoratwa, Welile, Odirile, Kaiya, Amirah, Takalani, Nosakhele, Naila, Ambani, Khanyisile, Itumeleng, Ethwasa and Kgnaya provide collective standpoints in the multiplicities within and between the lived lives and told stories of young Black South African women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM son elementos que hacen parte de la enseñanza como puente en comunidades culturalmente diversas.

STEM+ y Medio Ambiente: Integración de la Ciencia y la Sabiduría Ancestral

En consideración con los diferentes orígenes culturales de los participantes, el ambiente se erige como el escenario fundamental donde se produce la interacción entre el ser humano y la sociedad con los factores físicos, biológicos y socioculturales. Este entorno se establece, por tanto, como un elemento esencial que proporciona las bases y el contexto para la enseñanza.

Para el equipo Eq1, al referirse al contexto en el cual construyeron su material, mencionan que tuvieron en cuenta *"...nuestra historia y también crearon un poco acerca de la conciencia y la importancia de cuidar el medio ambiente..."* (E1); a pesar de ser un equipo ciudadano identifican el ambiente y su conservación como algo necesario.

De otro modo, el equipo Eq2, cuando describen sus actividades dicen que *"... La primera es la más larga, que es la de Estela y la de Kunak en el volcán Urcunina. En la segunda es la actividad de la maleta viajera para dar a conocer un poquito sobre la fauna y flora que se preservan en el santuario del Galeras..."* (E8); por lo que sus actividades las circunscriben en la conservación del contexto ambiental cercano.

En sincronía con lo anterior, para el E5, cuyo origen es un resguardo indígena, menciona al respecto que *"...nuestro protagonista que también es Quinti, que es el colibrí, era más que todo restaurar y balancear la energía del bosque que el protegía..."*; en él hay una necesidad de equilibrio en el ambiente.

Es así como este panorama destaca el inmenso potencial de desarrollar iniciativas STEM+ en comunidades culturalmente diversas, donde la amalgama de saberes ancestrales o tradicionales y el conocimiento científico, junto con la experticia docente, pueden potenciar significativamente el ámbito educativo; tal enfoque no solo responde a la urgencia de innovar en la educación (Castro-Inostroza et al., 2021; Jiménez-Villarroel et al., 2022), sino que también, atiende la imperiosa necesidad de confrontar la crisis climática global.

Entonces, en el contexto de comunidades culturalmente diversas, existen particularidades que distinguen la implementación de actividades STEM+, tal como lo revelan las vivencias compartidas por los participantes de esta investigación. Evidenciamos aquí una estructura cognitiva única que modula la forma en que se percibe e interactúa con el conocimiento emanado de las disciplinas STEM+, las cuales, a pesar de sus diferencias epistemológicas y áreas específicas de desarrollo educativo, interactúan de manera interdependiente; cuando estas disciplinas se insertan en contextos de diversidad cultural, surge la necesidad de conceptualizar a STEM+DC (STEM+ en comunidades culturalmente diversas) como el foro ideal para el intercambio entre las disciplinas STEM+ y dichas comunidades.

Fomentando el trabajo en equipo y colaborativo en actividades STEM+DC

La implementación de actividades STEM+DC con el estudiantado requiere fomentar un ambiente de trabajo en equipo, colaborativo, y enfocado en el aprendizaje entre pares y basado en problemas. En este sentido, un testimonio relevante es el del estudiante E2, que describe cómo se organizaron para trabajar en equipo, repartiendo tareas y responsabilidades desde el inicio, esta dinámica se encapsula perfectamente en la expresión utilizada por la estudiante E9: *"...como dice mi abuelita, con dos manos se lava bien la cara..."*, aludiendo a la eficacia del trabajo colaborativo y entre pares en la consecución de resultados positivos; este enfoque encuentra resonancia parcial con los planteamientos de Mazur (2014) acerca del aprendizaje entre pares.

Así pues, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el aprendizaje situado en el contexto de proyectos se presentan como estrategias efectivas para fomentar el enfoque STEM+DC entre el profesorado en formación, tal y como sugiere Berglund et al. (2021) esta afirmación se ve respaldada por las reflexiones del estudiante E5, quien destaca el alto grado de compromiso y creatividad experimentados durante el proceso de creación. Además, resalta la construcción de una narrativa surgida de su imaginación al enfrentar un problema abierto en las actividades propuestas, como lo expresa al mencionar que *"...estuvimos más comprometidos en el proceso de creación y también en la elaboración de la historia que surgió de nuestra imaginación..."*.

De otra forma, los materiales educativos pueden ser medio o mediación, toda vez que en ellos se centra la posibilidad plasmar cognitivamente los aspectos disciplinares provenientes de las diversas áreas STEM+, así como abordar el pensamiento crítico, algunos aspectos creativos en conjugación con el hacer propio del profesorado. El diseño del material educativo anclado a su entorno, teniendo en cuenta actores, estimuló en el estudiantado la imaginación y la posibilidad de interconexión con el ambiente y en general con el contexto de sus realidades; el estudiante E4, cuando se refiere al momento de pensar el reto, dice *"...de mi parte fue interesante porque gracias a la idea de Wayra, pudimos abordar varios temas que son de la cultura popular y también de la cultura indígena, el hecho de colocar el colibrí o también los nombres en quechua fue un apoyo y algo creativo..."*.

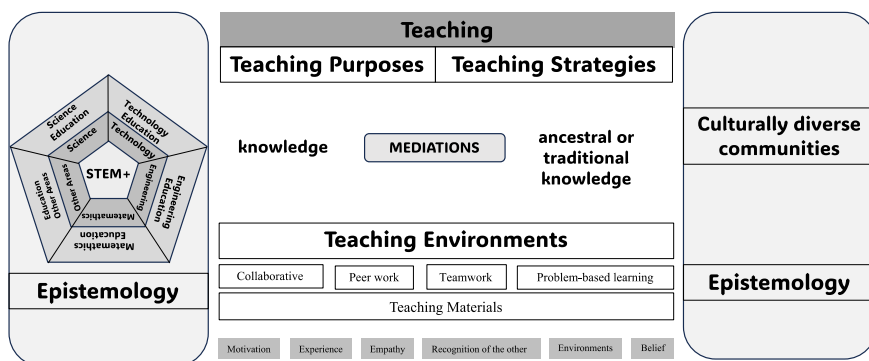


Figura 4. Enseñanza como puente entre STEM+ y Comunidades Culturalmente Diversas.

Pues bien, la evidencia señala como la enseñanza, con fundamento en sus propósitos y estrategias, potencialmente es un puente entre el conocimiento proveniente de las áreas STEM+ y las comunidades Culturalmente Diversas CD (Figura 4). Las áreas STEM+ tienen su propia epistemología, así como su campo que se orienta a los aspectos educativos, es decir, la matemática tiene su propia epistemología y la matemática educativa como su campo de desarrollo en el área de la educación, así las demás áreas.

Las áreas no se integran en las actividades STEM+, sino que interactúan interdependientemente, y las actividades STEM+DC se median entre conocimientos provenientes de ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y otras áreas y conocimientos ancestrales o tradicionales de comunidades culturalmente diversas.

Asimismo, el ambiente de enseñanza se caracteriza por elementos clave como la motivación, la empatía, la experiencia del profesorado, el trabajo colaborativo entre pares y el enfoque en el aprendizaje basado en problemas. Se espera que las interacciones fomenten el reconocimiento del otro, incluyendo sus saberes ancestrales o tradicionales, sus creencias, y su contexto tanto natural como cultural y social. Estos componentes son esenciales para configurar de manera contextualizada los ambientes de enseñanza y, por extensión, la enseñanza misma como un puente entre el conocimiento científico y tecnológico y los conocimientos ancestrales o tradicionales. De este modo, se contribuye a la ampliación de la conceptualización de los elementos fundamentales del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

CONCLUSIONES

Esta investigación resalta la enseñanza como un enlace vital entre los conocimientos científicos y tecnológicos de STEM+ y los saberes ancestrales de comunidades Culturalmente Diversas CD, proponiendo un espacio educativo donde se fusionan estas dos esferas de conocimiento. Mediante prácticas pedagógicas que valoran y respetan los legados culturales ancestrales, se enriquece la experiencia educativa, promoviendo una comprensión más integradora del mundo. Tal enfoque no solo trasciende las barreras disciplinarias y culturales, sino que también prepara a los estudiantes para abordar los retos contemporáneos con una perspectiva amplia, cultivando un entorno de aprendizaje inclusivo que celebra la diversidad de saberes y fomenta un diálogo educativo global.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se posiciona como una metodología clave en la educación contemporánea, funcionando como un puente que facilita la interacción y colaboración en entornos activos y promueve el desarrollo de habilidades esenciales como la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. Al centrar las actividades educativas en contextos naturales y reales, el ABP enriquece significativamente el proceso de aprendizaje, alentando a los estudiantes a comprender y afrontar los desafíos del mundo de manera práctica y reflexiva. Este enfoque pedagógico transformador prepara a los aprendices para el futuro, dotándolos de las competencias y la perspectiva necesarias para contribuir de manera efectiva y responsable en un mundo en evolución.

El reconocimiento del otro emerge como un pilar esencial en la enseñanza, actuando como un puente entre los conocimientos científicos y tecnológicos de STEM+ y los saberes ancestrales o tradicionales de comunidades Culturalmente Diversas CD. Este enfoque promueve un espacio educativo inclusivo y equitativo, donde se valora la diversidad y se fomenta el diálogo entre diferentes formas de conocimiento. Al incorporar este principio, se facilita un entorno de aprendizaje que respeta y celebra la riqueza cultural, preparando a los estudiantes para navegar y contribuir en un mundo globalizado y multicultural. Este compromiso con la inclusividad no solo enriquece el proceso educativo, sino que también fortalece el entendimiento mutuo y el respeto entre comunidades diversas, subrayando la importancia de una educación que abraza la diversidad como una fuente de aprendizaje y crecimiento.

La contextualización de los conocimientos STEM+ dentro de los marcos culturales y ambientales específicos de comunidades Culturalmente Diversas CD es esencial para enriquecer el aprendizaje y maximizar su impacto en la solución de problemas globales, como la crisis ambiental. Esta adaptación no solo promueve un aprendizaje significativo al integrar saberes ancestrales y prácticas sostenibles locales, sino que

también, fomenta una ética de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente. Al hacerlo, la educación STEM+ no solo se vuelve más relevante y aceptada por una amplia gama de estudiantes, sino que también, prepara ciudadanos comprometidos y capaces de contribuir activamente a la preservación y protección del entorno natural, marcando un avance hacia una educación que valora la diversidad cultural como un recurso valioso y considera la sostenibilidad como un pilar esencial.

AGRADECIMIENTOS

Pendientes

REFERENCIAS

Ballester, L., Orla, C., & Oliver, J. L. (2003). *Análisis cualitativo de entrevistas*. Nómadas (Col), 18, 140–149. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105117890013>

Basile, V., & Azevedo, F. S. (2022). Ideology in the mirror: A loving (self) critique of our equity and social justice efforts in STEM education. *Science Education*, 106(5), 1084–1096. <https://doi.org/10.1002/sce.21731>

Berglund, A., Daniels, M., & Pears, A. (2021). Through the eyes of a research team: Using theory to enhance STEM Education. *6th International STEM Education Conference, iSTEM-Ed 2021*. <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed52129.2021.9625125>

Bui, T. T. M., Le, Q. T., & Phung, T. L. (2020). Administration of teaching at high schools by orientations in stem education. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 11(3), 542–556. www.ijicc.net

Camp, S. L., Hefner, J. T., Wolf, L. G., & Goldstein, L. (2020). Building constituencies through evidence-based outreach: Findings from an archaeological STEM camp for International Baccalaureate high school students in the USA. *Journal of Community Archaeology and Heritage*, 7(1), 35–53. <https://doi.org/10.1080/20518196.2019.1674474>

Castro-Inostroza, A., Jiménez-Villaruel, R., & Medina-Paredes, J. (2021). Diseño de unidades STEM integradas: una propuesta para responder a los desafíos del aula multigrado. *Revista Científica*, 42(3), 339–352. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448350.17900>

Castro Inostroza, Á., Iturbe Sarunic, C., Jiménez Villaruel, R., & Silva Hormázabal, M. (2020). Stem or humanities education? A reflection on the integral formation of the 21st century citizen. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(Extra9), 197–208. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4110904>

Douglas, M. (1998). *Estilos de pensar "Ensayos criticos sobre el buen gusto"* (Primera Ed). Editorial Gedisa S.A.

Grossman, P. (1990). The making of a teacher : teacher knowledge and teacher education. En *Professional development and practice series*. Teachers College Press Teachers College Columbia University.

Hamilton, M., O'Dwyer, A., Leavy, A., Hourigan, M., Carroll, C., & Corry, E. (2021). A case study exploring primary teachers' experiences of a STEM education school-university partnership. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 27(1-4), 17-31. <https://doi.org/10.1080/13540602.2021.1920906>

Jiménez-Villarroel, R., Medina-Paredes, J., Castro-Inostroza, A., Chávez-Herting, D., & Castrelo-Silva, N. (2022). Valoración de docentes multigrado sobre un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas. *Revista Científica*, 45(3), 328-344. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448350.19294>

Keune, A., Peppler, K. A., & Wohlwend, K. E. (2019). Recognition in makerspaces: Supporting opportunities for women to "make" a STEM career. *Computers in Human Behavior*, 99, 368-380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.013>

Kwok, M., Vela, K. N., Rugh, M. S., Lincoln, Y. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2020). STEM words and their multiple meanings: the intricacies of asking a clarifying question. *Communication Education*, 69(2), 176-198. <https://doi.org/10.1080/03634523.2020.1723803>

Liccardo, S. (2020). Psychosocial Pathways Towards Reinventing the South African University: Wrestling with the Ghost of a Bull. En *Psychosocial Pathways Towards Reinventing the South African University: Wrestling with the Ghost of a Bull*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-49036-2>

Liu, R. (2020). Do family privileges bring gender equality? instrumentalism and (De) stereotyping of STEM career aspiration among Chinese adolescents. *Social Forces*, 99(1), 230-254. <https://doi.org/10.1093/sf/soz137>

Livstrom, I. C., Szostkowski, A. H., & Roehrig, G. H. (2019). Integrated STEM in practice: Learning from Montessori philosophies and practices. *School Science and Mathematics*, 119(4), 190-202. <https://doi.org/10.1111/ssm.12331>

Lusk, G. (2022). Is HPS a valuable component of a STEM education? An empirical study of student interest in HPS courses within an undergraduate science curriculum. *European Journal for Philosophy of Science*, 12(1). <https://doi.org/10.1007/s13194-021-00433-x>

McMillan, J., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Editorial Pearson Educación S.A.

Mallinson, C., & Charity Hudley, A. H. (2018). Balancing the communication equation: An outreach and engagement model for using sociolinguistics to enhance culturally and linguistically sustaining K–12 STEM education. *Language*, 94(3), e191–e215. <https://doi.org/10.1353/lan.2018.0048>

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. En *Science Education* (Vol. 1, Número 24). <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

Martin, A. E., & Fisher-Ari, T. R. (2021). "If We Don't Have Diversity, There's No Future to See": High-school students' perceptions of race and gender representation in STEM. *Science Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21677>

Mazur, E. (2014). *Peer Instruction: A User's Manual* (first Edit). Pearson Education Limited.

MD-Ali, R., & Kim, K. M. (2018). Geogebra in learning of mathematics towards supporting "stem" education. *Journal of Social Sciences Research*, 2018(Special Is), 776–782. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi6.776.782>

Molina, A. (2010). Consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias y el contexto cultural. *Asociación Colombiana para la Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT*. Revista EDUCyT., 1, 86–104.

Molina, A., Mosquera, C., Utges, G., & Mojica, L. (2014). *Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias* (Doctorado Interinstitucional Sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas (ed.)). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [http://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias.pdf](http://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/Concepciones%20de%20los%20profesores%20sobre%20el%20fen%C3%B3meno%20de%20la%20diversidad%20cultural%20y%20sus%20implicaciones%20en%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20las%20ciencias.pdf)

Navy, S. L., Heisler, J., Papa, J., & Gjurkovitsch, A. (2021). Conceptualizing careers: Is there an element of STEM in every profession? *School Science and Mathematics*, 121(7), 422–433. <https://doi.org/10.1111/ssm.12493>

Osborne, S., Paige, K., Hattam, R., Rigney, L. I., & Morrison, A. (2019). Strengthening Australian Aboriginal Participation in University STEM Programs: A Northern Territory Perspective. *Journal of Intercultural Studies*, 40(1), 49–67. <https://doi.org/10.1080/07256868.2018.1552574>

Perez-Ruiz, M., & Argueta-Villamar, A. (2022). El diálogo de saberes y los mecanismos de la hegemonía. En O. Sanabria-Diogo & J. Tobar (Eds.), *Diversidad epistémica y bioculturalidad* (Primera Ed, p. 556). CLACSO.

Phan, H.-P., Vo, V.-D., Nguyen, Q.-H., Duong, V.-H., & Hoang, H.-H. (2021). Building LoRaWAN IoT Kits for STEM Education in Interdisciplinary Training Programs. *6th International STEM Education Conference, iSTEM-Ed 2021*. <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed52129.2021.9625146>

Pisano, R., Vincent, P., Dolenc, K., & Ploj-Vrtič, M. (2021). Historical Foundations of Physics & Applied Technology as Dynamic Frameworks in Pre-Service STEM. *Foundations of Science*, 26(3), 727–756. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10699-020-09662-4> Historical

Soler, M. G., Cárdenas, F. A., & Hernández-Pina, F. (2018). Enfoques de enseñanza y enfoques de aprendizaje: Perspectivas teóricas promisorias para el desarrollo de investigaciones en educación en ciencias. *Ciência & Educação* (Bauru), 24(4), 993-1012. <https://www.redalyc.org/journal/2510/251057915012/html/>

Ramírez-Díaz, M. (2024). *Charlas de Física Educativa Volumen II* (M. Ramírez-Díaz, Ed.). Instituto Politécnico Nacional de México.

Ramírez-Díaz, M., & Escobar-Moreno, F. (2023). *Charlas de Física Educativa Una introducción al campo disciplinar de la Física Educativa* (M. Ramírez-Díaz & F. Escobar-Moreno, Eds.). Instituto Politécnico Nacional de México.

Sondergeld, T., Provinzano, K., & Johnson, C. (2020). Investigating the impact of an urban community school effort on middle school STEM-related student outcomes over time through propensity score matched methods. *School Science and Mathematics*, 120, 90–103. <https://doi.org/10.1111/ssm.12387>

Sze, A. W. K., Hassan, N. C., Jaafar, W. M. W., Ahmad, N. A., & Arsad, N. M. (2022). Development of a STEM Self-Efficacy Scale for Malaysian Primary School Children: A Validity and Reliability Study. *Asia-Pacific Social Science Review*, 22(1), 47–59.

Thaweekulchai, T., & Schulte, A. (2021). Affordable microfluidic electroanalysis for senior high school, college and university STEM education. *6th International STEM Education Conference, iSTEM-Ed 2021*. <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed52129.2021.9625103>

Vasilachis-de-Gialdino, I. (2006). Estrategias de investigación cualitativa. En I. Vasilachis de Gialdino (Ed.), *Biblioteca de educación - Herramientas universitaria*. Editorial Gedisa S.A. <https://doi.org/978-84-9784-374-4>

Vaval, L., Bowers, A., & Snodgrass-Rangel, V. (2019). Identifying a typology of high schools based on their orientation toward STEM: A latent class analysis of HSLs:09. *Science Education*, 103(5), 1151–1175. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21534>

Vega, F. M. T., Gonzales-Macavilca, M., Morales, S. G. S., Iraola-Real, I., & Tintaya, R. D. T. (2019). STEM's Impact on Integral Learning. Exploratory and Predictive Study in Primary School Students in Lima Norte (Peru). *SHIRCON 2019 - 2019 IEEE Sciences and Humanities International Research Conference*. <https://doi.org/10.1109/SHIRCON48091.2019.9024876>

Wieselmann, J. R., Roehrig, G. H., & Kim, J. N. (2020). Who succeeds in STEM? Elementary girls' attitudes and beliefs about self and STEM. *School Science and Mathematics*, 120(5), 233–244. <https://doi.org/10.1111/ssm.12407>

Yabas, D., Kurutas, B. S., & Corlu, M. S. (2022). Empowering girls in STEM: Impact of the girls meet science project. *School Science and Mathematics*, 122(5), 247–258. <https://doi.org/10.1111/ssm.12540>

Zimmerman, B. J. (2013). From Cognitive Modeling to Self-Regulation: A Social Cognitive Career Path. *Educational Psychologist*, 48(3), 135–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00461520.2013.794676>