

**RETOS EDUCATIVOS ABR PARA LA TRANSVERSALIDAD CURRICULAR CON
METODOLOGÍA STEAM**

MARÍA CECILIA CASTRILLÓN GIRALDO

ROBERTO CARLOS LEMUS LENGUA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN VIRTUAL (Modalidad en profundización)

ÉNFASIS AMBIENTES DE APRENDIZAJE MEDIADOS POR TIC

MEDELLÍN

2022

Retos educativos ABR para la transversalidad curricular con metodología STEAM

María Cecilia Castrillón Giraldo

Roberto Carlos Lemus Lengua

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Educación

ASESORA

VIANNEY ROCÍO DÍAZ PÉREZ

Doctora en educación

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN VIRTUAL (Modalidad en profundización)

ÉNFASIS AMBIENTES DE APRENDIZAJE MEDIADOS POR TIC

MEDELLÍN

2022

24 agosto de 2022

María Cecilia Castrillón Giraldo

Roberto Carlos Lemus Lengua

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma de los autores



María Cecilia Castrillón Giraldo



Roberto Carlos Lemus Lengua

RESUMEN

El trabajo de grado se desarrolló en un período de seis meses bajo la modalidad de profundización, estudia los lineamientos pedagógicos necesarios con los cuales es posible diseñar retos educativos ABR para la transversalidad curricular entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas con metodología STEAM a partir de la triangulación e información proporcionada por maestros, expertos y organizaciones sociales. La construcción y selección de dichos retos permitió definir e implementar acciones escolares que fomenten las llamadas habilidades 4C: pensamiento crítico, colaboración, creatividad y comunicación en los estudiantes de la educación media de las Instituciones Educativas Julio Restrepo (IEJR) y De María (IEDM) en el marco del contexto de los municipios antioqueños de Salgar y Yarumal, respectivamente.

Tabla de contenido

Introducción	7
Capítulo I: Antecedentes	10
Planteamiento del problema	16
Pregunta de investigación	18
Objetivos.....	18
Justificación.....	19
Contexto.....	20
Capítulo II: Marco referencial	24
Estado de la cuestión.....	24
Ámbito internacional	25
Ámbito nacional	37
Ámbito local	42
Marco conceptual	45
El aprendizaje basado en retos (ABR).....	45
STEAM.....	49
Habilidades informáticas del siglo XXI o habilidades 4C	55
Transversalidad Curricular	57
Capítulo III: Diseño metodológico.....	60
Paradigma.....	60
Enfoque	61
Tipo de investigación	63
Muestra poblacional	65
Técnicas e instrumentos	66
Capítulo IV: Análisis de la información	73
Concepciones y prácticas pedagógicas de los docentes sobre el uso de las tecnologías digitales	74
Relación STEAM - ABR en las concepciones y prácticas pedagógicas de los docentes.....	77
Habilidades 4C en la práctica educativa.....	82
Transversalidad curricular en las dinámicas escolares de las instituciones educativas	84
Concepciones y prácticas de los docentes sobre el uso de tecnologías en el aula	86
Lineamientos pedagógicos para retos transversales entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas	87

Relación entre las concepciones y prácticas pedagógicas STEAM - ABR de los docentes .	87
Habilidades 4C en la práctica educativa.....	89
Transversalidad curricular en las dinámicas escolares de las instituciones educativas	90
Retos educativos ABR contextualizados para la articulación entre las áreas de ciencias naturales y matemática bajo la metodología STEAM.....	95
Capítulo V: Conclusiones	105
Referencias.....	113
Anexos	122
Anexo A: Guion entrevistas semiestructuradas a docentes.....	122
Anexo B: Guion entrevistas a expertos	124

Introducción

El sistema educativo colombiano se ha enfrentado a diversas problemáticas que han conducido a repensar las causas y la relevancia de los procesos formativos en el aula. La implementación de contenidos articulados o transversales, por ejemplo, es una necesidad pedagógica requerida en las dinámicas escolares actuales para fortalecer acciones académicas que conlleven a la optimización de tiempos, recursos, ejecución de currículos y mejoramiento de las estadísticas asociadas al desempeño de los estudiantes con respecto a los criterios de calidad en la educación.

Este trabajo de investigación con énfasis en profundización presenta la construcción de algunos retos educativos que sirven como referencia para mitigar y motivar la transversalización de contenidos en el aula desde las áreas de ciencias naturales y matemáticas.

En el primer capítulo, se exponen los antecedentes sobre la falta de contenidos articulados o transversales desde las áreas de ciencias naturales y matemáticas; de igual manera, el planteamiento del problema alude a la descontextualización de la enseñanza, la poca capacitación de los maestros en temas como la transversalidad, la articulación y la implementación de herramientas tecnológicas para mediar el trabajo pedagógico en el aula.

La pregunta de investigación, los objetivos y la justificación contextualizan la falta de inversión por parte del gobierno en relación con la infraestructura y la conexión, lo cual ha agudizado aún más las diferentes problemáticas educativas del país, a tal punto de observar muestras del desinterés, la desmotivación y la negación que tienen los estudiantes con lo que les ofrece la escuela pública, los docentes y el modelo nacional de desarrollo.

Inicialmente, este trabajo investigativo proyecta teóricamente cómo el enfoque Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y la metodología Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes,

Matemáticas (STEAM), tendencias educativas especialmente seleccionadas para esta investigación, son herramientas activas y de mediación tecnológica que se presentarán luego como una alternativa pedagógica para la articulación de contenidos entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas en el contexto de las Instituciones Educativas Julio Restrepo (IEJR) y De María (IEDM) en los municipios antioqueños de Salgar y Yarumal, respectivamente.

El segundo capítulo comprende el estado del arte o de la cuestión asociado a las experiencias educativas en el marco del enfoque ABR y el desarrollo de metodologías STEAM con base en los referentes más destacados para la estructuración conceptual de estos conceptos desde tres ámbitos: internacional, nacional y local en relación con las tendencias, las particularidades y los vacíos teóricos encontrados en esta exploración de referencias bibliográficas, que confluyen con la conceptualización de *ABR*, *STEAM*, *habilidades del siglo XXI* y *transversalidad curricular*. Asimismo, se presentan las metodologías implementadas en esta investigación y algunos de los resultados preliminares obtenidos después de la aplicación de las estrategias pedagógicas ABR y STEAM en los diferentes escenarios de clase.

El tercer capítulo compila las referencias que consolidaron teóricamente el paradigma y el enfoque de este trabajo de grado, al igual que las técnicas de recolección de datos: las entrevistas semiestructuradas a docentes y expertos en estrategias ABR y STEAM, es decir, los procedimientos y los instrumentos que fundamentan el diseño metodológico previo a la construcción y selección de los lineamientos pedagógicos a partir de los cuales se construyeron los retos educativos relacionados con la muestra poblacional y el contexto de las instituciones educativas IEJR e IEDM.

En el cuarto capítulo, se desarrollan los hallazgos a partir de las categorías de análisis definidas previamente en el marco metodológico por medio de la síntesis entre la información

aportada por los docentes con respecto a las concepciones y prácticas de la tecnología en las aulas educativas, las tendencias temáticas que proponen las organizaciones sociales mundiales en estrategias STEAM y ABR y una comparación con las recomendaciones dadas por los expertos para la construcción de los retos educativos seleccionados en las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Finalmente, las conclusiones plantean las razones por las que los modelos STEAM y ABR son los más acertados en cuanto a lineamientos pedagógicos, recursos y elementos didácticos en los procesos formativos de los estudiantes de la media en las instituciones educativas IEJR e IEDM. En este sentido, se argumenta la importancia de ejecutar proyectos escolares que permitan la transversalidad curricular como herramienta anexada a las nuevas tecnologías para la mediación del aprendizaje. Todo esto se evidencia en los retos propuestos, que influyen el uso de diversas herramientas digitales y no digitales para la solución de problemáticas del entorno escolar. Las conclusiones proponen algunas preguntas problematizadoras, con las cuales otros profesionales de la educación podrán utilizar esta investigación como referente si se desea profundizar más en los modelos pedagógicos ABR y STEAM en los diferentes contextos educativos del país y Latinoamérica.

Capítulo I: Antecedentes

Las actuales necesidades educativas de los seres humanos se centran en la adquisición de habilidades que les permitan estar en la vanguardia de la compleja maquinaria tecnológica que edifica las diferentes estructuras u organizaciones sociales. La implementación de herramientas tecnológicas en el aula, la introducción de contenidos digitales en los currículos tradicionales de formación y el interés de los maestros por mejorar sus prácticas escolares dan cuenta de este hecho.

Las estrategias pedagógicas integrales como los modelos ABR, la metodología STEAM y la mediación tecnológica del conocimiento coinciden en que estas nuevas formas de enseñanza establecen dinámicas escolares cuya finalidad se centra en el alcance de competencias informáticas propias del siglo XXI, entre ellas, el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación y el trabajo colaborativo; habilidades que denotan, miden y caracterizan el aprendizaje significativo, real y relevante en los actuales contextos estudiantiles.

Esta propuesta investigativa, diseñada para la articulación de las áreas de ciencias naturales y matemáticas, pretende ajustarse a la necesidad de integrar ejes temáticos multidisciplinares, como recurso pedagógico básico para optimizar tiempos destinados en la ejecución de planes, programas, proyectos y lineamientos curriculares que determinan a las instituciones educativas del país. Espino et al. (2018) sugieren que la transversalidad traza horizontes colectivos de mejoramiento académico en los colegios colombianos; el aprendizaje basado en proyectos, problemas, retos, juegos, el enfoque STEAM, entre otras estrategias de enseñanza y aprendizaje que propenden especialmente por la mediación digital han popularizado la acción de transversalizar, articular o integrar contenidos en el aula.

Litwin (2005) insiste en la importancia de que los maestros sepan instalar el buen uso de herramientas tecnológicas y la aprehensión de conocimientos articulados dentro de sus prácticas escolares sin que ello les permita a los mismos docentes recurrir a lo tecnológico únicamente como un tema comunicacional y no como un potencial recurso de interactividad social e informática, fenómeno humano que trasciende en los modos de comportamiento de los estudiantes y que influye también de los mecanismos de formación, las ambiciones profesionales y las oportunidades de crecimiento económico que tienen los educadores.

De acuerdo con Ríos y Cerquera (2013), hasta ahora, la formación de los docentes en Colombia se ha preocupado por involucrar de forma pedagógica las herramientas tecnológicas en el aula; dicha formación siempre se ha caracterizado por la separación del “método” y la “materia”, lo que se evidencia en las facultades de educación del país cuando lo pedagógico y didáctico se construye desde distintas líneas conceptuales y paralelas a lo técnico y propio de un saber específico. Al respecto, Ríos y Cerquera (2013) indican lo radicalmente impertinente que podría acarrear esta separación si se tiene en cuenta que la calidad de la educación requiere profesionales con equilibrio técnico entre los saberes pedagógicos y disciplinares.

Las asignaturas de ciencias naturales y matemáticas, en particular, han atestiguado el fenómeno de esta separación que clasifica a los maestros y su actuar pedagógico-conceptual a la hora de impartir en el aula estas disciplinas del saber. Algunas competencias comunes de dichas asignaturas como la simulación, la modelación y la solución de situaciones problemas aíslan el uso, la mediación y la implementación de recursos tecnológicos, algo que indudablemente contradice el hecho de fortalecer el sistema educativo con las habilidades informáticas ya mencionadas.

La estrategia STEAM, cuyo objetivo es enseñar a los estudiantes cómo mejorar el aprendizaje y aplicar nuevos conocimientos desde una perspectiva multidisciplinar y basada en la realidad, es una evolución de lo que en sus inicios era sólo STEM, sin la A, que denota las artes; Yakman (2008) añadió la educación artística al modelo inicial, no sólo para referirse a las artes plásticas, sino al movimiento físico, las manualidades, el lenguaje y las ciencias humanas para sustentar que el aprendizaje STEAM fomenta el desarrollo de la creatividad y la innovación desde el aprendizaje de la ciencia y la tecnología interpretadas a través de la ingeniería y el arte, basándose en el lenguaje de las matemáticas.

La educación STEM, según Bybee (2010), buscaba inicialmente aumentar la comprensión de los estudiantes acerca del cómo funcionan las cosas, el uso de tecnologías, la introducción de la ingeniería para la resolución de problemas e innovación y la preparación de los ciudadanos para ser capaces de tomar decisiones sobre salud, eficiencia energética, calidad ambiental, uso de recursos y seguridad nacional.

De acuerdo con Cilleruelo y Zubiaga (2014), con la integración de las Artes (A) en la corriente STEM, es necesario situarse ante un nuevo marco de aprendizaje, en el que, a partir de problemas en contexto, la curiosidad y el interés personal, se convierten en motor y guías del conocimiento, puntos de partida para la exploración de diferentes soluciones a las necesidades de la comunidad, que prioriza la imaginación, la experimentación colaborativa y los procesos creativos.

Uno de los propósitos del aprendizaje STEAM en la educación consiste en que los estudiantes, especialmente mujeres y grupos minoritarios, se interesen por otros campos diferentes a las humanidades, garantizando que todos posean los conocimientos más actualizados en el mundo científico y que resuelvan problemas de la vida real para que posteriormente los

apliquen de diversas maneras. Este tipo de aprendizaje ha demostrado la capacidad que adquieren los estudiantes para aprender conceptos más profundos y ecológicamente responsables, animándolos a explorar proyectos que aporten beneficios a la comunidad, como lo afirman Yakman y Lee (2012).

El aprendizaje STEAM mostró, según estudios de Lockwood (2020), un gran impacto en la vida de un grupo de niñas entre los 7 y 10 años; uno de los descubrimientos de dichos estudios consistió en la importancia de intervenir desde temprana edad la formación educativa desde la metodología STEAM. Así pues, cuando estas niñas de edad primaria fueron expuestas a un plan de estudios de empoderamiento centrado en modelos culturales específicos de género y ABR, mejoraron su mentalidad, compromiso y participación en este tipo de estrategias.

Las mujeres involucradas en este estudio demostraron que el 100% de ellas creían y aceptaban el hecho de que las niñas pueden hacer cualquier cosa que los niños también pueden hacer. De esta manera, cuando las mujeres se unen a la fuerza laboral de STEAM, se promueve la diversidad para idear, crear e innovar; finalmente, desde diferentes perspectivas, se concluyó que las STEAM son necesarias para resolver problemas y crear nuevas herramientas para el futuro sin importar la condición de género.

En el contexto internacional, algunas de las experiencias que involucran al aprendizaje STEAM han evidenciado que dicha propuesta es específicamente una metodología activa capaz de transformar las diferentes dinámicas de clase; temas como la robótica, la fractalidad computacional, la simulación virtual de ecosistemas, la programación de análisis numéricos y estadísticos son algunos ejemplos de estrategias educativas que buscan fortalecer el ejercicio profesional docente sin descuidar lo pedagógico, lo atractivo, lo creativo, lo interactivo y lo

novedoso en el oficio de compartir el conocimiento en el aula, como se mencionó en el II Congreso Internacional STEAM Lima (Perú) en 2021.

Serna (2021) reiteró la importancia a los gobiernos latinoamericanos de forjar, establecer y patrocinar escuelas, programas y proyectos que promuevan propuestas como las STEAM-STEM para construir en el futuro una forma de evidenciar modelos sociales más competitivos en pro del desarrollo sostenible, una tarea que los ABR justifican en su implementación y diseño pedagógico en los espacios educativos.

Putri (2019) evidenció junto a un grupo de investigadores indonesios cómo reconocer de forma efectiva estrategias pedagógicas que impliquen la adquisición de habilidades informáticas como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación (Habilidades 4C) a través del uso del modelo ABR desde la educación STEM; la aplicación de este modelo comprobó que el aprendizaje en clase debe ser transversal para que se puedan conjugar simultáneamente acciones pedagógicas holísticas e integrales que propendan por el conocimiento, la inteligencia, la experiencia y la práctica, elementos conceptuales de los modelos pedagógicos sostenibles como las STEM y el ABR.

El aprendizaje STEAM, en relación con la metodología del ABR, es un campo que se ha empezado a explorar en los últimos años. Conde et al. (2020) y un grupo de investigadores españoles afirman que los estudiantes son los llamados a resolver problemas de contexto y que para ello, deben adquirir habilidades de pensamiento computacional mediante la integración STEAM, para lo cual es necesario la actualización de los planes de estudio y nuevos enfoques de aprendizaje como los ABR; sin embargo, en pruebas piloto de proyectos STEAM, se han encontrado dificultades como el número de horas de dedicación a cada una de sus asignaturas según los programas académicos de las instituciones educativas.

A escala nacional, en el año 2020, como iniciativa del gobierno colombiano, el Ministerio TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), el MEN y Computadores para Educar ofertaron a toda la comunidad educativa del país el proyecto “Ruta STEM Colombia” con el fin de desarrollar estrategias de apropiación digital de manera masiva a 20 mil docentes de instituciones oficiales de la nación, las cuales impactarían favorablemente a sus estudiantes mediante la habilitación de tecnologías emergentes y el fortalecimiento de competencias para afrontar los retos de la Cuarta Revolución Industrial. A través de dicho proyecto, se puede tener acceso a una vasta lista de contenidos y recursos digitales para su implementación en el aula y el fortalecimiento de programas basados en la tecnología (MEN, 2020).

Ochoa (2019), miembro del equipo académico en educación STEAM-STEM de la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), enuncia que los ambientes de aprendizaje mediados por estas metodologías son determinantes para la motivación de adquirir conocimientos prácticos para la vida, reforman el conducto emocional de los estudiantes y regulan los procesos formativos hacia el aprendizaje significativo.

Planteamiento del problema

En términos generales, describir las problemáticas que atraviesan las instituciones educativas públicas de Colombia es una tarea que implica revisar cada una de las particularidades que definen los puntos geográficos escolares del país y sus diferentes contextos, funciones, posibilidades, metas y alcances demográficos característicos.

En la actualidad, el ejercicio docente debe estar diseñado para atender estas problemáticas de manera profesional, de tal forma que los maestros sean capaces de conjugar en un mismo escenario educativo proyectos, programas, estrategias, métodos y recursos para que la escuela contribuya de manera relevante a la solución de dichas problemáticas, cuyo impacto se verá reflejado en los entornos sociales que rodea a los estudiantes y sus familias.

La articulación, selección, transversalización, priorización y aplicación de los diferentes contenidos curriculares que se desarrollan diariamente en las aulas de clases son, en conjunto, acciones pedagógicas que se deben analizar con detenimiento para poder ejecutar planeaciones académicas que impliquen aprendizajes significativos, donde cada uno de los procesos formativos de los estudiantes sea también una causa para el mejoramiento de la calidad de vida individual y colectiva.

Las asignaturas de matemáticas y ciencias naturales en particular, por su carácter científico, exacto, numérico, gráfico, demostrativo y experimental, permiten analizar el espacio de vida de aquellos sujetos que integran las aulas de clase, sus necesidades y sus vínculos emocionales con el otro. La falta de articulación temática entre estas áreas del saber ha constituido un problema educativo, pues la falta de recursos pedagógicos, científicos, tecnológicos y humanos que los maestros adolecen, ya sea por desconocimiento, falta de trabajo en equipo, interés profesional o ambiciones de mejoramiento escolar en las diferentes prácticas

educativas que podrían desvincular todo tipo de acciones que los profesores en conjunto podrían planear, diseñar o investigar para solventar este problema.

Según Torres (2005), esta falta de articulación entre las áreas del saber y la ausente transversalización de contenidos temáticos en las escuelas hace parte de un currículo oculto e inexplorado por los maestros; allí, las oportunidades y las posibilidades del quehacer educativo son variadas y diversas. Algunas veces, los procesos formativos requieren que dichas dinámicas curriculares tradicionales se integren desde todos los ángulos académicos y científicos que propone el mundo moderno con el fin de que la escuela siga siendo incidente en la sociedad y evolucione, al mismo tiempo que responde a las necesidades del ser humano.

Velásquez (2009) propone que la articulación y la transversalidad curricular es el primer paso hacia una concepción real del conocimiento, una estrategia metodológica activa, dinámica, abierta, integrada e investigativa que requiere el maestro para que los procesos formativos sean holísticos, significativos e interdisciplinarios. De esta manera, la integración temática de contenidos en el aula será un reflejo auténtico de la intencionalidad pedagógica, la acción académica y el carácter práctico que conjuga el saber teórico, específico y aplicado desde los docentes hacia sus estudiantes; también, será el resultado de la indagación, la investigación, la experiencia y la incorporación de realidades sociales como insumo técnico en el quehacer educativo.

Así, la articulación o integración de contenidos temáticos como política implícita desprendida de los lineamientos curriculares propuestos por el MEN, seleccionada, priorizada y aplicada en los diferentes proyectos educativos institucionales, planeaciones académicas y estrategias de aula debe considerarse como un proceso permanente de actualización pedagógica de métodos, recursos y estrategias que mitiguen problemáticas educativas.

En este trabajo de investigación, se abordan de manera especial el desinterés de los estudiantes por el aprendizaje, la descontextualización de la enseñanza de las ciencias naturales y matemáticas, la incongruencia de lo que ofrece la escuela con respecto a las realidades sociales, la tendencia a homogeneizar los currículos cuando la población estudiantil es diversa, pluricultural y cambiante; además, la falta de conocimiento en nuevas herramientas de enseñanza y aprendizaje como las que establece el nuevo orden mundial bajo la incursión de la maquinaria tecnológica informática y de las comunicaciones digitales.

Pregunta de investigación

¿Qué retos educativos son necesarios para la transversalidad curricular entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas desde la metodología STEAM, el Aprendizaje Basado en Retos para fomentar las habilidades 4C en los estudiantes de la media de las instituciones educativas IEJR e IEDM?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar retos educativos ABR para la transversalidad curricular entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas desde la metodología STEAM y el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) para fomentar las habilidades 4C en los estudiantes de la media de las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Objetivos Específicos

Identificar las concepciones sobre el uso de las tecnologías digitales en las prácticas pedagógicas de los docentes en las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Establecer los lineamientos pedagógicos necesarios para la construcción de retos transversales entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas a partir de las experiencias STEAM y ABR en el contexto de las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Justificación

El enfoque ABR y la metodología STEAM, como fuente de elementos pedagógicos empleados, seleccionados y proyectados para la construcción de este trabajo, pretenden contribuir de manera significativa con un aporte al banco de estrategias de enseñanza y aprendizaje que le permiten al docente investigador consultar cómo la optimización de recursos digitales, desde la articulación de las áreas de ciencias naturales y matemáticas, son piezas claves para fortalecer habilidades informáticas como el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración y la creatividad; asimismo, para establecer pautas, códigos y claves conceptuales en la articulación de saberes que denoten utilidad, relevancia, conveniencia y sentido real de los diferentes procesos académicos llevados a cabo en el aula.

La practicidad del ABR con metodología STEAM facilita en las comunidades educativas la implementación de la tecnología como herramienta mediadora entre la búsqueda, el análisis y la aprehensión de conocimientos, lo cual permite que haya respuestas a la mitigación de las necesidades o problemáticas asociadas a los procesos escolares que retan a la sociedad actual y su inmersión en la era digital. Igualmente, los modelos ABR con metodología STEAM invitan a la construcción e implementación de contenidos educativos digitales apropiados y pertinentes en los contextos estudiantiles, puesto que el uso generalizado de herramientas tecnológicas básicas como los dispositivos móviles, los computadores y las tabletas han trascendido en las dinámicas, culturas y formas de vida entre los seres humanos modernos.

La utilidad en la implementación de los modelos ABR con metodología STEAM permite la adquisición y el fomento de habilidades como el trabajo colaborativo, la autogestión del aprendizaje, el aprovechamiento del tiempo libre, los recursos y las motivaciones por nuevos conocimientos o saberes necesarios en la solución de problemáticas sociales del entorno estudiantil.

El desarrollo teórico y conceptual en este trabajo se desarrolla en concordancia con los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Matemáticas definidos para la República de Colombia por el MEN (2004), así como con el Plan Nacional Decenal de Educación (2016), los cuales hacen un llamado a impulsar el uso pertinente, pedagógico y generalizado de las nuevas herramientas tecnológicas para apoyar la enseñanza, la construcción del conocimiento, el aprendizaje, la investigación y la innovación.

La viabilidad en este diseño de propuesta pedagógica y metodológica radica en la acción participante que tienen los autores e investigadores en el campo de estudio, el reconocimiento cercano al contexto estudiantil, la disponibilidad de recursos tecnológicos y humanos para la ejecución del proyecto, así como el tiempo suficiente para la planeación, recolección de hallazgos, análisis y futura validación en el aula.

Contexto

La investigación se desarrolla en dos instituciones educativas de carácter oficial pertenecientes a la Secretaría de Educación del departamento de Antioquia: la Institución Educativa Julio Restrepo, ubicada en el municipio de Salgar, y la Institución Educativa de María, ubicada en Yarumal.

Institución Educativa Julio Restrepo

La IEJR, al igual que la mayoría de las instituciones de educación oficial de los municipios de Antioquia, no es ajena a problemáticas escolares como el bajo rendimiento de los estudiantes, hecho reflejado en las pruebas de estado, la desintegración temática entre asignaturas, el trabajo individualizado de sus docentes, quienes deben dedicar buena parte de su jornada laboral al diligenciamiento de formatos, comités, reuniones con padres de familia, atención y solución a situaciones de convivencia, comportamiento y disciplina.

La desvinculación del contexto de los estudiantes con los procesos de enseñanza y aprendizaje llevados a cabo en la IEJR es evidente cuando cada docente responde por la ejecución de contenidos específicos en la asignatura que orienta: no hay diálogo que permita la articulación y transversalidad entre áreas, no hay tampoco ambientes colectivos de trabajo que den paso a conocer las propuestas pedagógicas de las demás áreas obligatorias.

La IEJR cuenta con dos salas de tecnología e informática, reservadas exclusivamente para estas asignaturas. Los grupos del colegio, en promedio, se conforman por aproximadamente 40 estudiantes, quienes realizan sus actividades en parejas debido al bajo número de computadores disponibles. Estas cuentan, además, con un sistema operativo muy lento que obliga a que el desarrollo de las actividades tome mayor tiempo del esperado, sumado a la conexión a internet inestable por las características geográficas de la zona.

La IEJR ejecuta, desarrolla e implementa mallas curriculares propuestas para el municipio a partir de documentos rectores como los Estándares Básicos de Competencias, los lineamientos curriculares y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA). Dichas mallas son una construcción colectiva entre los docentes de cada área específica y las sedes educativas a nivel municipal. El currículo o plan de área está organizado por grados escolares y periodos académicos por medio de contenidos segregados de todas las asignaturas.

Los estudiantes de la IEJR son habitantes de la zona urbana y rural del municipio, la mayoría provenientes de familias de bajos recursos, dedicados a la agricultura, al trabajo por pago-labor o comerciantes. Las ofertas de empleo en el municipio son pocas; por tanto, emerge la necesidad de que estos estudiantes desarrollen habilidades de innovación y emprendimiento en contexto que evidencien nuevas formas de subsanar dicha necesidad a nivel local y que, a su vez, les permita realizar proyectos de vida con calidad, igualdad y acceso a nuevas oportunidades de mejoramiento social.

Institución Educativa de María

La IEDM, como otros centros de educación básica secundaria y media del país, se ha caracterizado por implementar dentro de sus dinámicas ordinarias de clase y proyectos de impacto social, el uso de herramientas tecnológicas como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de las competencias que estructuran los ejes curriculares de las diferentes asignaturas y grados académicos.

Sin embargo, en medio de tantos esfuerzos por estar en la vanguardia de los cambios generacionales que ofrece el sistema educativo nacional y las últimas tendencias en cuanto a modelos de aula mediados por la digitalidad, el colegio aún presenta problemáticas como el bajo desempeño en pruebas de estado, la desarticulación de contenidos, la descontextualización de temáticas, la burocracia educativa, los intereses particulares de docentes y directivos, entre otros factores que tanto aquejan a la educación pública en Colombia.

Expotécnica es el proyecto académico cumbre de la IEDM a través del cual ha logrado destacarse en la subregión norte del departamento de Antioquia como pionera en la integración de habilidades laborales para la vida; es liderado por los estudiantes del grado undécimo como resultado del desarrollo de estrategias investigativas en el aula. Dichos estudiantes exponen sus

productos académicos derivados de las diferentes modalidades o especialidades que se ofrecen en la media técnica de la IEDM: comercio, agroindustria, comunicación e informática.

El problema de investigación sugerido en este trabajo, correspondiente a la desarticulación contextual, temática y transversal entre contenidos curriculares, también lo posee el proyecto de Expotécnica, pues las actividades que éste ofrece sólo están diseñadas para los estudiantes de la sede central de la IEDM, aislando a la población estudiantil rural, pertenecientes también a la IEDM de la participación en este evento académico y al alcance que podría generarles en sus territorios campesinos.

Esta desarticulación se debe a que los docentes de la media trabajan por caminos separados desde las distintas sedes de la IEDM, puesto que se encargan de orientar a los estudiantes en las diferentes etapas de Expotécnica sin dar la oportunidad de revisar y ajustar contenidos comunes en el sector urbano y rural, lo cual crea claramente un aislamiento curricular entre maestros, planeaciones y asignaturas y cuyas consecuencias evidencian una desintegración de conocimientos específicos que son llevados a las aulas de forma para los estudiantes, las familias y los propósitos comunes de la IEDM.

Capítulo II: Marco referencial

En este capítulo del trabajo de investigación, se expone el estado del arte o de la cuestión asociado a las experiencias educativas halladas en el enfoque ABR y en el desarrollo de metodologías STEAM, cuyas argumentaciones están basadas en los referentes más sobresalientes para la estructuración y edificación conceptual de estas temáticas. También, se presentan las metodologías utilizadas y algunos de los resultados preliminares obtenidos luego de la implementación de las estrategias pedagógicas ABR y STEAM en los diferentes escenarios de clase. Se señalarán, desde tres ámbitos: internacional, nacional y local, las tendencias, las particularidades y los vacíos teóricos encontrados en esta exploración de referencias bibliográficas, que concluyen con las definiciones de ABR, STEAM, habilidades del siglo XXI y transversalidad curricular que, en conjunto, cierran este capítulo.

Estado de la cuestión

La indagación, búsqueda y análisis de los referentes en el ámbito local, nacional e internacional para la construcción del estado de la cuestión se realizaron principalmente en los repositorios de las siguientes instituciones de educación superior: Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia y Universidad Pedagógica Nacional; el buscador Online Google Scholar, los ciber portales de difusión ResearchGate, Dialnet, IOP Science, ERIC, y de algunas bibliotecas o revistas electrónicas e indexadas como ScienceDirect y REED Colombia.

Los descriptores o palabras claves que se emplearon para el rastreo de la información fueron: aprendizaje basado en retos, metodología STEM, metodología STEAM, STEM methodology, STEAM methodology, ABR y STEAM; ABR, ciencias naturales y matemáticas; Challenge based learning secondary, Challenge based learning, CBL. La selección de los

documentos que soportan esta propuesta de investigación sobre el enfoque educativo ABR con metodología STEM, STEAM o STEM STEAM consiste en una colección de artículos de divulgación científica, trabajos de grados en maestrías y doctorados, todos ellos publicados entre los años 2018 y 2022.

Los países que más reportan investigaciones asociadas al enfoque ABR y la metodología STEAM como experiencias educativas están geográficamente ubicados en el centro y norte de Europa, el sudeste asiático, el norte de África, Australia y Norteamérica. En el contexto latinoamericano, sobresalen Brasil y México. Se incluyeron también las metodologías STEM STEAM integradas, las cuales se encuentran referenciadas en Estados Unidos, México, Canadá, Ecuador y otros países como Nigeria, Suecia y Egipto.

Las tablas que se visualizan en este estado de la cuestión resumen el rastreo de referencias realizado para exponer las experiencias escolares o educativas del enfoque ABR con la metodología STEAM, STEM o STEM STEAM. Además de los países de procedencia, se encuentran las direcciones bibliográficas virtuales y los títulos de cada uno de los estudios realizados en estas implementaciones pedagógicas mediadas por herramientas digitales.

Ámbito internacional

Los modelos ABR y las experiencias STEAM se originan en el contexto educativo internacional a partir de la demandante tarea de conjugar herramientas pedagógicas de distinta naturaleza que puedan ofrecer, desde cualquier área del conocimiento científico e informático, soluciones a los problemas sociales y ambientales de una comunidad educativa, donde la mediación a través de recursos digitales se convierte en una garantía para la ejecución de modelos educativos amigables con el planeta: una de las características más sobresalientes en los ABR y las STEAM.

Johnson y Adams (2017) sostienen lo anterior cuando afirman que los ABR y las experiencias educativas STEAM, por su afinidad a los modelos de desarrollo sostenible, su estructura multidisciplinar y su aplicación real en el medio social de la educación, incrementa en los estudiantes valores como el liderazgo, la sensibilidad ecológica y la comunicación efectiva, destrezas necesarias en el ser humano cognoscente y protagonista de la era contemporánea de la tecnología digital.

Las tendencias a nivel internacional con respecto a las experiencias escolares llevadas a cabo bajo el enfoque pedagógico ABR y las STEAM muestran que conceptualmente, coinciden en una sucesión de pasos o recursos direccionados, con los cuales se pueden desarrollar estos modelos de mediación digital en cualquier escenario educativo.

Marwa Saleh (2020) indica que el enfoque ABR, al estar estratégicamente diseñado por la anterior sucesión de pasos, establece experiencias de aprendizajes significativas y de distintas dinámicas didácticas, en las cuales los estudiantes traducen en trabajo colaborativo con sus profesores y buscan la opinión de expertos para reforzar lazos sociales con sus comunidades. Este trabajo colaborativo consiste en desarrollar conocimientos más profundos, contextualizados, ajustados y priorizados desde las asignaturas escolares que están cursando los estudiantes para resolver desafíos o retos aplicables de su entorno.

Para Bybee (2020), esta serie de pasos hacia los ABR también se pueden extrapolar en las metodologías STEM STEAM, ya que la estructura transversal, integrada y articulada en estas modalidades educativas para la mediación digital de temáticas escolares construye secuencias didácticas que unen contenidos, mallas, planeaciones y currículos, evitando que se trabajen por separado como tradicionalmente ocurre entre docentes y estudiantes con el fin de promover

políticas educativas que incluyan estrategias, modelos y proyectos que permitan acciones como la articulación de contenidos provenientes de diversas disciplinas del saber.

En el proyecto STEM 4 MATH (Van De Keere y Vervaet, 2018), por ejemplo, propendió por abordar conceptos matemáticos “difíciles” mediante el uso del enfoque STEM integrado a competencias numéricas, variacionales y analíticas y se caracterizó por instaurar dentro de sus objetivos la articulación de contenidos transversales, de tal forma que la acción de aprender a cuantificar fuera común en diversos contextos escolares relevantes para los niños, jóvenes y adultos en cualquier comunidad educativa. El producto de esta experiencia fue la creación de un modelo didáctico con 20 prácticas STEM, las cuales estaban enfocadas en las matemáticas y el pensamiento numérico. Al final de la implementación, los resultados lograron que los niños modificaran su actitud, de negativa a positiva, frente a las matemáticas, concluyendo que son útiles e importantes en la solución de situaciones problemas.

Polydoros (2021) documenta cómo los estudiantes de grado sexto evidenciaron cambios positivos en su formación al comprender mejor los conceptos matemáticos luego de utilizar la metodología STEM en el aprendizaje de la clasificación numérica y la articulación con temas de ciencias naturales y genética. De igual forma, desarrolla el trabajo con un grupo que sólo recibía clases magistrales tradicionales; la participación de los estudiantes en las tareas STEM que recibieron permitió una mayor interacción, facilitó la transferencia de experiencias y una mejor consolidación de conceptos científicos en entornos de aprendizaje cooperativo.

Sadoh, Shuaibu y Iliyasu (2021) señalan la importancia de incluir en el enfoque de enseñanza STEM STEAM los ambientes de aprendizaje en los cuales prime el trabajo colaborativo y la retroalimentación entre pares, puesto que en las escuelas secundarias la adopción de posturas desde diferentes percepciones sociales permite la posibilidad de que los

miembros de las comunidades educativas sustenten y presenten argumentos para la elección de los contenidos académicos y contextualizados que se ejecutan en el aula en aras de que la escuela siga siendo incidente en el desarrollo de sociedad.

Anderson (2021) investigó cómo a través de distintos canales de comunicación digital, el trabajo colaborativo desprendido de la STEM STEAM facilitó las tareas de revisión, análisis y exposición de los productos académicos hechos por los estudiantes. Esta investigación consistió en una revisión sistemática de comparar la forma en que los americanos y los coreanos desarrollaban experiencias análogas en educación STEM STEAM, los tiempos utilizados para desarrollar los proyectos y los comentarios que se compartieron a través de distintas redes sociales. Los resultados presentaron que en Estados Unidos, la educación STEAM no está estandarizada dentro de los currículos norteamericanos y sus modelos pedagógicos; por otro lado, en Corea, el Ministerio de Educación expidió un decreto en 2011 en el que la educación STEAM es prioridad dentro de todas las modalidades de formación en la península coreana.

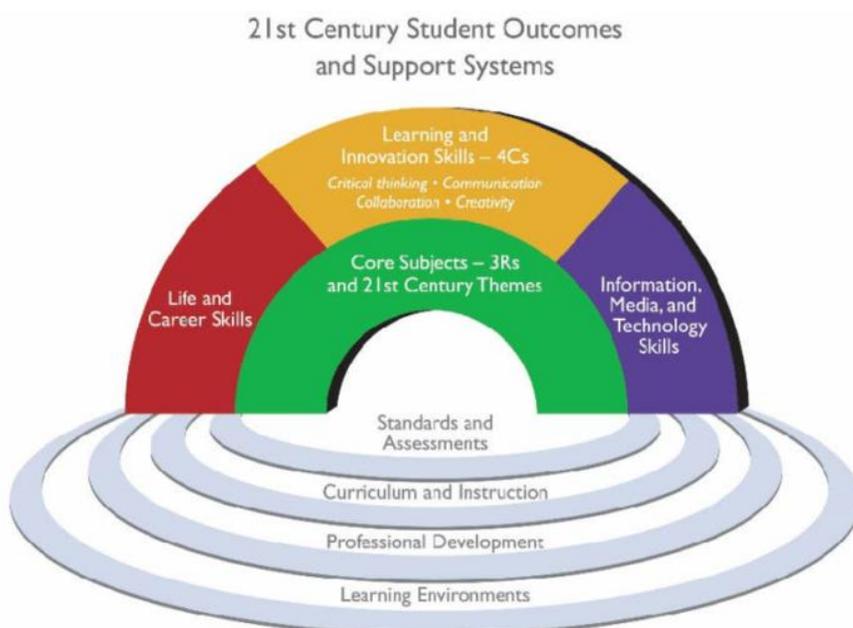
Esta política de priorización de la educación STEAM en Corea se extendió por todo el continente asiático; Chung y Li (2021) comprobaron esto cuando algunas experiencias STEAM fueron llevadas a cabo con estudiantes de secundaria en todas las escuelas en Hong Kong. El objetivo inicial fue investigar cómo la integración de la educación artística con el modelo del aprendizaje basado en problemas desde la educación STEM promueve los procesos creativos. Esto dio paso al enfoque de la educación STEAM y la relación con las habilidades 4C en Hong Kong y gran parte del territorio chino.

Chang, Lim y Kim (2012) promovieron también que dentro de las experiencias STEAM desarrolladas en gran parte de los países asiáticos, se incluyeran estrategias pedagógicas que articularan contenidos de ecología y medio ambiente, violencia y acoso escolar, orientación

sexual, racismo, sexismo, feminismo, autoimagen, capitalismo, inmigración y refugiados, guerra, censura, clases sociales, minorías, lesbianas, personas gay, bisexuales y cuestiones transgénero de las comunidades LGTBIQ+, entre otros temas que fomentaran la adquisición de competencias digitales como las habilidades del siglo XXI o habilidades 4C (Figura 1)

Figura 1

Habilidades de las 4C en el siglo XXI



Fuente: Chang, Lim y Kim (2012).

Le, Tran y Tran (2021) sostienen que la educación STEM STEAM ha ganado popularidad en estos países asiáticos gracias a las políticas de los gobiernos y sus intereses de convertir a sus pueblos en ciudadanos digitales; sin embargo, se han documentado problemas y desafíos que han conllevado a dejar estas experiencias STEM STEAM inconclusas: su aplicación en algunas escuelas secundarias públicas de Vietnam expuso resultados que muestran cómo los profesores tuvieron problemas al establecer desafíos desde la transversalidad disciplinar con los métodos de enseñanza, currículos, modelos y algunas restricciones prácticas y de creencias religiosas sobre las STEM STEAM en la educación tradicional del sudeste asiático.

Johnson y Adams (2017) sustentan que en la transversalidad curricular del enfoque ABR y las experiencias STEM STEAM, deben seleccionarse los elementos pedagógicos necesarios para que los docentes puedan implementarla dentro de sus dinámicas escolares debido a que éstas, por su carácter multidisciplinario, amplio y mediado por herramientas digitales, proveen procesos de enseñanza y aprendizaje que facilitan que los estudiantes aprovechen la tecnología con la que ejecutan tareas básicas de la cotidianidad, por ejemplo, compartir avances de tareas y trabajos escolares que resuelven problemas del entorno social a través de redes interactivas virtuales.

Capone, Del Sorbo, Pisa y Trerotola (2019) opinan que el ABR y las STEAM, como enfoques de enseñanza multidisciplinario, han sido diseñados asertivamente para el actual contexto educativo digital, pues responden a metodologías activas, en las cuales los estudiantes participan de su propio aprendizaje de manera lúdica y en relación con el entorno, permitiéndoles enfocarse en la solución de desafíos reales mientras promueven el uso auténtico de la tecnología en la escuela y con ello, el progreso y el mejoramiento de las habilidades informáticas que requieren los seres humanos hoy.

Los ABR y las STEAM como experiencias educativas también han promovido el fomento del uso de las tecnologías de la información y la comunicación como recurso pedagógico para la protección ambiental del planeta en los escenarios escolares. Además, dichas experiencias educativas se convierten en una apuesta social al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible propuestos por la Organización de la Naciones Unidas en su agenda ecológica y educativa para el año 2030 (ONU, 2030).

Hassan et al. (2019) insisten en que el ABR y las STEAM, como modelos sostenibles, son llamados que hace la escuela a la acción de proteger los ecosistemas que la rodean, algo que

inherentemente requiere que los estudiantes promuevan causas ambientales, y así generen múltiples posibilidades temáticas para establecer los desafíos necesarios en los modelos ABR y su mediación a través de las STEAM y otras herramientas digitales.

Las posibles soluciones a dichas causas ambientales que se generen serán más fáciles de ejecutar y realizar a la luz del tiempo y los recursos que los estudiantes tienen para observar, clasificar y medir desde lo que han establecido como retos o desafíos ambientales bajo el enfoque ABR y la metodología STEAM que les proponen sus maestros en las jornadas de clase. Estos modelos sustentables de educación digital permiten la utilización apropiada de la tecnología para investigar y encontrar soluciones a los problemas del entorno biológico y social.

Portuguez y Gómez (2020) insisten también en la importancia ambiental de la implementación de las tecnologías de la información y la comunicación en los modelos ABR y STEAM, pues facilitan en los estudiantes la presentación de productos finales, la contextualización de alternativas y soluciones en los retos, la documentación digital de socialización de ideas diversas en foros, comentarios y opiniones en línea, inclusive la creación de *blogs* y plataformas virtuales para el trabajo colaborativo.

Nicholls (2018) establece que los formatos pedagógicos de los modelos ABR y las STEAM, más allá de su carácter ecológico, deben estar diseñados también para mejorar procesos formativos en el aula, específicamente aquellos que propenden el alcance de habilidades computacionales e interacción social virtual, las cuales permiten describir a partir de recursos digitales los avances, las metas, las habilidades socioemocionales de los estudiantes, los resultados esperados y la exploración de posibilidades sostenibles.

Maite Goñi Eizmendi (2018) explica cómo los modelos ABR y las STEAM, vistos como enfoques pedagógicos sostenibles, responden a experiencias relevantes y oportunas para la

solución de problemas que enfrentan los estudiantes en la naturaleza cercana a sus contextos, concluyendo que la capacidad de comprender teóricamente los objetivos, los pasos y los métodos en la implementación de ABR y las STEAM en el aula se convertirán en herramientas lo suficientemente útiles en la solución de problemáticas ecológicas.

Las particularidades halladas en los ABR y las STEAM en el ámbito internacional con respecto a lo metodológico obedece a algunas formas investigativas más allá de las cualitativas con que se lleva a cabo estos enfoques pedagógicos en las aulas de clase. Fidalgo Blanco et al. (2017) sugieren que los ABR y las STEAM deberían ser herramientas de enseñanza y aprendizaje con pedagogía activa en los primeros años de la escolaridad y obligatorias en el desarrollo temático de las diferentes asignaturas propias de los programas de educación superior debido a que impulsan el pensamiento creativo, las habilidades matemáticas, informáticas, investigativas y promotoras de la cultura del autoaprendizaje desde temprana edad y hasta la vida adulta.

Hayatun Nufus y Duskri Bahrún (2018) incluyen en la implementación de modelos ABR y las experiencias STEAM métodos cuasi cuantitativos como el uso de entrevistas y formularios digitales para la compilación, revisión y presentación de la información resultante de estos enfoques pedagógicos. De igual manera, afirman que la capacidad de pensamiento creativo se define con ideas o conceptos dados por los estudiantes para resolver problemas con la inducción matemática y las estadísticas asociadas a la recolección de datos.

La fluidez de involucrar ciencias numéricas en los modelos ABR conduce a soluciones exactas de los problemas, retos o desafíos que dichos modelos pretenden remediar. Hayatun Nufus y Duskri Bahrún (2018) afirman que la originalidad de implementar matemáticas extraídas de las STEAM en el modelo ABR es una forma genuina de pensar lógicamente que contribuye a

la resolución de problemas y la superación paso a paso o algorítmicamente los retos desde el enfoque ABR y su conjugación con las experiencias STEAM.

Carpeta et al. (2017), por otro lado, infieren que los ABR y las STEAM posibilitan procesos educativos para la resolución pacífica de conflictos; la interacción social en los diversos medios virtuales de comunicación mejoran las formas de compartir dinámicamente el conocimiento; la resolución de retos y desafíos promueve de forma autónoma valores individuales para la superación personal, la convivencia entre pares y alcance de metas productivas, de emprendimiento y de ruptura entre distinción de clases económicas.

Susalawati (2017), por su parte, sugiere que los modelos ABR y las STEAM permiten clasificar el conocimiento en los estudiantes por niveles, ya que algunas habilidades matemáticas propias del enfoque ABR y las experiencias STEAM como la estructuración de la información, la organización en tablas y la caracterización estadística de la misma denotan alcances argumentativos sólidos para la exposición de resultados y la configuración de las soluciones de los desafíos o retos inmersos en los ABR y las STEAM.

Para Marwa Saleh (2020), los resultados esperados luego de la implementación teórica del modelo ABR y las STEAM ayudan a los estudiantes a establecer ambientes colaborativos de aprendizaje flexibles, agradables, innovadores y completamente ecológicos. En este sentido, los ABR y las STEAM cambian el entorno de aprendizaje tradicional en el que está centrado el maestro junto con sus estudiantes; además, plantean la relación entre el desarrollo de competencias en investigación con metodologías, resolución de retos y habilidades de la comunicación.

Yang et al. (2019) concluyeron que los estudiantes pueden mejorar su capacidad para innovar y crear a través del aprendizaje colaborativo. Por otro lado, Kohn et al. (2019) insisten

en que la exitosa experiencia educativa de utilizar ABR y las STEAM en los espacios educativos proporciona referencias sólidas para que los docentes promuevan en sus estudiantes autodirección del conocimiento, creatividad e innovación.

Tabla 1

Recopilación de referentes internacionales en la implementación de ABR con metodología STEAM

País	Autores	Año de publicación	Objeto de estudio
México	Gutiérrez, Torres, Biondi, Sarmiento y Acuña	2021	La implementación de un nuevo modelo educativo denominado “Bloque”, basado en módulos de contenidos, un desafío y evaluación de la investigación y las competencias transversales.
Nigeria	Sadoh, F., Shuaibu, G. y Iliyasu, H.	2021	Teaching STEAM Education in Nigerian Private Secondary Schools: Possible Challenges and Remedies
Estados Unidos	Chung, S. K., y Li, D.	2021	Issues-Based STEAM Education: A Case Study in a Hong Kong Secondary School
Estados Unidos	Anderson, N.	2021	A Systematic Review of STEAM Education Research: Comparing American and Korean Studies
España	Pérez Torres, M., Couso, D., y Márquez, C.	2021	¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora

País	Autores	Año de publicación	Objeto de estudio
Ecuador	Aguirre, J. P. S., Moyano, E. M. J., Poveda, R. D. S., y Vaca, V. D. C. C.	2020	STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior
Grecia	Polydoros G.	2021	Engaging STEM Methodology to Teach Science in Primary Education
Indonesia	Wahyuningsih, S., Nurjanah, N. E., Rasmani, U. E. E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A. R., y Syamsuddin, M.	2021	STEAM Learning in Early Childhood Education: A Literature Review
Vietnam	Le, L. T. B., Tran, T. T., y Tran, N. H	2021	Challenges to STEM education in Vietnamese high school contexts
Suecia	Kamilla Kohn Rådberg, Ulrika Lundqvist, Johan Malmqvist y Oskar Hagvall Svensson	2020	From CDIO to challenge-based learning experiences – expanding student learning as well as societal impact?
Egipto	Marwa Mourad Saleh	2020	A Challenge Based Learning Program to Develop General Diploma Students' Research Skills and their Satisfaction

País	Autores	Año de publicación	Objeto de estudio
México	May Portuguez Castro y Marcela Georgina Gómez Zermeño	2020	Challenge Based Learning: Innovative Pedagogy for Sustainability through e-Learning in Higher Education
Italia	Capone, R; Del Sorbo, M; Pisa, A. y Trerotola, M.	2019	Challenge based learning and game-based learning to improve mathematical competencies: an italian case study in secondary school
Nigeria	Hassan, Gimba, Usman y Abdullahi	2019	Impact of challenge-based learning strategy on academic achievement among low ability junior secondary school basic science and technology students in minna educational zone of Niger State
Indonesia	Susalawati y Suryadi	2019	The challenge-based learning to students' spatial mathematical ability.
China	Zhi Yang, Ying Zhou, Joanne W.Y. Chung Qiubi Tang Lian Jiang, Thomas K.S.Wong	2019	Challenge Based Learning nurtures creative thinking: An evaluative study
Bélgica, Portugal, España, Suecia y Finlandia	Van De Keere, K., y Vervaet, S.	2018	STEM4MATH

País	Autores	Año de publicación	Objeto de estudio
Indonesia	Hayatun Nufus, M. Duskri, Bahrun.	2018	Mathematical Creative Thinking and Student Self-Confidence in the Challenge-Based Learning Approach
España	Maite Goñi Eizmendi	2018	Análisis de caso de una experiencia de aprendizaje basado en retos para la innovación con TIC en instituciones educativas en modalidad online
Australia	B. Nicholls	2018	Challenge based learning: a real-world approach for secondary students to solve complex problems using geoscience knowledge and skills

Fuente: autoría propia

Ámbito nacional

En el ámbito nacional, con respecto al estudio y las investigaciones hechas sobre los ABR con metodología STEAM, es difícil encontrar referentes que hayan divulgado estos modelos pedagógicos de aprendizaje integrados en los diferentes contextos educativos del país. Esto se debe a que, en Colombia, la educación en sus distintos niveles está adoptando la mediación digital en los tradicionales métodos de enseñanza y aprendizaje que se imparten en el país.

Useche y Vargas (2019) exponen uno de los hallazgos más significativos a escala nacional respecto a la implementación de la educación STEAM en la básica secundaria, fundamentados en una revisión bibliográfica que consistía en exponer articuladamente temas

como la modelación, la epistemología y la didáctica de las ciencias en los colegios urbanos de Colombia en diferentes canales virtuales de comunicación. La idea surgió a partir de la inquietud de los maestros acerca de las actuales prácticas pedagógicas y el bajo desempeño de los estudiantes en pruebas de estado, específicamente en los componentes de ciencias naturales, sociales y matemáticas.

Ochoa (2019) explica cómo a través de las experiencias STEAM en Colombia y los esfuerzos de la Organización de los Estados Americanos se han establecido políticas de integración curricular en dichas experiencias para afrontar la falta de comprensión y asimilación de conceptos específicos de las ciencias naturales y exactas como las matemáticas, la geometría y la estadística en las aulas desde los procesos creativos. En el panorama nacional, las experiencias STEAM están fundamentadas para que haya más personas capacitadas e involucradas en profesiones que requieran competencias tecnológicas, informáticas y digitales en la investigación científica.

Dulce-Salcedo et al. (2022) indagaron las estadísticas asociadas a la cantidad de mujeres que desde la educación secundaria hasta la universidad se inscriben y terminan carreras afines a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Esta investigación, realizada en la ciudad de Bogotá, encontró que las estudiantes fueron expuestas a un alto número de maestras que impartían lecciones desde la metodología STEAM y comprobaron que durante la secundaria hay mayor probabilidad de que las mujeres desarrollen más habilidades informáticas con los programas STEAM, aumentando el interés de la población femenina en continuar estudios asociados a la ingeniería y las ciencias. El panorama de la ausencia de mujeres en las facultades ingenieriles y científicas no sólo se vive en Colombia, sino a nivel internacional.

Por otro lado, Siregar et al. (2019) estudiaron el efecto de los programas STEAM en el rendimiento de los estudiantes colombianos en matemáticas a través del metaanálisis de datos y encontraron una serie de fortalezas para el manejo de la información numérica y estadística digitalizada, cuyo impacto en el ámbito académico obtuvo resultados positivos en la comprensión de conceptos matemáticos. Si se incorpora este tipo de experiencias STEAM en los programas curriculares de clase, el rendimiento académico de los estudiantes brinda muestras para la adquisición de nuevas herramientas que contribuyen a la aprehensión del conocimiento, la autogestión del aprendizaje y la importancia de investigar en contexto.

James y García de los Ríos (2019) aseveran que desde el año 1987, la prioridad de ejecutar currículos educativos en relación con los contextos geográficos nacionales son responsabilidades obligatorias de los gobiernos. La escuela nueva es un ejemplo de cómo la nación ha incursionado en este tipo modelos educativos escolares contextualizados que promueven metodologías activas, procesos de formación por etapas, secuenciales, metódicos, moderados, flexibles, circunstanciales, didácticos, relevantes y sostenibles en el tiempo. Los modelos ABR y las STEAM aparecen para continuar el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje tradicionales, en el que la implementación de herramientas tecnológicas digitales y la adquisición de habilidades informáticas son los ejes fundantes de la interacción con el otro, el trabajo en equipo o colaborativo y la automotivación propia del estudiante para el ingreso a la educación superior.

La capacidad de trabajar colaborativamente a través de los ABR, las experiencias STEM, STEAM o STEM STEAM y la mediación educativa a través de las herramientas digitales marcan una tendencia conceptual presente en estos modelos pedagógicos, cuyos autores han implementado en las diferentes aulas de clase. Rivera (2020) ve en este tipo de

implementaciones una clara apuesta por desarrollar en los estudiantes el pensamiento computacional, la discusión entre pares y la capacidad de emprendimiento, competencias claves para adoptar actividades y trabajos escolares de índole investigativo, crecimiento económico y soluciones a los problemas sociales que tanto han frustrado los sueños y esperanzas de muchos estudiantes de bajos recursos en Colombia.

Por otro lado, Torres et al. (2020) identifican en los modelos ABR y las STEAM conceptualizaciones científicas para la exploración multidisciplinar del conocimiento y su aplicación de diversas formas, lo cual permite que el saber sea más atractivo, de importancia real para los estudiantes y sus comunidades, cuyo desarrollo de tópicos tienen mayor significancia y alcance global en el establecimiento de los retos y desafíos de los ABR y las STEAM. Por ejemplo, la biodiversidad de los ecosistemas colombianos, los servicios de salud, la guerra en las comunidades rurales y urbanas, el narcotráfico, la democracia, la resiliencia y la sostenibilidad, temas claves en el escenario educativo nacional.

Martínez y Muñoz (2020) opinan que la forma de enseñanza y aprendizaje que dejan los ABR y otras estrategias de mediación digital educativa como las STEAM es un acierto cuando se trabaja de forma articulada entre los maestros que dirigen las áreas transversales en las STEAM. De este modo, se elaboran acciones colectivas y magistrales para las soluciones de las problemáticas del entorno mencionadas en el párrafo anterior: dichas acciones resultan de la interacción del estudiante con el otro y el debate de propuestas concretas y significativas para resolver los retos o desafíos involucrados en los ABR.

Entre los vacíos conceptuales hallados en los referentes nacionales, se puede evidenciar en la Tabla 2 que en las experiencias educativas asociadas a los ABR y las STEAM hay una escasez de vivencias que exploren la transversalización de las áreas de ciencias naturales y

matemáticas con estudiantes de la media académica, cuestión que este proyecto de investigación procura previsualizar para establecer el estado de la cuestión en el ámbito nacional.

Suárez (2019) explica que, en Colombia, los proyectos educativos innovadores marcan la posibilidad y la oportunidad de que los estudiantes se aventuren en nuevas formas de obtener el aprendizaje dado que la transversalización de área es un factor determinante para mejorar currículos tradicionales con la inclusión de las STEAM, los ABR y otros modelos de aprendizajes como los gamificados y aquellos basados en problemas o proyectos.

Asimismo, dicho autor también afirma que con la mediación de la tecnología digital y la puesta en escena de los ABR y las STEAM, la indagación acerca alcance de los nuevos modelos de aprendizaje en Colombia y su incidencia en la población estudiantil aún debe resolverse desde las facultades de educación en el país. La integración de contenidos desde cualquier área del conocimiento con la tecnología será, en todo caso, el primer paso que deberán dar los estudiantes y maestros para generar valores y hábitos propios del quehacer educativo como la autogestión del tiempo y del aprendizaje, la obtención y el manejo de herramientas digitales para la solución de las necesidades básicas de la comunidad escolar.

Tabla 2

Recopilación de referentes nacionales en la implementación de los modelos pedagógicos ABR y la metodología STEAM

Autores	Fecha de publicación	Nombre de la publicación	Departamento
Dulce-Salcedo, O; Maldonado, D; y Sánchez, F.	2022	Is the proportion of female STEM teachers in secondary education related to women's enrollment in tertiary education STEM programs?	Bogotá
Ivo Albeiro Rivera Morcillo	2020	Aprendizaje Basado en Retos con mediación de las TIC, una oportunidad para desarrollar el Pensamiento Computacional	Valle

Autores	Fecha de publicación	Nombre de la publicación	Departamento
Martha Liliana Torres-Barreto, Ginna Paola Castro Castaño y Mileidy Álvarez Melgarejo	2020	A Learning Model Proposal Focused on Challenge-Based Learning	Santander
Martínez Muñoz, A.	2020	Ambiente virtual de aprendizaje como estrategia pedagógico-didáctica basada en retos gamificados enfocados a la educación bimodal en el sector rural en la I.E.D. José María Obando, El Rosal-Cundinamarca.	Cundinamarca
Useche, G., y Vargas, J.	2019	Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la educación básica y media.	Manizales
Wilson James García De Los Ríos	2019	Aprendizaje basado en retos para la solución de problemas con tecnología con mediación TIC para el grado 11 de la I.E Liceo Gabriela Mistral, municipio de La Virginia Rda	Risaralda
Suarez, D.	2019	Aprendizaje basado en retos como estrategia metodológica para el área de tecnología.	Boyacá

Fuente: autoría propia

Ámbito local

La indagación de los referentes locales evidencia que la implementación del modelo pedagógico ABR y las STEAM es menor si se compara con otras estrategias escolares como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o el Aprendizaje Basado en Tareas (ABT), gamificaciones o STEM. Velásquez (2009) indica que la falta de innovación curricular en el campo educativo se debe a que las escuelas aún no han evolucionado hacia nuevas estrategias de enseñanza en el aula, pues los intentos de implementar

proyectos escolares con mediación TIC se convierten en herramientas poco acertadas dado el desconocimiento que se tiene de las necesidades educativas en cada contexto de los colegios colombianos, en especial los del departamento de Antioquia.

Ochoa (2019) sostiene que el diseño de propuestas educativas, cuya intervención pedagógica sucede en ambientes de aprendizaje mediados por las herramientas digitales como las STEAM, propician experiencias de aula significativas, las cuales necesitan de una ardua planificación en tiempos, recursos, planeaciones y capacitaciones para los docentes.

Universidades antioqueñas como la Pontificia Bolivariana implementan ambientes de aprendizaje con estrategias STEAM para la reorganización de roles, prácticas y dinámicas escolares que tradicionalmente se han ejecutado en los colegios y centros de educación superior, modelos pedagógicos que responden a la obtención de altos resultados en las pruebas exigidas por el estado para el mejoramiento de los patrones de la calidad de la educación en Colombia.

De acuerdo con Reyes et al. (2018), el mejoramiento de la calidad de la educación en el departamento de Antioquia a través de las experiencias STEAM requiere que estas se instalen inicialmente como propuestas de trabajo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas, puesto que las presentes en la enseñanza de las áreas STEAM de la media académica en instituciones educativas de Medellín demostraron la capacidad que tienen los estudiantes para asimilar nociones teóricas, algebraicas, de cálculo y geometría analítica con ayuda de herramientas digitales.

Lo anterior se hizo posible gracias a la determinación de los colegios del Valle de Aburrá de las características, los beneficios y las formas de emprendimiento económico que podrían hallarse en las STEAM. Igualmente, se incluyeron otras experiencias relacionadas con el razonamiento lógico, la indagación científica y el uso de plataformas digitales que hacían

hincapié en las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), pero ninguna resultó ser más eficaz que las STEAM por su particularidad de despertar de manera auténtica el interés de los estudiantes para reconocer los conocimientos útiles para la vida, las soluciones a las problemáticas del entorno y el fomento de valores como la participación activa, la opinión respetuosa y el trabajo colaborativo.

La Secretaría de Educación del departamento de Antioquia y la Alcaldía de Medellín han propuesto apoyar experiencias educativas que mejoren el desempeño de los estudiantes a través de la mediación digital; programas como Medellín Territorio STEM+H, Medellín STEAM LAB y STEAMarkers Antioquia son experiencias significativas que han podido vincular poblaciones estudiantiles de diferentes niveles de escolaridad e incursionar en las ciencias, la ingeniería y la informática.

Figura 2

STEM + H Medellín: territorio de ciencia, innovación y humanidades



Fuente: Alcaldía de Medellín, 2017. Canal de YouTube.

Estos programas trabajan por el mejoramiento de las habilidades tecno-comunicativas que puedan desprenderse de cualquier modelo que incluya la mediación digital del conocimiento

como los ABR y la metodología STEAM. Los resultados de estos enfoques pedagógicos consisten en promocionar entre todos los actores educativos del país la importancia de reducir y mitigar la brecha económica, política y educativa que existe entre los países que se han abierto al uso sostenible de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en los distintos espacios educativos del mundo.

Marco conceptual

El aprendizaje basado en retos (ABR)

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es una estrategia pedagógica en el aula diseñado para solventar de manera real las problemáticas sociales y ambientales contextualizadas de los estudiantes y los maestros con ayuda y mediación en las tecnologías de la información y la comunicación. Acuña, Britton, García y Maya (2017), los ABR coinciden en que esta estrategia de enseñanza permite que el conocimiento sea adquirido a través de las vivencias humanas, el desarrollo del pensamiento creativo, el fortalecimiento de competencias y las habilidades informáticas del siglo XXI. Asimismo, indican que las acciones académicas y científicas asociadas a los ABR mediados por herramientas digitales y su apropiación pedagógica en las aulas edifican laboratorios experimentales para la solución de problemáticas del entorno cercano a los estudiantes, contribuyendo directamente al fomento de valores cívicos, creativos, de emprendimiento e innovación digital.

El gigante de la industria informática, *Apple*, crea, construye, propone y establece los modelos ABR en el medio educativo mundial aproximadamente en el año 2011 como una alternativa digital innovadora a las tradicionales prácticas curriculares de enseñanza y aprendizaje.

Figura 3

Sucesión de pasos para la implementación del modelo pedagógico ABR en escenario educativo con mediación digital



Fuente: (Apple, 2011)

El origen de los ABR en el mundo de las ciencias de la educación estableció como objetivo fundamental fortalecer los procesos formativos en cualquier nivel o grado de escolaridad, hecho que es considerado por diversos académicos como una de las estrategias de enseñanza y aprendizaje con más efectos positivos en el sector educativo por su flexibilidad, su adaptabilidad y su incidencia directa en los entornos de vida estudiantiles.

Nicholls (2018), por ejemplo, sostiene que los efectos de los ABR son determinantes en la adquisición de habilidades propias del individuo como el trabajo colaborativo y la autogestión del conocimiento relevante y aplicado a la resolución de problemáticas asociadas al contexto de los estudiantes que participan de estos enfoques pedagógicos.

Apple (2011) se basó en los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) establecidos por la ONU hasta el año 2030 para la formulación académica, investigativa, científica y legal de los ABR: las metas, los principios, los propósitos, los alcances y las aplicaciones que deberían tener

dichos modelos ABR en los diferentes escenarios educativos, cuya respuesta escolar propicia la obtención de experiencias de aprendizaje significativas y sustentables.

Apple (2011) afirma que los ABR establecen elementos pedagógicos útiles como la síntesis de la información, la recopilación multimedial de referencias y la colaboración social para la divulgación de las investigaciones científicas, las cuales permiten el diseño de experiencias escolares innovadoras, la apropiación de nuevas herramientas tecnológicas y el trabajo estratégico para el diseño de clases que integran digitalmente contenidos académicos modernos, actualizados y relevantes en las comunidades educativas y sus diferentes roles.

Las experiencias ABR, según Apple (2011), se desarrollan para comprobar la importancia y la asertividad de la educación en la sociedad, donde la informática y la tecnología digital promueven acciones educativas capaces de extrapolar símbolos, signos y tradiciones de la cultura humana en maneras o señales de adquirir nuevos pensamientos, conocimientos, formas de aprender y enseñar.

Por su naturaleza metodológica práctica y relevante para los entornos educativos, los ABR, según Apple (2011), tienen la tendencia de promover prácticas de aprendizaje útiles en la solución de retos, problemas y dificultades a los que se ven enfrentados estudiantes y profesores en la cotidianidad. El carácter atrayente y novedoso de la mediación con herramientas tecnológicas en los ABR en la sociedad digital favorece la recursividad y la modernización de los tradicionales currículos educativos, los cuales no han sido reformulados para cerrar la brecha de interconectividad entre las naciones que se han abierto a la demandante implementación de las nuevas formas de enseñanza mediadas por la tecnología informática.

Apple (2011) propone metodologías investigativas funcionales para implementar modelos de enseñanza ABR en los diferentes espacios educativos, los cuales requieren de

algunos procesos, técnicas o instrumentos de trabajo como la sistematización, los portafolios mixtos y virtuales, el análisis exploratorio de juicios de valor, la evaluación formativa, la entrevista, el método de estudio de caso, las observaciones, la opinión, el material audiovisual, los documentos e informes, la participación en foros de discusión, los cuestionarios, las rúbricas de evaluación de las actividades del desafío o reto y las soluciones propuestas por los estudiantes, que establecen un conjunto o colección digital de las evidencias, los recursos y las demostraciones necesarias para ejecutar dichos ABR dentro y fuera de las aulas de clase.

Gibert et al. (2018) plantean que la implementación del enfoque pedagógico o modelo ABR en las aulas de clase está diseñada para responder a las necesidades educativas de los seres humanos contemporáneos gracias al avance de las nuevas tecnologías, la sobre oferta de contenidos digitales y la rápida transmisión de la información en las redes sociales.

Nicholls (2018) desarrolla la idea de que cuando se implementan modelos ABR que requieren mediación tecnológica, es importante establecer procesos formativos que se vinculen con las realidades del mundo digital moderno; en este tipo de modelos educativos, los estudiantes deben buscar herramientas sencillas de internet para intercambiar productos académicos, investigaciones, retroalimentaciones y opiniones sobre posibles soluciones de proyectos, retos o problemas de la sociedad en general.

Los ABR mediados por TIC, por su formulación teórica y conceptual, deben estar ajustados para intervenir de forma positiva los 17 objetivos del desarrollo sostenible, tesis que Portuguez y Gómez (2020) sostienen al afirmar que la implementación de los ABR en cualquier estudio humano es relevante e incidente si todo contexto social al que está dirigido este modelo apunta siempre a la solución sustentable de los problemas con análisis crítico, incluso la investigación científica y académica.

Las experiencias que involucran ABR y su mediación a través de las tecnologías informáticas permiten comprobar que cuando se establecen retos o desafíos durante el aprendizaje escolar, estos son efectuados con la esperanza solventar problemáticas sociales y ambientales del entorno estudiantil. Según García et al. (2017), la percepción que alcanzan los estudiantes con los ABR y su mediación colaborativa a través de dispositivos móviles y herramientas tecnológicas en las aulas de clase generan juicios de valor agregado al saber que se imparte cuando se ven enfrentados a la solución de retos o desafíos. Como consecuencia, se produce una relación directa entre el ser que está en proceso de formación, el entorno y el conocimiento priorizado para intervenir o no en los procesos de evolución, adaptación y trascendencia humana.

Dado que los desafíos o retos del modelo pedagógico ABR se determinan de acuerdo con las dinámicas de los contextos reales de los estudiantes, los diferentes procesos de aprendizaje y las habilidades digitales alcanzadas durante la ejecución de dichos ABR permiten incluir de forma responsable y activa a todos los sujetos de investigación en una misma solución colectiva de problemas. Los modelos ABR mediados por herramientas digitales posibilitan alcanzar logros, metas y esfuerzos en la adquisición de habilidades informáticas para la selección, organización, tratamiento y presentación de la información necesaria en la solución, ejecución y modelación de un problema, reto o desafío social.

STEAM

STEAM, por sus siglas en inglés, Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics, definen un modelo basado en la articulación de cinco áreas del saber: ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, las cuales buscan favorecer los procesos creativos de los estudiantes en la solución de problemas por medio de la implementación tecnológica, la

innovación digital, el análisis crítico y el trabajo colaborativo. Yakman (2008) sugiere que el trabajo interdisciplinar proporcionado por el enfoque metodológico STEAM es un primer paso de todas las comunidades científicas para afrontar desde diversas connotaciones teóricas los problemas de la sociedad y su función en la era digital o en la Cuarta Revolución Industrial, también conocida como el internet de las cosas.

La metodología STEAM es una experiencia enriquecedora para Bazler y Van Sickler (2017) porque las escuelas tienen la oportunidad de crecer en nuevos modelos de formación. La integración de las artes en las ciencias es una forma de promover la creatividad como un recurso indispensable para la observación, la medición del espacio y el tiempo, la comparación de los elementos en la naturaleza y su relación con los seres humanos, entre otros temas que nutren los contenidos, los métodos pedagógicos y las dinámicas en el aula de clases. La práctica moderna de la educación requiere especialistas que puedan conjugar en un mismo escenario varios ángulos del saber.

Los recursos pedagógicos desprendidos de las prácticas escolares que ofrecen las estructuras académicas STEAM son diversos por la interdisciplinariedad de las áreas que integra. Chung y Li (2021) indican que los problemas asociados a las comunidades educativas pueden ser objetos de estudio para esas mismas comunidades si las STEAM representan una ingeniería social capaz de transformar realidades y entregar soluciones a dichos problemas, utilizando el análisis lógico de las matemáticas, las herramientas tecnológicas, los procesos científicos, la sensibilidad dada en las representaciones artísticas y la propuesta educativa de la escuela en la sociedad.

La educación STEAM contempla en su fundamentación pedagógica posibilidades, oportunidades y metas enfocadas en la obtención de productos académicos que resulten de

acciones investigativas de carácter científico, técnico, de fácil implementación y comunicación en todos los niveles en que esté dividida la sociedad de aprendizaje; a su vez, deben estar inmersas en este tipo de pedagogías activas capaces de transformar currículos, modelos y dinámicas tradicionales de enseñanza. Herro et al. (2018) respaldan esta idea al argumentar que las STEAM son herramientas que los maestros deben incluir dentro de sus pedagogías profesionales para el diseño de lecciones, unidades didácticas y planeaciones que den paso a la experimentación, la modelación y la comprobación de resultados.

En la implementación STEAM, el uso de las tecnologías digitales comprende cuatro modelos o niveles de concepciones en que pueden clasificarse los docentes según sus prácticas pedagógicas. Roberts et al. (2000) describen estos cuatro modelos basados en el uso de la tecnología de la información para la enseñanza y aclaran que dichos modelos pueden ser requeridos según las circunstancias del contexto escolar en el que se aborden. Los cuatro modelos son: intuitivo, estándar, evolutivo y radical.

El modelo intuitivo se caracteriza por la sola disposición de las notas de clase en la *web*, sin recursos ni enlaces adicionales. Es común en los procesos educativos en los que aún se reservan la posibilidad de algún cambio que conlleve a un mayor y mejor uso de los recursos tecnológicos.

El modelo estándar es un modelo más avanzado que permite la comunicación y la interacción entre los miembros del proceso formativo; se caracteriza principalmente por disponer de recursos electrónicos vinculados a la página, el material del curso, diapositivas, talleres, rúbricas de evaluación, información de contacto de los profesores y foros.

El modelo evolutivo, por su parte, ofrece, además de los elementos del modelo estándar, conferencias de audio pregrabadas, animaciones, asesorías personalizadas, canales de envío, registros y devolución de actividades, entre otras.

El modelo radical es el más distante de las formas tradicionales de enseñanza: no pretende llevar las clases magistrales a la web, por el contrario, no promueve las conferencias y la dinámica de trabajo es agrupar a los estudiantes y garantizar su aprendizaje desde su interacción y con el uso de los recursos de la web. Este modelo se caracteriza por la disponibilidad de un vídeo al inicio del curso donde se explica la dinámica de trabajo. La instrucción de los maestros es mínima, los estudiantes pueden explorar libremente en la web, los recursos utilizados son creados por los mismos estudiantes y se pretende una visión crítica de la información empleada para su aprendizaje.

Por medio de estos modelos o niveles, el sector educativo ha definido las experiencias STEAM como un logro para la articulación especializada de contenidos curriculares, desarrollo de competencias y mejoramiento de habilidades comunicativas e informáticas. Para Hunter y Sydow (2016) este acierto pedagógico o diseño de planes académicos sostenibles como los productos de las STEAM en las escuelas ha conducido a que nuevas generaciones de estudiantes se pregunten a sí mismos qué rol tienen ellos como actores de ciencia, por qué estudiar para contribuir a la sociedad, cuál es la relevancia de lo que aprenden, entre otros cuestionamientos que implican criticar con argumentos válidos los aprendizajes mientras crean cadenas o redes sociales de divulgación y promueven el trabajo colaborativo.

La acción pedagógica de fomentar la creatividad, proponer desafíos y crear soluciones es una tarea que para los estudiantes de secundaria implica explorar, analizar, investigar, comparar, medir y representar conceptualizaciones que, en conjunto, son una definición alternativa para el

trabajo con las STEAM. Kim y Bolger (2017) enuncian que desde este nivel educativo, las STEAM y su articulación de áreas permite que los niños y niñas tengan oportunidades de sentirse partícipes directos en la construcción colaborativa del conocimiento científico, hecho que históricamente ha sido reservado únicamente para las clases sociales más privilegiadas. Por tanto, las STEAM son inclusivas y determinantes para los diferentes contextos escolares.

Las experiencias STEAM también desarrollan conceptualmente el conjunto de oportunidades que tienen los estudiantes de la básica secundaria para instalar redes de comunicación con personas de varias partes del mundo; la interacción a través de los medios digitales es una necesidad que las actuales prácticas educativas requieren para estar a la vanguardia de los últimos desarrollos tecnológicos y estar informados de los mismos.

Mantecón (2017) pudo comprobar esta necesidad a través del proyecto *KIKS: Kids inspire kids for STEAM*, que evidenció cómo la distribución de contenidos en redes infantiles de divulgación académica permite que los estudiantes adquieran la capacidad de ser curiosos e investiguen las formas de asimilar el conocimiento desde otras regiones del planeta. Para ello, crearon un canal de geolocalización para la comparación y medición de las condiciones meteorológicas desde un punto geográfico en España con otro de la Tierra, un ejemplo de las transformaciones pedagógicas dejadas en la articulación de las experiencias STEAM.

Los entornos escolares se ven enfrentados a problemas de distinta naturaleza: económicos, políticos, ambientales y sociales. La incidencia de las STEAM en los espacios educativos es de mucha ayuda ya que proponen múltiples soluciones a dichos problemas tales como la indagación y el estudio de las causas que generan algún tipo de mal en los diferentes contextos estudiantiles. Cifuentes y Caplán (2019) advierten que las necesidades que deben cubrir las experiencias educativas STEAM son aquellas que permiten que los estudiantes

comprendan desde la escuela la importancia de un mundo mejor sin exclusiones de raza, género, religión u otra forma de categorización o clasificación humana. Las STEAM deben ofrecer posibilidades y alternativas para que todos los miembros de una comunidad educativa puedan desarrollar habilidades relacionadas con el liderazgo, la colaboración entre pares y la autonomía del aprendizaje.

La educación STEAM es, en definitiva, una apuesta pedagógica que tienen al alcance todas las agremiaciones educativas para fortalecer procesos formativos integrales. La articulación de las matemáticas, las ciencias naturales, la ingeniería, las artes y la tecnología es la pieza clave para afrontar los retos y desafíos que propone el actual escenario de las herramientas digitales. Los ejes articuladores de las STEAM están implícitamente diseñados para que los estudiantes y maestros pongan en juego sus habilidades para la programación, el desarrollo de contenidos informáticos y la interacción virtual para la retroalimentación, la exposición y la crítica de resultados.

Yakman (2008) explica que las estrategias educativas mediadas por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como las STEAM deberían implementarse de manera obligatoria en todos los niveles de la educación, dado que una de sus metas es proporcionar a los estudiantes bases sólidas en matemáticas, física, química y biología, ramas del conocimiento científico que muestran mayores vacíos conceptuales en los inicios de las carreras de ingeniería. Además, los procesos que se derivan de las STEAM se ven vinculados al uso de herramientas informáticas, las competencias del siglo XXI o las habilidades 4C: pensamiento crítico, colaboración, creatividad y comunicación, que son abordadas para el apropiado desarrollo de actividades propuesto por cualquier modelo educativo que incursione en las STEAM y sus áreas articuladas.

Habilidades informáticas del siglo XXI o habilidades 4C

Las habilidades informáticas: *pensamiento crítico, colaboración, creatividad y comunicación*, son aquellas aptitudes que adquieren los estudiantes mientras fomentan el trabajo académico con herramientas de mediación tecnológica. Según Caena y Redecker (2019), estas habilidades pueden considerarse necesarias para navegar la vida contemporánea y futura, la cual está moldeada por la nueva tecnología digital, donde los modos de pensar, los lugares de trabajo y los estilos de vida cambian gracias a las nuevas significaciones y connotaciones de dichas herramientas para la adquisición de conocimientos mediados en las tecnologías informáticas.

A nivel global, se han distinguido estas cuatro habilidades que, en el siglo XXI, según Valencia et al. (2016), son necesarias para comprender el estado actual del quehacer educativo a través de las herramientas de producción digital y deben ser desarrolladas por los docentes e implementadas con sus estudiantes con el objetivo de fortalecer sus competencias previas y durante la educación superior.

Estas habilidades sustentan la transversalidad entre diferentes disciplinas académicas o áreas educativas del conocimiento. Los maestros y estudiantes de la era digital actual suelen conocerlas como las habilidades Cuatro C por sus siglas en inglés *Critical thinking, Creativity, Communication, Collaboration*, que traducen *pensamiento crítico, creatividad, comunicación, colaboración*, respectivamente.

Pensamiento crítico

Implica la habilidad de resolver problemas, descubrir la verdad de las afirmaciones, separar hechos de opiniones, descubrir hechos, estadísticas y cifras numéricas por sí mismos,

hacer preguntas, involucrarse en el mundo que los rodea, generar inquietudes como ¿por qué?, ¿cuál?, ¿dónde?, ¿cuándo?, es decir, tener una vida con propósito.

Creatividad

Esta habilidad se desarrolla resolviendo problemas, creando sistemas o simplemente probando algo que no se ha consultado antes; sugiere ver un problema desde múltiples perspectivas y su objetivo es animar a los estudiantes a pensar de manera diferente a lo que exige la convención, ser sensible a las formas, el espacio y los elementos que entrega el entorno a los estudiantes.

Colaboración

Se refiere a la práctica de trabajar juntos para lograr un objetivo común, lo que permite a los estudiantes comprender cómo abordar un problema, presentar soluciones y decidir el mejor curso de acción, reconociendo en el otro puntos comunes y diferentes, dado que cada uno tiene la capacidad propia de aportar algo único a la conversación y al objetivo en común desde su particularidad.

Comunicación

Es la práctica de transmitir ideas, mensajes e informaciones de interés general y particular de forma rápida, clara y de manera efectiva, utilizando diferentes canales, tonos, lenguajes, alternativas ante diferentes situaciones, formas o contextos.

Para Moreira (2010), las habilidades informáticas han creado nuevos objetivos para que los estudiantes reafirmen su accionar académico e investigativo en la escuela, pues los estudiantes aprenden a cuestionar afirmaciones y buscar la verdad desde el pensamiento crítico, aprenden pensar de una manera individual y original entre ellos mismos desde la creatividad, los estudiantes aprenden que los grupos pueden crear algo más grande si se hace juntos desde la

colaboración. Finalmente, desde la comunicación, la formación de los estudiantes se ve mejorada cuando aprenden a transmitir una idea de manera eficiente, segura y atrayente en el mercado actual de las herramientas digitales para la interacción social en las redes.

Transversalidad curricular

La Ley 115 de 1994 o la Ley General de Educación en Colombia determina que todo currículo escolar es, en esencia, el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, estrategias y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural, nacional, regional y local, incluyendo los recursos humanos, académicos y físicos necesarios para poner en práctica las políticas, los valores, la misión, la visión, los principios y las formas de llevar a cabo un Proyecto Educativo Institucional (PEI).

La transversalidad curricular contemplada en cualquier PEI debe fundarse conceptualmente en la forma de articular, enhebrar, cruzar, agrupar y priorizar contenidos escolares desde diferentes disciplinas académicas. Los profesionales de la educación son las personas encargadas de ver en la transversalidad curricular una herramienta pedagógica global y plural con tendencia a generar posibilidades reales de transformación social y de conocimiento aplicado desde y para la escuela.

En palabras de Mora (2018), la transversalidad curricular es el

[...] conjunto de características que distinguen a un modelo curricular cuyos contenidos y propósitos de aprendizaje van más allá de los espacios disciplinares y temáticos tradicionales, desarrollando nuevos espacios que en ocasiones cruzan el currículum en diferentes direcciones, en otras sirven de ejes a cuyo alrededor giran los demás aprendizajes, o de manera imperceptible y más allá de límites disciplinares impregnan el

plan de estudio de valores y actitudes que constituyen la esencia de la formación personal, tanto en lo individual como en lo social. (p. 68)

Para Torres y Fernández (2015), la transversalidad curricular, también definida como transversalidad educativa, corresponde a los procesos de formación que integran, intencionalmente, contenidos académicos capaces de solucionar problemáticas escolares reales; en otras palabras, brindan sentido a todas las lecciones que comparten en el día a día de los colegios y universidades.

La transversalidad curricular entre áreas de conocimiento se caracteriza pedagógicamente por cinco aspectos en el momento de implementarse como estrategia para el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje:

Contextualizada

Esta característica responde a la mitigación de las necesidades, problemáticas e intereses particulares de cada comunidad educativa, para la cual se debe aprovechar al máximo las potencialidades propias de la región, su cultura y su idiosincrasia humana como elemento integrador de currículos. Esta característica hace que los contenidos temáticos de las diferentes asignaturas o áreas del conocimiento tengan una relación conjunta con la realidad de los estudiantes y sus familias.

Dinámica

En este caso, es menester tener en cuenta que la transversalidad de las áreas implica que los currículos sean cambiantes, abiertos, flexibles y variables, coherentes con la evolución constante de su formulación teórica y pedagógica y causantes de la construcción y deconstrucción permanente de lo social, lo cultural y lo económico en los agentes educativos.

Sostenible

Cuando se integran los currículos de cualquier área o rama del conocimiento, la cualidad de ser sostenible implica que la transversalidad debe adecuarse de tal forma que su implementación requiera el mínimo uso de recursos físicos sin comprometer los recursos naturales propios del contexto escolar; de esta manera, cualquier forma de transversalidad educativa también está orientada hacia a la educación ambiental y ecológica.

Integrada

Esta característica alude a la examinación de la realidad del entorno estudiantil como un todo no fraccionado, implica tener la concepción de un conocimiento ajustado, revisado, flexible, clasificado, estructurado y de relaciones multidisciplinares, donde las áreas interactúen y se cohesionen naturalmente entre sí, cuya respuesta sea positiva para las acciones del conocer, el saber ser y el saber hacer, habilidades indispensables en los actuales escenarios educativos.

Activa

Forma también de denominar la transversalidad incluyente, abierta y al alcance de todos los miembros en una comunidad educativa.

De lo anterior, se infiere que la transversalidad curricular debe cruzar todas las dimensiones de la persona, dándole integralidad y sentido a lo que aprende. El currículo no debe ser dividido en parcelas artificiales del conocimiento, sino apuntar hacia un conocimiento global en el que se entienda que la separación en campos del conocimiento se da solo con propósitos de estudio en vez de un conocimiento fraccionado.

La transversalidad curricular se presenta también como un instrumento para enriquecer la labor formativa, conectar los distintos saberes de una manera coherente y significativa, al igual que vincular la escuela con la realidad cotidiana. Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2016) y el programa Calidad 2.0, la transversalidad curricular es hacer posible la

integración de los diversos saberes para el desarrollo de competencias para la vida. Esto implica darle un nuevo sentido a la práctica pedagógica hacia la construcción de un conocimiento capaz de responder a la transformación de los contextos locales, regionales y nacionales. Según González (1989):

Los ejes transversales constituyen un conjunto de contenidos de especial relevancia para el desarrollo de la sociedad durante los últimos años relacionados con el consumo, la igualdad entre los sexos, la paz, el medio ambiente, la salud, el ocio, entre otros. (como se citó en Ibáñez, 2008, pág. 20)

De este apartado, se concluye que la transversalidad curricular permite ampliar el margen de posibilidades y oportunidades para que el estudiante acceda al conocimiento con más ambiciones, lo haga parte de su realidad y participe del mundo científico e investigativo.

CAPÍTULO III: Diseño metodológico

Este capítulo expone teóricamente los asuntos metodológicos seleccionados para el desarrollo del estudio: el paradigma, el enfoque y el método de investigación. También, se exhibe la muestra con la que se ha decidido llevar a cabo el diseño y las categorías de análisis. Finalmente, en este mismo capítulo, se recopilan las estrategias, procedimientos, técnicas e instrumentos que edifican el diseño metodológico de este trabajo de investigación.

Paradigma

Los fenómenos sociales se caracterizan por tener efectos emocionales e ideológicos en su fundamentación y aplicación. El paradigma cualitativo reúne, compara, conceptualiza y explica estos fenómenos que transforman constantemente la sociedad y las tipologías psicológicas

ocurridas en el contexto, la cultura, la idiosincrasia y las creencias de los pueblos. En términos generales, una investigación llevada a cabo para el análisis de algún hecho o fenómeno social en el sector educativo se enmarca en el paradigma cualitativo y, por tanto, en la subjetividad, la crítica, la opinión, la duda, la confrontación, entre otras características asociadas a las prácticas investigativas para la descripción cualitativa de una comunidad, grupo o población.

Este capítulo se basa en el paradigma cualitativo, pues permite retomar las anteriores características como base argumentativa para la apertura interpretativa, analítica y crítica de los fenómenos sociales estudiados en este trabajo de investigación. El paradigma cualitativo no sólo busca predecir resultados sobre algún suceso, situación o evento en particular, sino que tiene como finalidad la comprensión de las dimensiones, las razones, las causas y las consecuencias deducibles en un hecho o acción antropológica. Según Valles (1999), para desarrollar acciones investigativas que requieran el análisis de una muestra poblacional y en un contexto sociohistórico específico, la práctica de investigación cualitativa se concibe como un acto consecuente, inductivo y estructurado; estos elementos son indispensables en la comprensión fenomenológica de las dinámicas socioeconómicas, políticas y escolares.

La integración de la estrategia STEAM, los modelos pedagógicos ABR y los fenómenos sociales educativos que resulten de la articulación de estos conceptos centrales en el presente trabajo de investigación requieren ser observados desde el paradigma cualitativo, puesto que comprende técnicas investigativas ordenadas, secuenciales y estructuradas como fundamentos esenciales, los cuales permiten que el proceso de investigación se desarrolle de manera iterativa en las fases metodológicas como el planteamiento del problema, la recolección de la información, el análisis descriptivo, la validación de los datos y el informe de los resultados.

Enfoque

El enfoque metodológico proyectado en este trabajo de grado obedece al catalogado como hermenéutico y el derivado de la investigación clasificada como acción no participante debido a que los conceptos reunidos en el tema central, correspondientes a la articulación de las áreas STEAM y los modelos pedagógicos ABR, son los índices teóricos principales que categorizan esta investigación como un análisis interpretativo de un fenómeno social ocurrido en el contexto educativo. Desde las bases filosóficas y epistemológicas de investigaciones que se ejecutan en la escena escolar, dichas características particulares construyen el andamiaje argumentativo del enfoque metodológico cualitativo.

La investigación acción es una estrategia metodológica utilizada en estudios cualitativos realizados en escenarios educativos que surgió en la década de los ochenta como una forma de comprender y resolver los problemas emergentes en el aula y la relación espaciotemporal entre sus componentes humanos, físicos y pedagógicos. Ángel (2000) refuerza esta definición y emplea el concepto de la investigación acción como la dinámica investigativa que tiene el profesional de la educación para analizar de forma directa las necesidades que tienen los estudiantes. Esta es una oportunidad que tienen los docentes para compartir y mitigar las dificultades, los problemas y las incertidumbres que faltan por resolver o solucionar luego de las dinámicas diarias de clase en conjunto con los estudiantes.

Este trabajo requiere que además del enfoque metodológico definido como investigación acción, se le agregue el adjetivo de “no participante”. A pesar de que los investigadores proponen el diseño, el proceso y el análisis investigativo en campo, ellos no actuarán como partícipes, sino como observadores, dándoles a los docentes y a los expertos de la muestra seleccionada, cercanos también al contexto de la estrategia STEAM y los modelos pedagógicos ABR, los roles protagónicos activos durante todas las fases de la investigación. Los docentes y

expertos brindarán pistas sobre el panorama de implementación y articulación de contenidos académicos en el aula mediados por herramientas digitales a través de la entrevista como instrumento de recolección de información; así, darán cuenta de los procesos formativos que generan aprendizajes significativos reales en el entorno de los estudiantes.

Método de investigación

El método de investigación escogido en este trabajo de grado corresponde a un estudio de caso. Martínez (2006) lo define como aquella investigación que se realiza sobre realidades, sucesos, eventos o hechos cercanos a una muestra poblacional; esto es, se trata de una investigación cualitativa de un fenómeno singular, particular e irrepetible en un grupo social específico. El estudio de caso no permite hacer deducciones generales a partir de un único sujeto inmerso en la acción investigativa, sino que tiene como objetivos identificar y comprender el comportamiento de individuos a partir de contextos de interacción común, conjunta y colectiva.

El estudio de caso es un tipo de investigación que indaga por los procesos antropológicos que puedan generar algún impacto en el *modus vivendi* de una población o comunidad. Ander-Egg (2003) plantea que la investigación basada en el estudio de caso genera respuestas de carácter crítico frente a los cuestionamientos que se presentan en la descripción cualitativa de los fenómenos sociales, en especial los que se asocian al sector educativo y a sus dinámicas escolares.

El diseño de las fases investigativas que se ven reflejados en este trabajo de grado (Tabla 3) corresponden con las sugeridas por Ander-Egg (2003) y Martínez (2006), quienes afirman que la investigación cualitativa debe plantear inicialmente el problema y los objetivos del estudio que se va realizar, al igual que una revisión documental o de la literatura previa a la investigación para proceder con la recolección de la información recogida, que es analizada de manera global y

profunda para dar las posibles soluciones o respuestas al problema, fenómeno o situación investigada.

Tabla 3

Fases del diseño metodológico

Fase	¿Cómo se implementa en la presente propuesta?
Planteamiento del problema y objetivo	<p>Pregunta de investigación</p> <p>¿Qué retos educativos son necesarios para la transversalidad curricular entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas desde la metodología STEAM, el Aprendizaje Basado en Retos para fomentar las habilidades 4C en los estudiantes de la media de las instituciones educativas IEJR e IEDM?</p> <p>Objetivo</p> <p>Diseñar retos educativos ABR para la transversalidad curricular entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas desde la metodología STEAM y el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) para fomentar las habilidades 4C en los estudiantes de la media de las instituciones educativas IEJR e IEDM.</p>
Revisión de literatura	<p>La indagación, búsqueda y análisis de los referentes del trabajo investigativo, se realizó principalmente en los repositorios de las instituciones de educación superior Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia y Universidad Pedagógica Nacional, también del buscador Online Google Scholar, igualmente en los ciber portales de difusión ResearchGate, Dialnet, IOP Science, ERIC, y de algunas bibliotecas o revistas electrónicas e indexadas como ScienceDirect y REED Colombia.</p>
Recolección de información y transcripción	<p>Recopilada y organizada la información documental, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los docentes cercanos a las áreas STEAM y los modelos pedagógicos ABR (Tabla 3). Igualmente, se realizaron entrevistas a profundidad con expertos (Tabla 4).</p>
Análisis global	<p>Luego de recopilar la información, se relacionó, se interpretó y se comparó con las categorías y unidades de análisis propias de la metodología investigativa empleada.</p>
Análisis profundo (comparación de la información)	<p>Una vez realizadas las entrevistas, se ejecutó el proceso de transcripción de estas a partir de la matriz analítica o cruzada con referencias STEAM y ABR de diferentes organizaciones sociales. El análisis profundo se desarrolló a partir de una triangulación de la información (docentes, expertos, organizaciones sociales).</p> <p>Perfil docente: Profesionales de la educación vinculados a la Secretaría del Departamento de Antioquia (SEDUCA), pertenecientes a las áreas del saber STEAM de las instituciones educativas IEJR e IEDM.</p>

Fase	¿Cómo se implementa en la presente propuesta?
	Perfil de experto: Docentes investigadores de universidades públicas y privadas con facultades de educación y referencias STEAM (Validación de instrumentos metodológicos Experto 1 - Respuestas Guion de entrevistas Experto 2).

Fuente: elaboración propia a partir de Ander-Egg (2003) y Martínez (2006).

Muestra poblacional

Este trabajo de grado asume el contexto y el planteamiento del problema en las instituciones IEJR e IEDM como los estudios de caso, en los que se validarán y se ejecutarán la técnica, los instrumentos y los demás procedimientos metodológicos.

La muestra elegida para este trabajo de investigación está conformada por algunos docentes comunidad académica de las instituciones IEJR e IEDM: seis personas entre 30 y 60 años, profesionales de la enseñanza de matemáticas, tecnología, ciencias naturales y educación ambiental, vinculados o provisionales del régimen educativo público, quienes compartirán sus concepciones sobre el uso y la implementación de herramientas digitales, la articulación de contenidos científicos, entre otras prácticas pedagógicas que requieran la mediación del aprendizaje a través de la tecnología y la informática.

La muestra poblacional también está integrada por dos doctores en educación expertos en la metodología STEAM en el sector educativo que se desempeñan como asesores pedagógicos e investigadores en temas relacionados con educación y los modelos tradicionales de enseñanza y aprendizaje. Estos profesionales contextualizarán las propuestas para establecer los retos transversales ABR y determinar los elementos pedagógicos necesarios para el diseño de la propuesta que articulará las áreas de ciencias naturales y matemáticas en la media académica de las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Técnicas e instrumentos

La técnica y los instrumentos, como elementos de la metodología investigativa, se refieren a los procesos o procedimientos que permiten aplicar las reglas, los mecanismos, las formas y las maneras en las que se reúnen, se recopilan y se integran los datos pertinentes a un estudio realizado en una investigación de carácter social, científico o académico. Según Valderrama (2002), para determinar la técnica y los instrumentos en una investigación se debe estructurar el tipo, la muestra, los recursos y las fases del análisis, problema o situación que se está estudiando. En este trabajo investigativo, se utiliza como técnica la entrevista semiestructurada, entendida como “Un proceso dinámico de comunicación interpersonal, en el cual dos o más personas conversan para tratar un asunto” (Ander-Egg, 2003 p. 25)

Las entrevistas semiestructuradas se realizan a partir del instrumento definido como guion, guía o conjunto de preguntas y temas, el cual debe estar diseñado para dar signos argumentativos, las señales particulares de quiénes responden dichas entrevistas y su alcance, incidencia e interpretación de lo que se está investigando.

Para Lofland (2005), el entrevistador debe cuidar el orden en que se hacen las preguntas con el fin de que dichas preguntas puedan proporcionar información estandarizada y entregar los signos y las señales correctas del material recolectado durante las entrevistas, en particular si en el contexto donde se abordan las entrevistas hay presencia de menores de edad y escuelas. Ángel (2000) asegura que las investigaciones llevadas a cabo en el sector educativo a través de entrevistas semiestructuradas permiten hacer hallazgos cualitativos que indiquen en las diferentes dinámicas y fenómenos ocurridos en el entorno escolar.

En este trabajo de grado, los docentes de las áreas de ciencias naturales y matemáticas pertenecientes a las instituciones educativas IEJR e IEDM y los expertos son quienes

responderán a las entrevistas semiestructuradas, cuyo guion resume la cercanía que tienen con la articulación e integración de la metodología STEAM y los modelos ABR en dos formatos de entrevista diseñados: uno para cada grupo de la muestra, en los cuales indicarán las estrategias, desafíos o retos que se pueden establecer para articular asertivamente el contexto de las instituciones educativas IEJR e IEDM, los retos educativos ABR articulados y transversalizados mediante la metodología STEAM.

A partir de los conceptos centrales en este trabajo de grado, el estado del arte y el marco teórico indican las categorías y las unidades de análisis (tabla 4). Con base en el diseño y la ejecución de las técnicas e instrumentos, se cumplen los objetivos específicos de este trabajo investigativo (tabla 5). Luego, a través de una triangulación de información, se comparan los aportes de las entrevistas dadas por los expertos, los docentes y las organizaciones sociales. Finalmente, estos insumos permiten analizar los lineamientos pedagógicos más adecuados para construir los retos educativos ABR contextualizados para las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Tabla 4
Categorías y unidades de análisis

Categorías	Unidades de análisis
STEAM	Caracterización del enfoque STEAM Propósitos pedagógicos del enfoque STEAM Elementos didácticos del enfoque STEAM Transformaciones que se evidencian a partir del enfoque STEAM Posibilidades de implementación del enfoque STEAM Obstáculos que evidencian su implementación
ABR	Retos transversales entre ciencias naturales y matemáticas Retos contextualizados
Habilidades 4C	Habilidades y destrezas desde las ciencias naturales y matemáticas Concepciones y usos de las tecnologías digitales Caracterización de los docentes frente al uso de las tecnologías digitales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y matemáticas.

Categorías	Unidades de análisis
Transversalidad curricular	Articulación de las áreas de ciencias naturales y matemáticas. Temáticas que evidencian la transversalidad de las ciencias naturales y matemáticas. Relación curricular de las ciencias naturales y las matemáticas. Ciencias naturales y matemáticas para la explicación y comprensión de los fenómenos.

Fuente. autoría propia

Tabla 5

Matriz de técnica e instrumentos de investigación

OBJETIVO GENERAL		
Diseñar retos educativos ABR para la transversalidad curricular entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas desde la metodología STEAM y el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) para fomentar las habilidades 4C en los estudiantes de la media de las instituciones educativas IEJR e IEDM.		
OBJETIVO ESPECÍFICO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Identificar las concepciones sobre el uso de las tecnologías digitales en las prácticas pedagógicas de los docentes en las instituciones educativas IEJR e IEDM.	Entrevistas semiestructuradas	Guion de la entrevista
Establecer los lineamientos pedagógicos necesarios para la construcción de retos transversales entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas en el contexto de las instituciones educativas IEJR e IEDM.	Entrevista a expertos	Guion de la entrevista

Fuente. autoría propia

Para identificar las concepciones sobre el uso de las tecnologías digitales en las prácticas pedagógicas de los docentes en las instituciones educativas IEJR e IEDM, se aplicó la técnica de la entrevista semiestructurada a los profesionales de la educación de las mencionadas instituciones. Ángel (2000) la define como una conversación que se mantiene entre dos o más personas: una de ellas es quien intenta recopilar información de la otra persona a través de preguntas abiertas al diálogo continuo. Para Hernández-Sampieri (2014), las entrevistas

semiestructuradas se fundamentan en un guion de asuntos o preguntas, en las cuales el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener más información sobre algún fenómeno social contextualizado.

Las primeras preguntas del guion de las entrevistas semiestructuradas (anexo A) formuladas para los docentes de las instituciones IEJR e IEDM pretenden indagar sobre la importancia, las oportunidades, los limitantes, las estrategias, los recursos, la evaluación y otros elementos pedagógicos que deja el uso de las tecnologías digitales en el desarrollo de procesos formativos en el aula, en especial los que se puedan generar a través del diseño de propuestas pedagógicas y didácticas como los que ofrecen los enfoques abordados en este trabajo de grado: STEAM y ABR.

Tabla 6

Entrevista semiestructurada a docentes de sus concepciones sobre uso de las tecnologías digitales

STEAM
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuál considera es la importancia de las tecnologías digitales en la educación? 2. ¿Cuál es el uso que le da a las tecnologías digitales dentro de sus clases? 3. ¿Cuáles considera que son las oportunidades que ofrecen las tecnologías digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje? 4. ¿Cuál es la mayor limitante frente al uso de las tecnologías digitales en el aula? 5. ¿Qué tipo de evaluación realiza cuando hace uso de las diferentes tecnologías digitales propuestas como mediadoras del conocimiento que se imparte fuera y dentro de las aulas de clase?
ABR
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿A través de qué manera ha implementado en sus prácticas escolares modelos pedagógicos basado en retos, proyectos, problemas, entre otros? 2. ¿Cómo aplicaría el enfoque pedagógico ABR en sus dinámicas diarias de clase?
HABILIDADES 4C

<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las habilidades que desarrollan los estudiantes a través del uso de las tecnologías digitales en el proceso formativo desde su área? 2. ¿Qué cambios logra percibir en los estudiantes al emplear tecnologías digitales en el desarrollo de sus clases?
TRANSVERSALIDAD CURRICULAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo ha implementado las tecnologías digitales para articular contenidos de diferentes áreas? 2. ¿Qué temáticas según lineamientos, estándares, DBA, entre otros dispositivos curriculares conoce las cuales permitan la articulación de contenidos entre las ciencias naturales y las matemáticas? 3. Explique los posibles logros, alcances y limitantes pedagógicos que quedan al transversalizar contenidos comunes de las áreas educativas de ciencias naturales y matemáticas.

Fuente: autoría propia

La técnica entrevista a expertos podría introducir las posibles orientaciones necesarias para el diseño de retos educativos ABR, la transversalidad curricular entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas con metodología STEAM y el fomento de las habilidades 4C en los estudiantes de la media de las instituciones educativas IEJR e IEDM. Elliot (1990) la define como una interlocución de preguntas en un medio que permita la grabación de la información obtenida sobre un tema académico, social o de carácter científico.

Tabla 7

Entrevista a expertos sobre los retos educativos ABR contextualizados para la articulación de las áreas de ciencias naturales y matemáticas

STEAM
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las temáticas más utilizadas desde el enfoque STEAM? 2. ¿Cuáles han sido las experiencias significativas más relevantes en el contexto colombiano desde el enfoque STEAM?
ABR
Dado el contexto del trabajo de investigación ¿Qué tipo de retos se podrían establecer para el modelo

ABR con enfoque STEAM al mismo tiempo?
HABILIDADES 4C
Describa según su experiencia en el campo educativo ¿cómo a través de estrategias pedagógicas en el aula, mediadas por tecnologías digitales, se pueden fortalecer habilidades como el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la creatividad y la comunicación interactiva?
TRANSVERSALIDAD CURRICULAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo ha implementado las tecnologías digitales para articular contenidos de diferentes áreas? 2. ¿Qué temáticas según lineamientos, estándares, DBA, entre otros dispositivos curriculares conoce las cuales permitan la articulación de contenidos entre las ciencias naturales y las matemáticas? 3. Explique los posibles logros, alcances y limitantes pedagógicos que quedan al transversalizar contenidos comunes de las áreas educativas de ciencias naturales y matemáticas.

Fuente: autoría propia

De esta forma, se elabora una matriz de información cruzada entre las respuestas arrojadas por dichos expertos y algunas organizaciones sociales que explican cómo desde la metodología STEAM y los modelos ABR se pueden articular contenidos curriculares de ciencias naturales y matemáticas. Esto permitirá tener en cuenta los elementos pedagógicos necesarios para la construcción de retos educativos, útiles como insumos didácticos de aula para el diseño de propuestas pedagógicas que posibiliten la articulación de contenidos académicos específicos desde las áreas de ciencias naturales y matemáticas en el marco contextual de las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Los hallazgos de las preguntas realizadas a los expertos por cada categoría de análisis muestran las experiencias STEAM más representativas en el contexto educativo colombiano, las temáticas transversales más trabajadas, los propósitos, los recursos pedagógicos, las oportunidades y los limitantes que quedan después de la implementación de los proyectos escolares mediados por las STEAM y sus derivados didácticos. Estos resultados se describen en la matriz cruzada con el propósito de confrontar las diferentes dinámicas educativas que

proponen algunas organizaciones sociales con respecto a la adaptación de modelos ABR y estrategias STEAM en la escuela.

Finalmente, la matriz cruzada indicará los elementos pedagógicos que conllevan a la transversalidad curricular de las áreas de ciencias naturales y matemáticas y la construcción de los retos educativos con los cuales se pretende fomentar las habilidades 4C en los estudiantes de la media en las instituciones educativas IEJR e IEDM.

CAPÍTULO IV: Análisis de la información

El uso de las tecnologías digitales en los procesos de formación es una tendencia pedagógica que poco a poco ha captado la atención de los diferentes miembros que intervienen en el acto educativo. En este primer apartado, se exponen las concepciones y prácticas que tienen los maestros sobre el uso de las tecnologías digitales en las dinámicas escolares de aula; en la segunda parte de este capítulo, se describirá la información brindada por los expertos.

El marco teórico de este trabajo de investigación define, según Roberts et al. (2000), cuatro modelos: intuitivo, estándar, evolutivo y radical, que categorizan o clasifican el trabajo de los docentes, las acciones pedagógicas que desarrollan a través de la tecnología y su incidencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto pueden ser requeridos según las circunstancias del contexto en el que se aborden por las necesidades del entorno escolar o el grado de capacitación en que se encuentran los profesores respecto al uso e implementación de las nuevas tecnologías digitales para la educación y la mediación del conocimiento científico, práctico o aplicado.

Por otro lado, se muestra una nube de palabras claves encontradas en la información brindada por los docentes a partir de las entrevistas semiestructuradas, las cuales sintetizan el accionar pedagógico de las concepciones y prácticas pedagógicas que realizan estos maestros durante las dinámicas diarias escolares y que permiten evidenciar el uso y la implementación de las tecnologías digitales durante las clases, proyectos y estrategias curriculares propias de las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Finalmente, se exhibe un cuadro comparativo mediante el cual se concluyen los hallazgos con respecto al uso que le dan los docentes de la IEJR e IEDM a las mediaciones digitales en las

El siguiente cuadro comparativo sintetiza los hallazgos comunes, contrarios y faltantes que tienen estas instituciones educativas con respecto al uso e implementación que les dan los docentes a las herramientas de interacción electrónica y digital en las aulas de clases.

Tabla 8

Cuadro comparativo de las concepciones y prácticas de los docentes con respecto al uso de las tecnologías digitales

Categoría	IEJR	IEDM
STEAM	<p>La importancia más relevante que indican los docentes con respecto a las tecnologías digitales en la educación argumenta que son diversas y permiten facilitar, simplificar y ampliar las formas con que adquiere el conocimiento. Además, dichas tecnologías permiten desarrollar habilidades como el pensamiento computacional, respetar ritmos de aprendizaje. Igualmente, dejan de ser un recurso exclusivo del aula de clase: puede llevarse a todos los lugares y promueve otra visión de la educación de manera holística y globalizada. (Docente 3)</p> <p>Uso segregado de las tecnologías, exclusivo de algunas áreas (Tecnología e informática y ocasionalmente en ciencias naturales) y en determinado momento de la práctica educativa. (Docente 2)</p> <p>Limitantes reconocidas: conectividad, disponibilidad de suficientes aparatos tecnológicos con buena capacidad y actualizados, los distractores de los dispositivos. (Docente 1)</p>	<p>Los docentes de la IEDM responden que la importancia dada en el uso de las tecnologías digitales como recursos mediadores del conocimiento obedece a la facilidad con la que los estudiantes pueden retomar los contenidos desde diferentes espacios fuera y dentro de la institución. Además, por su novedad, practicidad y rapidez para obtener y transmitir la información, las herramientas electrónicas para la enseñanza y aprendizaje se convierten en aliadas estratégicas para motivar al estudiante en prácticas investigativas y de profundización del saber. (Docente 4)</p> <p>Las actividades digitales son aplicadas únicamente dentro de la institución debido a que fuera de ella, los estudiantes no tienen acceso, conexión ni los dispositivos electrónicos necesarios para avanzar en el desarrollo de estas actividades desde casa, limitando los procesos de retroalimentación de contenidos a la distancia. (Docente 3)</p>

ABR	<p>La práctica pedagógica desde cada asignatura acontece aisladamente de las demás, prevalecen los métodos tradicionales en la enseñanza. (Docente 4)</p> <p>Las metodologías más recientes como el ABR y las STEAM son desconocidas para algunos docentes, sólo en algunas asignaturas se intenta llevar a cabo el aprendizaje basado en proyectos. (Docente 6)</p>	<p>Aunque los docentes están capacitados para implementar cualquier tipo de modelo, estrategia o proyecto escolar que implique mediación a través de la tecnología, este tipo de dinámicas quedan relegadas a las actividades propias de la asignatura de informática, la cual intenta incluir contenidos interactivos de todas las asignaturas que pueden apoyarse desde las múltiples herramientas digitales para la enseñanza. (Docente 1)</p> <p>El modelo ABR y el enfoque STEAM nunca se ha utilizado como alternativa a las prácticas tradicionales. (Docente 5)</p>
HABILIDADES 4C	<p>El uso de las tecnologías en la educación permite, según los docentes entrevistados, aplicar el conocimiento científico a la resolución de situaciones, el trabajo cooperativo, destrezas en el uso y manipulación de artefactos tecnológicos, la lectura crítica, selección de información y la validación de fuentes de información. (Docente 4)</p> <p>Los docentes sostienen que el empleo de tecnologías en el aula permite que los estudiantes adquieran mayores formas de llegar al conocimiento, aumenta la motivación y el aprendizaje del trabajo en equipo. (Docente 3)</p> <p>El pensamiento creativo está presente en todos los procesos. La digitalidad ofrece múltiples opciones para la elaboración de productos como páginas web, foros digitales, vídeos, podcast, entre otros (Docente 2)</p>	<p>Los docentes de la IEDM explican que las habilidades más sobresalientes que adquieren los estudiantes al trabajar con tecnologías digitales se evidencian en la capacidad que adquieren estos para trabajar colaborativamente, ya que ellos mismos instalan sus propios canales de comunicación para distribuirse tareas o partes de un trabajo, proyecto o actividad escolar. (Docente 2)</p> <p>La capacidad de ser críticos para seleccionar información relevante en los trabajos que realizan en sus clases es otra competencia potencial en los estudiantes debido a la depuración y clasificación de material verídico y bien referenciado. (Docente 3)</p> <p>Cuando se trabaja con herramientas interactivas, los estudiantes aumentan la capacidad creativa. Estos medios son más cercanos a la generación tecnológica que representan los estudiantes de la nueva era digital. (Docente 1)</p>

TRANSVERSALIDAD CURRICULAR	<p>El área de ciencias naturales se transversaliza con lengua castellana desde la lectura crítica y manejo de la información; con estadística, por medio del manejo de cifras en algunas temáticas de ecología, genética o reproducción y en algunas ocasiones, con artes plásticas en la elaboración de maquetas, tiras cómicas y líneas de tiempo ilustradas. (Docente 3)</p> <p>La asignatura de matemáticas opera como una isla solitaria debido al bajo nivel académico y la necesidad de reforzar operaciones básicas. (Docente 1)</p> <p>Desde tecnología e informática, se desarrollan las temáticas de manera técnica sin relacionarse con otras áreas de la enseñanza. Docente 5.</p> <p>La mayoría de los docentes entrevistados manifiestan la pertinencia y necesidad de ofrecer enseñanza contextualizada y transversalizada. Para ello, es necesario que la institución disponga de espacios y voluntades administrativas para lograr un trabajo mancomunado por el bien de los estudiantes. (Docente 2)</p>	<p>Los docentes de ciencia naturales de la IEDM proponen temas como la recopilación de estadísticas ambientales de los ecosistemas cercanos al municipio para detallar de forma más sencilla el conjunto de datos ecológicos que edifican los procesos de conservación y preservación de los recursos naturales cercanos al entorno de los estudiantes. Esto implica el uso de sistemas de información geográficos, elaboración de diagramas estadísticos y la compilación de variables numéricas y categóricas. Esta es una clara articulación entre ciencias naturales y matemáticas. (Docente 5)</p> <p>Los docentes del área de tecnología e informática proponen utilizar páginas web para integrar contenidos desde diferentes asignaturas. Ellos explican que la modelación, la gráfica de funciones, la construcción de arquetipos en 3D y el diseño de aplicaciones que no requieran conexión para editar información en tiempos remotos. (Docente 3)</p>
-----------------------------------	---	--

Fuente: autoría propia

Relación STEAM-ABR: concepciones en las prácticas pedagógicas de los docentes

Los docentes de la IEDM señalan que la importancia de las tecnologías digitales en la educación radica en que permiten buscar, obtener y clasificar información académica de forma rápida, segura y entretenida para los estudiantes. Igualmente, sostienen que los recursos físicos para el aprendizaje como libros, revistas, enciclopedias o periódicos han sido desplazados por el fácil manejo de los dispositivos móviles y las diferentes plataformas de búsqueda, confrontación y compilación del saber científico, técnico y relevante para las escuelas del siglo XXI.

El uso de páginas web como canales de comunicación, exposición y retroalimentación de contenidos escolares es otra de las ventajas que encuentran los docentes de esta institución en las tecnologías digitales en las aulas para mediar los procesos de aprehensión del conocimiento, en especial los que se relacionan con las ciencias exactas y naturales, la tecnología, la informática y otras áreas que impulsan el pensamiento creativo como las artes, la música, el teatro y la danza.

La tecnología dentro de las clases me ha permitido diligenciar, manipular, crear y obtener información académica de forma inmediata, las páginas web, los motores de búsqueda, los portales del ministerio, los correos electrónicos y las redes sociales como Facebook, WhatsApp e Instagram nos da a los profes contenidos que no sólo se limitan a la parte del compartir entre personas, sino que también brindan a los estudiantes productos, servicios y fuentes informativas de temas generales. (Docente 2 de la IEDM)

En cuanto a las oportunidades proporcionadas por el uso de la tecnología en los procesos escolares, los docentes de la IEDM responden que este tipo de recursos educativos despierta el interés de los estudiantes por obtener conocimientos que le sean útiles para las actividades del diario vivir. Además, a través de la mediación digital del saber, las personas involucradas en los procesos de formación pueden compartir experiencias que en la realidad física pueden quedarse corta en comparación con la realidad remota que ofrecen las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje.

Las oportunidades que encuentro en el uso de tecnologías, una tarea de la actual era digital de la sociedad, nos entrega a las personas la posibilidad de confrontar, verificar, y explorar el mundo real, también nos deja adentrarnos en la globalización, conocer los últimos avances científicos; y cómo sacar de todo esto, soluciones que nos permitan resolver los problemas de la comunidad educativa en general. (Docente 3 de la IEDM)

En la IEDM, los limitantes que expresan los maestros con respecto al uso de la tecnología en los diferentes momentos escolares de aula se deben a que los recursos, los espacios y la oferta de estrategias digitales que esta tecnología trae consigo alcanzan únicamente para trabajar con ellas dentro de la institución, ya que la mayoría de los estudiantes fuera de clase solo utilizan dicha tecnología para comunicarse.

Los dispositivos móviles y computadores que tienen en casa no tienen generalmente conexión, lo que restringe el avance en el desarrollo de actividades digitales a distancia. Useche y Vargas (2019) explican que, ante esta situación, el diseño de estrategias STEAM debe ajustarse a la elaboración de proyectos escolares que permitan al estudiante apropiarse personalmente de las actividades que dichas estrategias ofrecen y dentro de la misma institución, lo cual se logra solo si están articuladas las diferentes cátedras académicas que edifican el currículo de una comunidad educativa.

Hay pocas posibilidades de avanzar con la implementación de tecnologías en las clases, ya que a pesar de que el colegio cuenta con suficientes salas, con buenos equipos electrónicos y conexión, las estrategias que requieren algún tipo de herramientas digitales sólo se utilizan en el colegio, donde las salas de informática están reservadas especialmente para los docentes de esta asignatura. (Docente 1 de la IEDM)

Ante los recursos, las estrategias y las formas de evaluar a los estudiantes cuando hacen uso de las tecnologías digitales en las clases, los docentes de la IEDM indican que siguen los lineamientos del Sistema Institucional de Evaluación del colegio (SIE) y las plataformas institucionales de evaluación SINAI y CHAMILO, las cuales permiten que los docentes de las diferentes asignaturas utilicen los medios y alcances posibles para que la evaluación de los estudiantes sea siempre de carácter formativo, así como lo sugiere el Decreto 1290 de la Ley

General de Educación, Ley 115 de 1994, y los estipulados en la Guía 30, que definen a los recursos educativos digitales y tecnológicos como elementos indispensables para estar a la vanguardia del mundo globalizado.

Cuando utilizo estrategias evaluativas para medir los logros que obtienen los estudiantes al usar diferentes tecnologías en el aula, propongo que ellos mismos opinen lo que han hecho y lo dejen escrito en blogs, grupos de WhatsApp, correos electrónicos, entre otros, para así luego hacer retroalimentaciones de carácter formativo; al final, cuando la nota es sumativa, esta se da de forma participativa y cada quién queda satisfecho con el trabajo realizado. (Docente 4 de la IEDM)

Por otro lado, los docentes de la IEJR responden que la importancia de incorporar el uso de tecnologías digitales en el aula estriba en que los recursos de este tipo son diversos, entretenidos, multimediales y posibilitan al estudiante continuar sus labores académicas desde el hogar, lo cual amplía las opciones de mejorar los hábitos de estudio, así como la interactividad que proporciona la digitalidad y los avances que esto significaría para estar a la vanguardia del mundo tecnológico moderno.

Las oportunidades, la importancia y la relevancia que representan el uso de tecnologías digitales dentro del aula son múltiples, permite a los estudiantes aprender ciertas temáticas respetando sus ritmos de aprendizajes, porque pueden utilizar otros espacios diferente al aula para continuar y reforzar las temáticas adquiridas dentro del salón de clases, también permite utilizar diferentes recursos como vídeos, evaluaciones abiertas, evaluaciones de selección múltiple por gamificación, entre otros. (Docente 1 de la IEJR)

Los limitantes que responden y encuentran los docentes de la IEJR frente al uso de las tecnologías en los espacios de clase se caracterizan por la falta de conexión y la disposición de

dispositivos electrónicos para el desarrollo de actividades dadas en diferentes plataformas digitales de aprendizaje y de mediación del conocimiento. Los equipos del colegio no tienen suficiente capacidad para almacenar información: otra debilidad con respecto a la mediación de los contenidos temáticos de aula a través de herramientas tecnológicas.

Dentro de las limitaciones más notorias es la conectividad, la disponibilidad de instrumentos tecnológicos, conectores de electricidad, la actualización y la memoria que tienen estos dispositivos, porque en la medida en la que no se encuentren actualizados va a ser más difícil cargar ciertas aplicaciones y guardar ciertas actividades porque necesitan más memoria RAM y en cuanto a la conectividad, pues ahí recursos que son offline, pero eso requiere también de instalarlos o en su defecto compartirles internet cuando es online, lo cual requeriría pues conexión de internet. (Docente 3 de la IEJR)

El tipo de evaluación hecha a los estudiantes sobre el uso de las tecnologías digitales durante las prácticas pedagógicas que realizan los docentes de la IEJR generalmente sirve para medir en qué nivel de conocimientos previos se encuentran dichos estudiantes frente a la aplicabilidad de recursos interactivos en el desarrollo de actividades escolares. Además, es una señal diagnóstica para evaluar sumativamente y conforme al sistema institucional de evaluación de la IEJR, las diferentes competencias, habilidades y destrezas que implican las tecnologías de la educación en los procesos de formación científica, cultural y social.

Las evaluaciones pueden ser diagnóstico, aunque no tienen una nota cuantitativa nos permite como estimar los aprendizajes previos que tienen los chicos al iniciar una temática y ya nivel cuantitativo, se evalúan pues las competencias básicas interpretativa, argumentativa y propositiva y el conocimiento científico. (Docente 2 de la IEJR)

Estas primeras concepciones y prácticas pedagógicas que tienen los docentes de la IEJR e IEDM frente al uso de las tecnologías digitales en el trabajo académico con los estudiantes expanden el panorama para dar a conocer dentro de estas comunidades educativas los elementos pedagógicos y didácticos de los enfoques STEAM y ABR que, por su transversalidad y su propuesta de solución de desafíos o retos del segundo, amplían la posibilidades de integración, apropiación y uso de las tecnologías de la información y la comunicación en distintas actividades académicas que propendan por el mejoramiento de los procesos formativos asociados a estas instituciones.

Habilidades 4C en la práctica educativa

Las preguntas formuladas en la categoría de análisis correspondiente al desarrollo de habilidades 4C, descritas como pensamiento crítico, creatividad, colaboración y comunicación (anexo A) y con las cuales los docentes de las instituciones educativas IEJR e IEDM dan a conocer sus concepciones y prácticas sobre el uso e implementación de recursos tecnológicos y digitales en el aula, están diseñadas para indagar sobre las competencias y destrezas que dejan este tipo de herramientas interactivas, luego de proyectarlas, instalarlas, socializarlas y evaluarlas con los estudiantes.

Los docentes de la IEDM señalan que al incluir recursos digitales dentro las planeaciones curriculares, los estudiantes se motivan a trabajar en grupos porque les permite poner en práctica actividades del tipo colaborativo en los momentos de tomar decisiones, distribuir responsabilidades, dinamizar los tiempos de labores académicas y gestionar la redistribución de funciones grupales a través de herramientas electrónicas canales de comunicación.

Ochoa (2019) considera que los ambientes de aprendizaje que implican el desarrollo de estrategias STEAM generan espacios para que los seres humanos que hacen parte la ejecución de dichas estrategias sientan la necesidad de comunicarle al otro el resultado de sus investigaciones. A pesar de que las STEAM trabajan por habilidades que se desprenden de las ciencias, la informática y el arte, también implican un componente social de habilidades como la colaboración entre pares y la interacción a través de diversas aplicaciones comunicacionales.

Las habilidades que logro encontrar en mis estudiantes cuando aplico en las clases estrategias mediadas por la tecnología, están dadas generalmente por el trabajo en equipo que les permite verificar información de forma conjunta, construir espacios de debate, foros y mesas de trabajo colaborativo. Fomentan la creatividad para exponer los productos que se desprenden desde la digitalidad, inclusive destacan la capacidad para elegir con argumentos críticos el material académico necesario para elaborar informes, tareas y ejercicios numéricos. (Docente 5 de la IEDM)

Los maestros de la IEJR expresan que las habilidades adquiridas por los estudiantes luego del uso de las nuevas tecnologías para la mediación del trabajo académico están adscritas en la capacidad crítica para aplicar el conocimiento científico escolar en la resolución de ciertas situaciones problemas que se pueden plantear en el aula o fuera de ella. Igualmente, hay muestras de trabajo cooperativo entre ellos mismos, puesto que el uso de las nuevas tecnologías para la educación impulsa una comunicación más cercana al uso de dispositivos móviles que les atrae por lo práctico, rápido y útil que son en el momento de extraer, clasificar y seleccionar información de diversas fuentes que provienen de páginas web, plataformas virtuales, entre otros recursos de la digitalidad.

Litwin (2005) manifiesta que la integración de tecnologías en aula de clases inspira la formación de valores cívicos en los estudiantes para construir identidades sociales, normas de urbanidad y cultura de participación ciudadana que denotan cambios en la forma en la que se acercan unos a otros para compartir todo tipo de información, en especial la académica, que los involucra conjuntamente dentro de los procesos formativos llevados a cabo en la escuela.

En la IEJR, los docentes han descubierto que después de incluir herramientas tecnológicas en el trabajo escolar con los estudiantes, ellos gestionan autónomamente la distribución de tareas para el trabajo escolar y se toman el tiempo suficiente para desarrollar productos de calidad que puedan exponerse de forma creativa con los demás, algo que no ocurre con las tradicionales clases, en las que el desinterés y la rutina en ocasiones sólo les permite rendir de forma básica en el cumplimiento de objetivos o logros que se incluyen en las planeaciones curriculares de los docentes.

Los cambios más notorios que inicialmente encuentro en los estudiantes de la IEJR, cuando incluyo la tecnología en las clases, es la motivación, porque los estudiantes tienden a aburrirse mucho cuando las clases cuando son muy monótonas, de pronto por estar transcribiendo todo el tiempo, algo que es útil si lo estructuramos de cierta manera, pero para hacerlo diariamente, esto tiene ciertos inconvenientes, entre ellos la falta disposición de los chicos; sin embargo, los estudiantes aprenden a trabajar en equipo, cuando hay gamificación digital por ejemplo, uno retroalimenta al otro, aparte de ello, los “flip back” que generan algunos aplicativos electrónicos, les permite resolver ciertas inquietudes, claro está que con la mediación del docente. (Docente 6 de la IEJR)

Transversalidad curricular en las dinámicas escolares de las instituciones educativas

El análisis de la categoría transversalidad curricular indagaba en los maestros de las instituciones IEJR e IEDM (anexo A) aquellas temáticas curriculares que desde las ciencias naturales y las matemáticas se pueden articular para llevar a cabo propuestas pedagógicas mediadas por las tecnologías que favorecen la transversalización de dichas áreas tales como las estrategias didácticas como las STEAM y los enfoques o modelos ABR. Así pues, se analizaron las respuestas brindadas con respecto a las posibilidades, límites y oportunidades de dichas temáticas al usar herramientas digitales dentro de las diferentes prácticas de aula que se ejecutan desde la planificación académica que establecen los docentes de dichas instituciones.

En la IEDM, los docentes argumentan que las temáticas más cercanas para articular los contenidos de ciencias naturales, matemáticas, tecnología e informática corresponde a la modelación de situaciones problemas que requieran el uso de datos numéricos, gráficas de funciones y solución de ecuaciones de primer y segundo grado. Si bien estas temáticas son del componente curricular de las matemáticas, desde las ciencias naturales, los docentes indican que se puede establecer relaciones algebraicas, geométricas y analíticas para estudiar ecosistemas, condiciones meteorológicas, sistemas de información geográfica y estadísticas de conservación y preservación de recursos ecológicos. La tecnología y la informática ofrecen aplicaciones, programas y plataformas que permiten a los estudiantes analizar, procesar y organizar datos cualitativos y cuantitativos y en conjunto, formar bases informáticas para explicar realidades sociales, culturales y ambientales de una comunidad, grupo o colectividad humana.

Para combinar o integrar matemáticas con tecnología utilizo páginas de internet como FooPlot, MathWay y Geogebra, porque me parece que son las más frecuentes y fáciles de manejar para los alumnos de la media técnica del colegio, por otro lado, cuando se utiliza este tipo de herramientas electrónicas, ellos observan que la tecnología es más agradable

para verificar procesos que cuando se hacen de forma escrita en el cuaderno o toca leer libros, revistas o enciclopedias. (Docente 5 de la IEDM)

Las temáticas que señalan los docentes de la IEJR con respecto a la articulación de las ciencias naturales y las matemáticas están evidenciadas en la construcción de gráficas, tablas y diagramas estadísticos desde aplicativos digitales como Pixton y MathGraphic; dichos aplicativos también son útiles para desarrollar prácticas de laboratorios de química y física. Por ello, los docentes enuncian que se pueden generar cálculos estequiométricos, modelaciones para el crecimiento de células, bacterias, entre otros microorganismos.

Los temas más utilizados de la asignatura de matemáticas y que tengo más presente para hacer articulaciones con otras áreas, son los propios de la estadística descriptiva, ya que con ellos podemos organizar la información o los datos dados en un estudio, censo o encuesta; generalmente con este tema se presentan ciertas informaciones que se pueden exponer de manera de gráfica, a través de tablas o cuadros de frecuencia, para ello es necesario pues que los estudiantes tengan como el conocimiento relacionado con los organizadores gráficos de la estadística descriptiva. (Docente 5 de la IEJR)

Hay muchas temáticas que permite la articulación entre biología, matemáticas y tecnología: a nivel de las ciencias naturales el transporte de material genético a través de la membrana celular, cuando hablamos de concentraciones saturadas, porque es necesario que el estudiante reconozca la cantidad de soluto que está dentro o fuera de la célula, lo cual conlleva a cálculos químicos y físicos; a nivel de ecosistema, el crecimiento poblacional, ahí se abordan algunas gráficas de la densidad de la población de control de natalidad y mortalidad, temas articulados con la estadística. También se puede abordar otros temas articulados como las leyes de Mendel, porque requiere que el estudiante tenga unos

conocimientos en torno a las proporciones fraccionarias, porcentajes e inferencias desde la segunda y tercera Ley de Mendel que habla de la clasificación del fenotipo y el genotipo en las especies. (Docente 6 de la IEJR)

En ambas instituciones, IEJR e IEDM, los logros, alcances y metas hallados después de articular temáticas entre diferentes áreas del saber promueven una mayor capacidad crítica que los estudiantes alcanzan cuando integran asertivamente contenidos relevantes para el entorno real de los mismos desde distintas asignaturas. En matemáticas, se exponen los recursos, los medios, las operaciones, y desde las ciencias naturales se verifican, se contrastan y se determinan patrones de experimentación.

Lineamientos necesarios para el diseño de retos transversales entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas

El siguiente apartado expone el análisis de las respuestas brindadas por los expertos durante el desarrollo de las entrevistas (anexo B), las cuales indagaban por el tipo de retos educativos que mejor se ajustan al contexto de las instituciones educativas IEJR e IEDM desde el enfoque didáctico ABR para articular contenidos curriculares de las áreas de ciencias naturales y matemáticas.

Relación entre las concepciones sobre las prácticas pedagógicas STEAM - ABR de los docentes

Los expertos que respondieron las preguntas en las entrevistas relacionadas con las categorías de análisis STEAM y ABR fueron interrogados por las temáticas curriculares más utilizadas desde este tipo de enfoques, así como cuáles han sido las experiencias significativas

más relevantes en el contexto colombiano desde el enfoque STEAM y qué tipo de retos se podrían establecer para el modelo ABR con enfoque STEAM.

Las respuestas indican que los expertos han desarrollado temáticas que van desde la modelación de ciclos reproductivos de especies animales y vegetales, agropecuarias y agrícolas, respectivamente. Asimismo, el diseño de objetos virtuales de aprendizajes como los recursos multimediales, que integran vídeos, páginas web, plataformas virtuales, entre otros, para la difusión de contenidos de diversas fuentes científicas y académicas. Los expertos explican que las estrategias STEAM más utilizadas en el contexto colombiano están orientadas por aquellas que pretenden la creación de arquetipos industriales 3D, los cuales compiten en el mercado de consumo local y en los diferentes territorios geográficos del país.

Adicionalmente, se menciona la implementación de proyectos escolares, que articulan componentes de robótica, arte, matemáticas y herramientas digitales para dispositivos electrónicos como aplicaciones y redes sociales. Se incluyen estrategias STEAM que permitan la tecnificación de procesos industriales desde la escuela en conjunción con la creación de tecnologías que protejan la preservación de los recursos naturales de la nación, su cultura y su idiosincrasia.

Conozco las bondades que tiene el enfoque STEAM en la educación, desde el ministerio de educación nacional se ha incentivado el desarrollo de este enfoque, promoviendo actividades de formación para los profesores de educación básica y media, como la creación y difusión de recursos (ova), a través de los cuales los profesores pueden iniciarse en el trabajo de las habilidades STEAM a través de la creación de contenidos videográficos, tecnológicos y de rudimentaria tradicional para el diseño de inventos que solucionen necesidades de la población estudiantil y sus familias. (Experto 1)

El reto más importante es lograr la articulación de las diferentes áreas de conocimiento, a través de procesos formativos en los que los estudiantes pueden experimentar y confrontarse con la realidad. Esto implica que el ejercicio de formación no puede quedarse solo en explicaciones teóricas, lo que se espera del trabajo bajo este enfoque es lograr que el estudiante construya su propio aprendizaje, a partir de la experiencia. Por lo tanto, la estrategia del ABR reviste importancia, porque podrá situar al estudiante frente a situaciones que ocurren en su cotidianidad, las cuales deberá enfrentar y resolver, fomentando en él, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo colaborativo, porque el ideal del modelo ABR es que el conocimiento lo pueda confrontar con otros. (Experto 2)

Habilidades 4C en la práctica educativa

Los expertos explican que el desarrollo de las habilidades 4C: pensamiento crítico, creatividad, colaboración y comunicación, a través de la implementación de modelos pedagógicos STEAM en el aula, constituyen oportunidades para que los estudiantes vean en las tecnologías digitales el horizonte académico más competitivo. Fortalecer estas habilidades 4C a partir de las experiencias de aprendizaje STEAM es una semilla de progreso que debe dejar la educación en cada uno de los seres humanos que se forman para ser ciudadanos más conscientes de la era digital actual.

Yakman (2012) desarrolla este hecho al indicar cómo los modelos STEAM crean espacios para el debate y la asertividad en los contextos escolares que usan la tecnología como recurso mediador del conocimiento. Por tanto, el pensamiento crítico es la primera habilidad 4C para la ejecución de dichos modelos, las otras son producto del diseño (creatividad), el esfuerzo colectivo (colaboración) y la forma cómo interactúan (comunicación) los involucrados en

experiencias escolares STEAM como una forma de aprender para superar barreras de atraso, brechas económicas y problemas sociales.

Efectivamente la inserción de las TIC en el aula puede fortalecer el trabajo colaborativo, la creatividad y la comunicación interactiva, lo que prima en este caso es el uso pedagógico que realiza el profesor de las diferentes herramientas digitales, las STEAM por su gran oportunidad de acercarse a los últimos avances tecnológicos, permite que varias personas a la vez se interesen por asuntos académicos comunes y tracen metas colectivas comunes. (Experto 1)

La posición de los expertos frente a las habilidades que puedan desarrollarse en el trabajo académico mediado por tecnologías digitales indica que su uso bajo la implementación de estrategias de aprendizaje activo como el ABR, el ABP, el *Design thinking*, entre otras, permiten generar ambientes de aprendizajes más enriquecedores para el estudiante, puesto que motiva el conocimiento de las realidades actuales por las que atraviesa la sociedad en materia de investigación, descubrimientos y avances científicos.

Por ende, según los expertos, son pocos los limitantes de la implementación de modelos pedagógicos que median el aprendizaje a través de la tecnología debido a que el uso de los recursos pedagógicos de estos modelos convierte el aula en una posibilidad abierta en la que el estudiante se confronta así mismo con la realidad del entorno. Es allí donde experimenta, crea, resuelve, interactúa y adquiere conocimiento, es decir, aprehende competencias que se podrían resumir en las habilidades 4C.

Transversalidad curricular en las dinámicas escolares de las instituciones educativas

La Ley 115 de 1994 o la Ley General de Educación en Colombia declara en el artículo 76 que la transversalidad debe incluirse de forma explícita en los documentos rectores de las

instituciones públicas y privadas del país, puesto que son los instrumentos pedagógicos clave para que los docentes piensen, diseñen e implementen de manera colaborativa y a través de la autonomía y la libertad de cátedra todo tipo de propuestas innovadoras de enseñanza y aprendizaje que propicien la solución de situaciones problema en contexto y del entorno de las comunidades educativas. Esto permite que los estudiantes visualicen y adquieran el conocimiento desde una perspectiva integral, relevante y útil para la vida.

Los expertos sugieren que la transversalidad curricular es una tarea que los docentes deben establecer dentro de sus prácticas pedagógicas para identificar las temáticas, las competencias y las habilidades que se pretende desarrollar en los diferentes proyectos educativos institucionales de los colegios de básica secundaria y media del país; además, agregan que los recursos académicos son variados y diversos y permiten articular temáticas de varias áreas del conocimiento al mismo tiempo según los grados.

Los modelos pedagógicos como las STEAM y los ABR evidencian experiencias significativas que demuestran esta transversalidad curricular. Algunas estrategias diseñadas por el MEN como Chicas STEAM, STEAMLab, Retos y Desafíos Colombia son algunos ejemplos de los cuales se pueden extraer elementos pedagógicos para implementar o llevar a cabo este tipo de experiencias escolares al aula.

El trabajo con los estudiantes a través del desarrollo de experiencias STEAM, me ha permitido observar que desde el grado quinto de primaria, las temáticas transversalizadas ofrecen múltiples posibilidades para afrontar el conocimiento de manera holística, temáticas como los ciclos productivos, la agricultura sostenible, la modelación de situaciones problemas y el diseño de recursos digitales, permiten la combinación de contenidos matemáticos, geométricos, estadísticos, de ciencias naturales y tecnológicos. En el banco de

estrategias del ministerio de educación nacional se pueden rastrear experiencias STEAM, diseñadas para fortalecer dinámicas educativas como la inclusión, la mitigación de la brecha digital y el desarrollo de competencias y habilidades informáticas de la nueva era digital.

(Experto 2)

Los expertos expresan que son más los logros, los alcances y las oportunidades cuando se transversalizan contenidos curriculares específicos entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas que los limitantes que puedan presentarse. La transversalidad curricular hace énfasis en el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, en los cuales se aborden distintas nociones del saber o del conocimiento para un mismo objetivo común de aprendizaje. Esto conlleva a que el estudiante asuma de manera holística el acto educativo como una herramienta indispensable para llevar a cabo el proyecto de vida personal, familiar y social.

Pensar en procesos de transversalización de contenidos de ciencias naturales y matemáticas, sin duda será un gran acierto, puesto que son áreas afines, áreas que se complementan y a través de las cuales los estudiantes pueden desarrollar el pensamiento lógico, el pensamiento científico, la creatividad y la resolución de problemas. Otra de las bondades de trabajar en forma articulada estas áreas es también el fomento de habilidades para el trabajo colaborativo en pro de una acción común que resuelva problemas de la comunidad, desarrollar proyectos benéficos para la familia y compartir con estudiantes de otros grados, regiones y países todo tipo de productos académicos que pueda dejar la integración curricular de temáticas diferentes y transversalizadas. (Experto 1)

La siguiente matriz recoge la información dada en las respuestas brindadas por los expertos y algunas referencias teóricas aportadas por organizaciones sociales, las cuales proponen desde los modelos ABR y las estrategias STEAM, recursos, oportunidades, limitantes y temáticas

transversales para desarrollar en el aula todo tipo de experiencias pedagógicas que requieran la mediación del aprendizaje a través del uso de la tecnología y el diseño de retos educativos.

Tabla 9

Matriz de organizaciones sociales referentes en la implementación de modelos ABR y estrategias STEAM

Organizaciones y expertos	Retos / Propuestas	Recursos	Oportunidades / Limitantes	Temáticas transversales
UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) 2020	Inclusión / Educación STEAM en tiempos de crisis, una apuesta al futuro.	Plataformas UNESCO Disposiciones móviles de conexión a redes mundiales de información científica.	Aumentar la visibilidad de las mujeres en el sector de las ciencias y la tecnología / Interculturalidades y cuestiones religiosas.	ciencia, tecnología y matemáticas.
OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2019)	Crecimiento económico/ Comités interinstitucionales específicos para trabajar en la igualdad de género desde las experiencias educativas STEAM	Aplicaciones bancarias Empresarismo Publicidades digitales de minorías y poblaciones LGTBIQ+	Desarrollo económico en poblaciones vulnerables / Racismo, homofobia parcializada en estados conservadores	Sociedad y tecnología
MEN Colombia (Ministerio de Educación Nacional, 2018)	Hackers Girls Colombia y Chicas STEAM son programas adheridos al MinTIC Colombia, los cuales están enfocados en reforzar el interés de las niñas por los estudios científicos y las actividades tecnológicas.	Plataformas MEN Colombia Computadores para Aprender (Dotación dada al sector educativo público del país)	Empoderamiento de niñas en materia de educación STEM (2018) Impulsar la igualdad de género en la enseñanza de las STEM en todo el mundo (2017) / Necesidades específicas de la demografía colombiana y sus manifestaciones culturales	Tecnología e informática

Organizaciones y expertos	Retos / Propuestas	Recursos	Oportunidades / Limitantes	Temáticas transversales
ONU (Organización de Naciones Unidas, 2020)	STEAM sostenible ONU STEAM + H ONU Mujeres Colombia/ Objetivos del desarrollo sostenible	Plataformas ONU Los recursos que puedan generarse a partir de la Agenda 2030 para el intercambio de ideas tecnológicas que propendan por soluciones sostenibles de problemáticas sociales mundiales	Democracia participativa Soluciones locales comunitarias Equilibrio ecológico Tecnologías amigables con el planeta / Rupturas de relaciones exteriores entre las naciones	Ciencia, Sociedad y Tecnología
OEA (Organización de los Estados Americanos) Ochoa (2019)	Ambientes de aprendizaje mediados por STEAM Colombia UPB STEM STEAM OEA / Capacitación de los docentes latinos en universidades de Norte América	Recursos web Plataformas OEA MEN Colombia en la red	Mitigar brecha digital entre las poblaciones más alejadas de los centros urbanos Integración de la mujer en la escena científica latinoamericana Mejorar las condiciones laborales de los docentes latinos con experiencias tecnológicas modernas Interculturalidad, conflictos sociales, discriminación	Ciencia, Sociedad y Tecnología
Expertos STEAM	Ciclos productivos Agricultura sostenible Modelación de situaciones problemas	Recursos OVA (Objetos virtuales de aprendizaje)	Inclusión Trabajo colaborativo Integración curricular /Contextos y necesidades particulares de las instituciones de las instituciones educativas	Ciencias naturales Matemáticas
Docentes IEJR	Agricultura Proyectos PRAE	Espacios abiertos y salas de cómputo	Reconocer las condiciones eco ambientales del Municipio de Salgar y los entornos cercanos	STEAM

Organizaciones y expertos	Retos / Propuestas	Recursos	Oportunidades / Limitantes	Temáticas transversales
			de los estudiantes de la IEJR	
Docentes IEDM	Páginas web Medios de comunicación digital Aplicaciones digitales Agricultura	Espacios abiertos y salas de cómputo	Seguir dando a conocer el proyecto institucional EXPOTÉCNICA como un referente de desarrollo local y regional en el norte antioqueño	STEAM

Fuente: elaboración propia

Retos educativos ABR contextualizados para la articulación entre las áreas de ciencias naturales y matemática bajo la metodología STEAM. El ABR es una estrategia pedagógica que faculta que los estudiantes establezcan retos para solucionar problemas del contexto cotidiano del entorno y sus comunidades. Para Apple (2011), su creador, este enfoque didáctico es una apuesta educativa para que las nuevas generaciones integren las tecnologías digitales de la información y comunicación en los diferentes procesos formativos. Sus objetivos consisten en mejorar la calidad de vida en los seres humanos, establecer acciones que propendan por el desarrollo sostenible como lo sustenta la ONU hasta el año 2030; además, para que la escuela sea realmente una institución relevante, asertiva y protagonista en la sociedad.

En este apartado, se proponen los retos educativos ABR que más se ajustan a las posibilidades de transversalización curricular desde las áreas de ciencias naturales y matemáticas bajo la metodología STEAM y que fomentan las habilidades 4C en los estudiantes de la educación media de las instituciones IEJR e IEDM. El resultado de estos retos surge del análisis hecho entre los capítulos anteriores que abordaban inicialmente las concepciones y prácticas pedagógicas de los docentes en las instituciones IEJR e IEDM con respecto al uso de las

tecnologías digitales en el aula de clases, la información brindada por los expertos acerca de los signos y los elementos pedagógicos necesarios para la construcción de dichos retos.

Tabla 10

Reto 1: Cultivos hidropónicos

Elementos del reto	Descripción
Idea general	Agricultura
Pregunta esencial	¿Cómo implementar modelos de cultivo alternos como los hidropónicos para la producción agrícola sustentable?
Reto	Diseñar prototipos hidropónicos de producción agrícola sustentables para el aprovechamiento de los recursos naturales cercanos al contexto escolar de los estudiantes como el agua de lluvia y exteriores.
Preguntas orientadoras	<p>¿Qué son los cultivos hidropónicos?</p> <p>¿Cuáles son los prototipos tecnológicos básicos para el cultivo de productos agrícolas a través de la hidroponía?</p> <p>¿Cómo construir prototipos hidropónicos para el cultivo de productos agrícolas?</p> <p>¿Cuáles productos de agricultura se pueden seleccionar según el contexto escolar, para llevar a cabo proyectos de cultivos hidropónicos?</p> <p>¿Qué pasos se deben llevar a cabo para la producción agrícola a través de la hidroponía?</p>
Actividades orientadoras	<p>Rastreo de la información (Hidroponía básica)</p> <p>Recopilación, organización y socialización de la teoría básica sobre hidroponía</p> <p>Planeación y montaje de prototipos tecnológicos básicos para la producción hidropónica de cultivos</p> <p>Período de siembra, supervisión de crecimiento y cosecha</p> <p>Informe de resultados</p>
Recursos orientadores	<p>Referencias multimediales sobre hidroponía</p> <p>Espacios exteriores</p> <p>Agua de lluvia</p> <p>Utilería básica: madera, botellas plásticas, alambres, tierra abonada, semillas.</p>

Elementos del reto	Descripción
Solución – implementación	Construcción de propuestas que permitan mitigar las necesidades de consumo humano a través de la autogestión alimentaria, para así prevenir situaciones como desabastecimiento, desnutrición o hambrunas en el entorno de la comunidad educativa.
Evaluación	Formativa - SIEE IEDM
Publicación: implementación de los estudiantes	Informes parciales grupales y revisión de avances con el docente o tutor del proyecto hidropónico.
Publicación: documentación / reflexión de los estudiantes	Informe final de los resultados del proyecto hidropónico
Institución	IEDM
Población	Media académica rural y urbana de la IEDM
Descripción	Los cultivos hidropónicos surgen como respuesta a las necesidades actuales del ser humano por implementar formas sustentables de producción agrícola, cuyo fin es preservar los recursos naturales existentes de un ecosistema local y así garantizar que las actuales y futuras generaciones tengan acceso a una alimentación saludable, balanceada y libre de químicos como pesticidas, herbicidas o plaguicidas (orgánica). Este tipo de agricultura es sostenible, pues se puede aprovechar el agua lluvia cercana a los exteriores de cualquier edificio o casa, la tecnología hidropónica es sencilla y fácil de elaborar, además los proyectos educativos asociados a la hidroponía prevén en los estudiantes, en especial los del sector rural, habilidades para transformar el territorio con modelos productivos innovadores, de emprendimiento y sobre todo amigables con el ambiente (sostenibles).
Transversalidad curricular STEAM	<p>Ciencias naturales: Teoría básica de la hidroponía para la siembra y cultivo de productos agrícolas</p> <p>Tecnología e ingeniería: Diseño, construcción e implementación de prototipos hidropónicos</p> <p>Artes: Creatividad para el diseño de prototipos hidropónicos</p> <p>Matemáticas: Medición de tiempos de siembra, riego y cosecha de productos agrícolas hidropónicos, comparación de variables, elaboración de informes estadísticos.</p>

Elementos del reto	Descripción
Habilidades	<p>Pensamiento crítico: Objetividad para la elección de productos agrícolas que se pueden llevar a modelos hidropónicos de cultivo. Conciencia ambiental por la sostenibilidad agrícola y alimentaria mundial.</p> <p>Trabajo colaborativo: Construcciones grupales de informes y proyectos hidropónicos.</p> <p>Creatividad: Diseño de prototipos</p> <p>Comunicación: Abierta en el aula</p>

Fuente: autoría propia

Tabla 11

Reto 2: Estadísticas de conservación ambiental

Elementos del reto	Descripción
Idea general	Recolección de estadísticas y datos meteorológicos para la elaboración y presentación de informes con sistemas digitales de información geográfica.
Pregunta esencial	¿Qué estadísticas meteorológicas son necesarias para tomar decisiones sobre las condiciones de equilibrio ecológico en zonas de preservación y conservación ambiental cercanas al contexto escolar de los estudiantes de la IEDM?
Reto	Utilizar sistemas de información geográfica para la recolección de datos estadísticos, los cuales permitan recoger información sobre las condiciones de equilibrio ecológico presentes en las zonas de conservación y preservación ambiental, cercanas a los entornos y ecosistemas locales de los estudiantes y sus familias.
Preguntas orientadoras	<p>¿Cuáles son las variables meteorológicas necesarias y suficientes para medir las condiciones ambientales de un lugar?</p> <p>¿Cuándo un lugar geográfico alcanza el estatus de zona para la conservación y la preservación ambiental?</p> <p>¿A través de qué sistemas informáticos o aplicaciones digitales se puede recolectar información estadística sobre una zona de conservación y preservación ambiental?</p> <p>¿Cómo hacer medidas, análisis y toma de decisiones sobre el equilibrio ecológico de un lugar a través de la estadística?</p> <p>¿Qué estrategias se pueden desarrollar para concientizar a los miembros de la comunidad educativa sobre el cuidado, la conservación y la preservación de los entornos y ecosistemas naturales cercanos a la IEDM?</p>

Actividades orientadoras	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico sobre generalidades de estadística descriptiva. -Definición de patrones, indicadores y medidas numéricas de variables asociadas a la conservación y la preservación ambiental de un lugar. -Selección de sistemas de información geográfica y aplicaciones digitales para la recolección de estadísticas de conservación ambiental (QGIS, Naturalist, STATGRAPHIC, MathGIS, entre otros). -Reconocimiento de las zonas de conservación y preservación ambiental cercanas a la IEDM. -Estudio, organización y presentación de la información recolectada.
Recursos orientadores	<ul style="list-style-type: none"> -Salas de cómputo -Dispositivos móviles -Cámaras -Sistemas de información geográfica instalados en los computadores del colegio. -Aplicaciones digitales para el rastreo de información ambiental. -Programas digitales para la construcción de informes estadísticos.
Solución e implementación	Difundir acciones estudiantiles entre la comunidad educativa para tomar conciencia sobre la necesidad de conservar, preservar y proteger los recursos naturales del entorno y zonas de cuidado especial ambiental cercanas a la IEDM.
Evaluación	Formativa - SIEE IEDM
Publicación: implementación de los estudiantes	Informes parciales grupales y revisión de avances con el docente o tutor del proyecto hidropónico
Publicación: documentación / reflexión de los estudiantes	Participación de los estudiantes en el evento académico institucional EXPOTÉCNICA
Institución	IEDM
Población	Media técnica y académica de la IEDM
Descripción	El reto de describir las estadísticas ambientales de un lugar implica que los estudiantes asuman el compromiso de investigar, indagar y cuestionar el estado actual de los ecosistemas naturales que circundan en una comunidad educativa, lo cual sugiere que el estudiante determine cuáles son los problemas que más aquejan los entornos vivos de un lugar como la acumulación de residuos sólidos, la tala de árboles, la contaminación del

	<p>recurso hídrico, el calentamiento global, entre otras situaciones que afectan las medidas locales, institucionales y políticas para el cuidado, la protección, la preservación y la conservación ambiental de un territorio. De esta forma, el reto educativo instala desde varios frentes del saber (Articulación STEAM) el diseño de estrategias, actividades y proyectos que posibiliten a otros adquirir conciencia ecológica como cultura institucional, las zonas de conservación ambiental cercanas a la IEDM, en este caso, el Distrito de Manejo Integrado Alto de Ventanas (Bosque Alto Andino).</p>
Transversalidad curricular STEAM	<p>Ciencias naturales: Ecología</p> <p>Tecnología: Dispositivos y aplicaciones para la recolección de datos estadísticos</p> <p>Ingeniería: Sistemas de información geográfica</p> <p>Arte: Captura de imágenes (Fotografía)</p> <p>Matemáticas: Estadística descriptiva.</p>
Habilidades	<p>Pensamiento crítico: Toma de conciencia ambiental.</p> <p>Trabajo colaborativo: Construcciones grupales de informes, proyectos, salidas pedagógicas, caminatas ecológicas, entre otros.</p> <p>Creatividad: Registro fotográfico</p> <p>Comunicación: Grupos de whatsapp, correos electrónicos, páginas web, plataformas SIG, abierta en el aula.</p>

Fuente: autoría propia

Tabla 12

Reto 3: Manejo de residuos sólidos

Elementos del reto	Descripción
Idea general	Desarrollo sostenible RRR, recursos y contaminación
Pregunta esencial	¿Cómo darles mejor manejo a los residuos sólidos producidos dentro de la IEJR?
Reto	Implementar acciones de buena disposición y aprovechamiento de residuos sólidos producidos en la IEJR
Preguntas guía	<p>¿A dónde llegan los residuos que generamos a diario?</p> <p>¿Cómo es posible disminuir la cantidad de residuos generados diariamente?</p> <p>¿Cómo se pueden aprovechar algunos de los residuos generados en la IEJR?</p> <p>¿Llevas al hogar las prácticas de buena disposición de residuos que aprendes en la IEJR?</p>

Elementos del reto	Descripción
Actividades guía	<ul style="list-style-type: none"> -Reconocimiento de la problemática -Diagnóstico de la situación -Concientización -Trabajo de campo -Planteamiento de estrategia -Socialización y comunicación ante la comunidad educativa -Implementación de estrategias -Sistematización de la información -Recolección de evidencia -Publicación de los logros y el alcance de la propuesta.
Recursos guía	<ul style="list-style-type: none"> -Referencias multimediales. -Residuos sólidos generados dentro de la Institución. -Recipientes rotulados para separar.
Solución - implementación	Implementación de estrategias propuestas por los estudiantes bajo el acompañamiento docente
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> -Alcance de la propuesta -Sistematización de los logros, registro periódico de los alcances, metas, competencias adquiridas.
Publicación: implementación de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño de una política institucional en relación con el manejo integral de residuos sólidos como iniciativa estudiantil. -El manejo adecuado de residuos sólidos como cultura institucional donde los protagonistas sean los mismos estudiantes.
Publicación: documentación / reflexión de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> -Informes parciales. -Informe final anual de la implementación de la estrategia de manejo adecuado de los residuos sólidos en la IEJ. -Exposición a través de posters con procesos y resultados.
Institución	IEJR
Población	Estudiantes de básica y media académica
Descripción	El reto de proponer una estrategia de acción frente al manejo de residuos para su adecuada disposición y aprovechamiento del recurso se considera una oportunidad debido a que diariamente los estudiantes generan, por falta de conciencia ecológica, cantidades considerables de residuos sólidos,

Elementos del reto	Descripción
	desconociendo cuál es el fin del porqué se debe separar dichos residuos y sin vincularse directamente a la solución de esta problemática global. Este reto se plantea para resolver de manera transversal, desde las diferentes áreas STEAM, cómo podemos tener un adecuado manejo de los residuos sólidos, partiendo de la base de la problemática ambiental enmarcada en el área de ciencias naturales y la medición de variables porcentuales de generación de basuras.
Transversalidad curricular STEAM + H	<p>Ciencias naturales: desde el cuidado del medio ambiente, la utilización de recursos naturales para la fabricación de plásticos, el cambio climático, la contaminación de fuentes hídricas.</p> <p>Matemáticas: proporcionalidad de generación de residuos, porcentajes de disminución y aprovechamiento de residuos sólidos.</p> <p>Ingeniería: manejo de unidades de medida, comparación, mediciones de las cantidades de residuos sólidos y su aprovechamiento.</p> <p>Arte: elaboración de artefactos como “materas” con residuos plásticos para darles otro uso.</p> <p>Tecnología: sistematización de la información y los datos recolectados, publicación a través de redes sociales y proyección a la comunidad del trabajo adelantado.</p> <p>Lengua castellana y humanidades: redacción de informes, elaboración de ensayos de concientización frente al manejo de residuos sólidos en la institución, habilidad para comunicar resultados.</p>
Habilidades	<p>Pensamiento crítico: conciencia ambiental</p> <p>Trabajo colaborativo: elaboración grupal de propuestas.</p> <p>Creatividad: diseño de posters informativos, periódicos y revistas.</p> <p>Comunicación: abierta en el aula.</p>

Fuente: autoría propia

Tabla 13

Reto 4 Ciclos productivos del café

Elementos del reto	Descripción
Idea general	Agricultura
Pregunta esencial	¿Cómo utilizar los ciclos productivos del café para la generación de estrategias de emprendimiento local en el Municipio de Salgar?

Elementos del reto	Descripción
Reto	Diseñar modelos de producción agrícola sustentables y de emprendimiento cafetero a partir del aprovechamiento de los recursos naturales propios de los entornos domésticos de los estudiantes de la IEJR.
Preguntas guía	<p>¿Cuáles son los ciclos productivos del café?</p> <p>¿Cuáles son los referentes teóricos básicos para el desarrollo de productos agrícolas asociados al café?</p> <p>¿Cómo diseñar estrategias de emprendimiento local para el comercio de productos cafeteros?</p> <p>¿Cuáles productos cafeteros más sobresalientes, para llevar a cabo proyectos de emprendimiento local en el Municipio de Salgar?</p>
Actividades guía	<p>Roles y acuerdos para el trabajo colaborativo: establecer responsabilidades para que cada estudiante tenga una función dentro del equipo de trabajo y así puedan reconocer las habilidades individuales que en conjunto fortalecen a dicho equipo de trabajo.</p> <p>Establecer acuerdos, pactos de trabajo, horarios, compromisos, resolución de conflictos y dificultades, creatividad para emprender, entre otros.</p> <p>Reconocimiento de la situación: la producción del café en la región.</p> <p>Ruta de observación del municipio, todo lo relacionado con la producción cafetera.</p> <p>Toma de registros fotográfico y videográfico de los lugares y procesos visitados con respecto a la producción cafetera.</p> <p>Reporte gráfico de los procesos de creación de empresa cafetera.</p>
Recursos guía	<p>Referencias multimediales sobre ciclos productivos del café.</p> <p>Espacios exteriores, centros de producción y fincas cafeteras del Municipio de Salgar.</p> <p>Estrategias de emprendimiento.</p> <p>Dispositivos electrónicos (PC, cámaras digitales, celulares, entre otros).</p>
Solución – implementación	Construcción de propuestas estudiantiles que permitan acciones de emprendimiento local a través de los ciclos productivos del café y su relevancia en el entorno de la comunidad educativa de la IEJR y el Municipio de Salgar.
Evaluación	Formativa
Publicación: implementación de los estudiantes	Informes parciales con el tutor del proyecto cafetero.

Elementos del reto	Descripción
Publicación: documentación / reflexión de los estudiantes	Informe final de los resultados (posters)
Institución	IEJR
Población	Estudiantes de la media IEJR
Descripción	<p>Los ciclos productivos del café aprovechan los beneficios ecológicos que ofrecen los ecosistemas naturales de la subregión del suroeste antioqueño. Los estudiantes del Municipio de Salgar y la IEJR cuentan con este producto agrícola tan apetecido mundialmente. El análisis de la forma de comercialización de todo tipo de productos derivados del café es una forma de competir con el mercado global de dichos productos. La cultura agrícola regional, como alternativa de emprendimiento o creación de empresa, amplía las posibilidades de empleo con el producto principal de la región: el café. El rótulo de producción agrícola sustentable y orgánica libre de pesticidas y plaguicidas favorece los diferentes derivados cafeteros que puedan generarse como elementos de consumo en la canasta familiar. Innovar en nuevas formas de producción como las sostenibles y orgánicas es apostarle también al cuidado, preservación y conservación de los recursos naturales que sostienen el paisaje ecológico del Municipio de Salgar.</p>
Transversalidad curricular STEAM	<p>Ciencias naturales: Teoría básica de los ciclos productivos del café. Tecnología e ingeniería: Modelación digital de los ciclos productivos del café. Artes: Creatividad para el diseño de empresas y productos cafeteros. Matemáticas: Medición de tiempos, variables estadísticas de siembra, riego y cosecha de los ciclos productivos del café.</p>
Habilidades	<p>Pensamiento crítico: objetividad para la elección de productos cafeteros competitivos en el mercado local del Municipio de Salgar. Trabajo colaborativo: construcciones grupales de informes, empresas y productos cafeteros. Creatividad: diseño de estrategias publicitarias, infografías y productos derivados de los ciclos productivos del café. Comunicación: abierta en el aula</p>

Fuente: autoría propia

Capítulo V: Conclusiones

La educación es un aspecto de la humanidad caracterizado por su naturaleza cambiante en el tiempo; por ello, se ajusta a las necesidades de cualquier comunidad o grupo social enmarcado en la cultura, la política, la economía, ámbitos determinantes en el nuevo orden mundial y los avances científicos, tecnológicos e investigativos. En los últimos años, estos avances han instituido un conjunto de elementos que sirven para describir los modos de comportamiento de las actuales generaciones.

El internet, los dispositivos móviles, las plataformas virtuales, las redes sociales, entre otros recursos de lo que se denomina la *era digital* han aportado a la sociedad diferentes dinámicas para transmitir y recibir información de cualquier índole a través de diversos medios de comunicación como una forma de cerrar brechas entre las comunidades que preparan y se forman como seres humanos digitales.

Las conclusiones de este trabajo de grado estriban en cómo estos avances tecnológicos son necesarios en el sector educativo para fortalecer el trabajo académico con los estudiantes en el aula, especialmente cuando se llevan a cabo modelos pedagógicos como el ABR y las STEAM, estrategias que incorporan herramientas digitales para la mediación del conocimiento y la adquisición de competencias relacionadas con el contexto de las tecnologías de la información y la comunicación o TIC.

En esta medida, se muestran los alcances de las concepciones y prácticas pedagógicas que tienen los docentes de las instituciones educativas IEJR e IEDM con respecto al uso de dichas TIC en el salón de clases. Se contrastan estos alcances con los aportes que entregaron los expertos en metodologías ABR y STEAM y las razones que justifican la construcción y elección

de los retos educativos diseñados para suplir las falencias de transversalidad curricular existente en las instituciones educativas referidas.

En este mismo apartado del trabajo de grado, se aduce por qué la elección de profundización que ofrece la Universidad Pontificia Bolivariana fue conveniente para el proceso de creación de los retos y sus contenidos académicos. Se proponen algunas preguntas abiertas para los lectores acerca de la facilidad de la ejecución de las experiencias STEAM en las instituciones educativas del departamento de Antioquia a modo de posibles interrogantes investigativos para el futuro, especialmente para los docentes que se interesen por implementar tecnologías digitales en el aula y los aprendizajes significativos.

Los docentes de las instituciones educativas IEJR e IDEM que hicieron parte de esta investigación contribuyeron a establecer el panorama y el terreno donde se instalaría el diseño de los retos educativos ABR a partir de las concepciones y prácticas pedagógicas que estos realizan en relación con la implementación de tecnologías digitales en el aula, lo que demuestra que el estado de las propuestas permanece en un modelo intuitivo.

Roberts et al. (2000) lo definen como un prototipo que propone que los profesionales de la educación indaguen por las diferentes perspectivas que puede ofrecer la digitalidad en la educación. Esto se constata en las respuestas brindadas por los docentes de ambas instituciones a pesar de que aún falta conocer y dimensionar de forma real el uso de herramientas tecnológicas dentro de las planeaciones curriculares y otras dinámicas pedagógicas que operan en la escuela.

Moreira (2010) explica que la integración de herramientas digitales en los espacios educativos de secundaria y media deben concertarse de forma planificada entre todos los miembros de una comunidad académica, puesto que es la garantía para que los resultados de una propuesta pedagógica digital sean en realidad relevante, organizada y ajustada a las necesidades

escolares de los estudiantes, los maestros y los demás miembros que intervienen en el acto educativo de una población.

Esto significa que para llevar a cabo propuestas pedagógicas como las STEAM, que integran varias áreas del conocimiento al mismo tiempo, y el ABR, que reconoce problemáticas del entorno escolar para solucionarlas a través de desafíos y retos, las instituciones IEJR e IEDM deben recoger estas concepciones y prácticas que tienen hasta el momento sus docentes con el fin de construir estrategias pedagógicas digitales acertadas en estos contextos educativos.

Ochoa (2019) sustenta que los ambientes de aprendizaje mediados por las tecnologías digitales para la educación, en particular, la implementación de plataformas electrónicas como laboratorios virtuales de ciencia, permite que los estudiantes sean más productivos en la entrega, elaboración y exposición de informes, denotando allí competencias transversales entre diversas áreas del saber, como por ejemplo, las competencias transversales de las ciencias naturales y las matemáticas que necesitan en ambas asignaturas: el manejo, la apropiación y el desarrollo de operaciones aritméticas, gráficos estadísticos y deducciones lógicas para la elaboración de informes, presentaciones y resultados de experimentaciones desde los laboratorios.

Estos equipos de trabajo podrían instaurar la posibilidad de generar entre ellos mismos un colegaje y la planificación colectiva de metas académicas comunes. Desde las directivas de ambas instituciones, se deben proporcionar espacios para esa planificación porque muchas veces se pretende la articulación de temáticas, pero no se dispone del tiempo suficiente ni de las metas o problemáticas a resolver en relación con las necesidades sociales, ambientales, académicas, entre otras, presentes en el contexto de los estudiantes y sus familias.

Los expertos sugirieron que los lineamientos pedagógicos a tener en consideración en las instituciones educativas IEJR e IEDM para el diseño de retos educativos ABR con metodología

STEAM deben constituir insumos académicos para transversalizar contenidos curriculares propiamente de las áreas de ciencias naturales y matemáticas de acuerdo con las características del contexto de los estudiantes de la educación media.

Al respecto, Ciruello y Zubiaga (2014) afirman que la integración de contenidos multidisciplinares, el enfoque temático para la enseñanza desde diferentes perspectivas del saber y la mediación tecnológica del aprendizaje a través de herramientas interactivas han conllevado a que los docentes vean la necesidad de capacitarse y de buscar formas didácticas para ampliar las posibilidades que tiene el profesional de la educación para facilitar el conocimiento en concordancia con las actuales prácticas de aula y a su relación con las tecnologías móviles, digitales y especializadas, que ofrece la industria moderna de la informática y las telecomunicaciones.

En la media de ambas instituciones, la transversalidad curricular puede contribuir en los resultados de la Prueba Saber 11, diseñada para que los estudiantes interioricen diferentes herramientas académicas en diversas asignaturas para aprender y sobrevivir en un mundo cada día más globalizado.

Espino et al. (2018) sugieren que la transversalidad curricular debe caracterizarse por examinar la realidad del entorno estudiantil, suponer procesos holísticos no fraccionados en el estudio de comportamientos dentro y fuera del aula. Todo esto implica trabajo constructivo y colaborativo entre los docentes para que la concepción y la aprehensión del conocimiento sea ajustado, revisado, flexible, clasificado, estructurado y de relaciones multidisciplinares en las que las áreas del saber interactúen, dialoguen y se complementen unas con otras. Así pues, habría una cohesión naturalmente entre lo que se enseña en la escuela, lo que se necesita para afrontar el mundo real y lo que requiere el estudiante de la nueva era digital para estar a la vanguardia de los

constantes cambios que trae la tecnología y las nuevas herramientas digitales para la enseñanza y el aprendizaje.

Según las respuestas dadas por los docentes de estas instituciones, ambas asignaturas: matemáticas y ciencias naturales se dinamizan y se fortalecen para optimizar procesos formativos cuando se planifica desde la transversalidad curricular. Por ende, los tiempos que se invierten en determinadas temáticas o en determinados conjuntos de saberes podrían ser más productivos si desde dos o más asignaturas diferentes, la articulación de temáticas se dispone para resolver necesidades sociales de la comunidad educativa.

En cuanto los limitantes pedagógicos que deja la transversalidad curricular en ambas instituciones, a modo de sugerencia, es indispensable que se construyan equipos de trabajo entre docentes, dado que es evidente la labor aislada que realizan los profesionales de la educación presentes en IEJR y en la IEDM.

Por otro lado, en sus paisajes, los territorios antioqueños integran dinámicas asociadas a la cultura campesina y las tradiciones agrícolas. Por esta razón, las temáticas seleccionadas en los procesos de articulación deben ser coherentes con los ciclos productivos de productos derivados de la agricultura local, elementos teóricos como el desarrollo sostenible, el empresarismo, la conservación ambiental, la reutilización de residuos sólidos, entre otros. Los expertos y algunas organizaciones sociales como la ONU, la OCDE y la UNESCO recomiendan la incorporación de estrategias o retos en los proyectos educativos, lo cual es aplicable en las instituciones educativas IEJR e IEDM.

Estos retos son aplicables en cualquier institución educativa del departamento de Antioquia o del país, dado que incluyen una variedad de recursos que no necesariamente

obedecen a la tecnología digital y que pueden integrar otras estrategias susceptibles de ser desarrolladas en contextos rurales u otros más alejados de los cascos urbanos.

Los retos representan una oportunidad para que los maestros dispongan de múltiples opciones de su banco de estrategias para mediar el conocimiento y reducir patrones que perjudican la calidad académica como la deserción, la desmotivación por el estudio, el bajo rendimiento en las pruebas externas, entre otros factores que aún faltan por estudiar en los demás contextos educativos de Colombia y Latinoamérica en general.

El enfoque de profundización escogido para este trabajo de grado surge por una necesidad de construir un diseño de retos educativos en los contextos de las instituciones IEJR e IEDM como una estrategia que dinamiza y trasciende el trabajo académico y el currículo ofrecido por el sistema educativo oficial; asimismo, como una posibilidad de enfrentar las problemáticas sociales y económicas y que resultan poco favorables para las aspiraciones que los hogares, la escuela y los gobiernos locales pueden brindarles. Por ende, la idea del diseño de retos ABR se propone con la intencionalidad de solucionar problemáticas de la comunidad y del entorno y mitigar las dificultades que puedan presentarse en la cotidianidad de los estudiantes y sus familias.

Finalmente, es posible establecer algunos interrogantes a partir de los resultados que se encontraron en este trabajo de grado, dirigidos a otros profesionales de la educación y su interés en la aplicación de estrategias STEAM y ABR. La visión de estos modelos educativos como mediadores del aprendizaje a través de la tecnología y sus herramientas digitales implícitas propone la oportunidad de dinamizar el trabajo escolar a través de las variadas alternativas de aprendizaje que ofrecen las nuevas formas de enseñanza a través de las TIC.

Estos plantean cómo las experiencias STEAM y el ABR pueden ajustarse de forma asertiva en los diferentes contextos de los colegios públicos del departamento de Antioquia por su fácil implementación y la obtención de logros encaminados al desarrollo de habilidades requeridas por las nuevas sociedades académicas y laborales. El trabajo colaborativo, la creatividad para emprender, la criticidad en la toma de decisiones y la comunicación efectiva son habilidades conocidas como las 4C, que pertenecen a los lineamientos fundantes de los retos diseñados en esta investigación.

El primer interrogante que se plantea es: ¿Cuáles otras estrategias pedagógicas permiten la mediación del aprendizaje a través del uso de las TIC en contextos escolares del sector público en el departamento de Antioquia? Esta pregunta abierta está orientada a la existencia de otros modelos pedagógicos diferentes a las STEAM y el ABR como el aprendizaje basado en el aprendiz, proyectos o problemas que constituyan hilos conductores a nuevas investigaciones.

Apple (2011) afirma que las ciencias de la educación evolucionan en el tiempo y con él, las sociedades, la tecnología, la cultura, la economía, la política e incluso las emociones de las personas y la forma de relacionarse con otros. Por ello, el diseño de experiencias educativas acordes a las características y necesidades de los nuevos humanos potencian el cuestionamiento de los maestros en relación con su repertorio de planeaciones y diseño de clases que implementan para fortalecer los procesos formativos de los estudiantes, independientemente del lugar o sitio en la que se acontece una interacción con el otro.

Otros demarcadores de nuevas discusiones investigativas son: ¿Por qué las TIC son necesarias en el trabajo escolar con los estudiantes en el aula? ¿Cuál debe ser el rol del maestro para que la implementación de las TIC en el aula sea asertiva, relevante y consecuente con los programas y contenidos curriculares que ofrece el actual sistema educativo? ¿Es posible superar

brechas económicas, educativas y científicas a través de la tecnología, como lo proponen varias instituciones sociales del mundo?

Las respuestas a estas preguntas instalarán foros de debate que permitan reflexionar que el trabajo escolar es inacabado, sigue abierto a los cambios, las posibilidades y a la evolución de las costumbres humanas, que fluctúan entre el consumo y el interés por ser cada día protagonistas en la nueva era digital que atraviesa la sociedad.

Referencias

- Ander-Egg, E. (2003). *Repensando la investigación-acción-participativa*. (4ª. Edición). Buenos Aires: Lumen Hvmanitas.
- Anderson, N. (2021). A Systematic Review of STEAM Education Research: Comparing American and Korean Studies. *Academia Letters*. Article 1039. <https://doi.org/10.20935/AL1039>
- Ángel, J. B. (2000). *La investigación-acción: un reto para el profesorado: guía práctica para grupos de trabajo, seminarios y equipos de investigación* (Vol. 12). Inde.
- Bazler, J. & Van Sickle, M. (Eds.). (2017). *Cases on STEAM education in practice*. IGI global.
- Bybee, R. W. (2010). *What is STEM education?* *Science*, 329 (5995), 996-996.
- Capone, R., Pisa, A., Trerotola, M., & Del Sorbo, M. R. (2019). Challenge-based learning and game-based learning to improve mathematical competencies: an Italian case study in secondary school. *EDULEARN19 Proceedings*, 571-578. doi:10.21125/edulearn.2019.0206
- Chung, S. K., y Li, D. (2021). *Issues-Based STEAM Education: A Case Study in a Hong Kong Secondary School*. *International Journal of Education & the Arts*, 22(3).
- Cifuentes, G. y Caplán, M. (2019). *Experiencias de educación STEM-STEAM en el ámbito formal y rural*. Science and Mathematics Department Columbia College Chicago. <https://orcid.org/0000-0002-3669-3270>.
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la educación STEAM: prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. Jornadas de psicodidáctica. Universidad del País Vasco, UPV/EHU.

Conde, M. Á., Ferández, C., Ribeiro, J. F., Ramos, M. J., Celis Tena, S., Gonçalves, J., Lima, J., Reimann, D., Jormanainen, I., & García-Peñalvo, F. J. (2019). *RoboSTEAM - A Challenge Based Learning Approach for integrating STEAM and develop Computational Thinking*. In M. Á. Conde-González, F. J. Rodríguez-Sedano, C. Ferández-Llamas, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (Leon, Spain, October 16th-18th, 2019) (pp. 24-30). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/3362789.3362893.

Dulce-Salcedo, O. V; Maldonado, D; & Sánchez, F. (2022). *Is the proportion of female STEM teachers in secondary education related to women's enrollment in tertiary education STEM programs?* International Journal of Educational Development 91 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2022.102591>.

Eizmendi, M. (2018). Análisis de caso de una experiencia de aprendizaje basado en retos para la innovación con TIC en instituciones educativas en modalidad online. *Dialnet*, 939-945.

Espino, G; González, M; y Gutiérrez, J. (2018). *La transversalidad: un acercamiento a la matemática desde las ciencias naturales y sociales*. En Sema, Luis; Páges, Daniela (Eds.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 1584-1592). México, DF: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

García de los Ríos, W. (2019). Aprendizaje basado en retos para la solución de problemas con tecnología con mediación TIC para el grado 11 de la I.E Liceo Gabriela Mistral, municipio de La Virginia Rda. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/14565>

Gutierrez Contreras, L. M., Torres, R., Biondi, S., Sarmiento, C., & Acuña Lopez, A. (2021). Development of competencies in a transdisciplinary environment through challenge-based learning. *DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product*

Design Education (E&PDE 2021), VIA Design, VIA University in Herning, Denmark. 9th -10th September 2021.

Hassan, A. M. (2019). Impact Of Challenge-Based Learning Strategy On Academic Achievement Among Low Ability Junior Secondary School Basic Science And Technology Students In Minna Educational Zone Of Niger State. *2nd Annual International Conference on Research and Innovation in Education*. Obtenido de <http://repository.futminna.edu.ng:8080/jspui/handle/123456789/5620>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta Edición). México DF: McGraw-Hil

Herro, D; Quigley, C; & Cian, H. (2018). *Empirical and Conceptual Studies. The Challenges of STEAM Instruction: Lessons from the Field*. Pages 172-190 | Received 18 Sep 2017, Accepted 19 Nov 2018, Published online: 03 Dec 2018.

Hunter, T. & Sydow, L. (2016). *A Journey from STEM to STEAM: A Middle School Case Study*. Pages 159-166 | Published online: 23 Jun 2016
<https://doi.org/10.1080/00098655.2016.1170461>

Ibáñez, J. (2008). *Evolución de los Contenidos Medioambientales en los Alumnos y Alumnas de Educación Secundaria Obligatoria de la Comarca de Andújar, Jaén* (Tesis Doctoral). 568. Recuperado el 15 de abril de 2022, de <https://digibug.ugr.es/handle/10481/1833>.

Kim, D. y Bolger, M. (2017). *Analysis of Korean Elementary Pre-Service Teachers' Changing Attitudes About Integrated STEAM Pedagogy Through Developing Lesson Plans*. *International Journal of Science and Mathematics Education* volume 15, pages 587–605 (2017).

Kohn, K., Lundqvist, U., Malmqvist, J., & Svensson, O. (s.f.). From CDIO to challenge-based learning experiences – expanding student learning as well as societal impact? *European Journal of Engineering Education*, 45(4), 1-16. doi:10.1080/03043797.2018.1441265

Le, L. T. B., Tran, T. T., y Tran, N. H. (2021). Challenges to STEM education in Vietnamese high school contexts. *Heliyon*, e08649.

Litwin, E. (2005). *Las tecnologías en el aula y la construcción de la ciudadanía*. EducaRed. Argentina. 2005.

Lockwood, D. K. (2020). *The Future is Female: STEAM Education Analysis*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://scholarcommons.sc.edu/etd/6097>.

Mantecón, D.; Blanco J.; González T.; Pérez, M.; Gorgal, A; Gonzáles, I.; Búa, J. y Recio, T. (2017). Proyecto KIKS (kids inspire kids for steam). En FESPM, Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (Ed.), VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (pp. 87-94). Madrid, España: FESPM. <http://cibem.org/>.

Martínez, A. (2020). Ambiente virtual de aprendizaje como estrategia pedagógico-didáctica basada en retos gamificados enfocados a la educación bimodal en el sector rural en la I.E.D. José María Obando, El Rosal-Cundinamarca. *Universidad UMECIT*.

Martínez González, R.A. (2007). *La Investigación en la Práctica Educativa: Guía Metodológica de Investigación para el Diagnóstico y Evaluación en los Centros Docentes*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa.

Ministerio de Educación Nacional. (10 de Febrero de 2022). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/198836:Ministerio-TIC-abrio->

convocatoria-de-Chicas-STEAM-para-formar-a-mas-de-2-800-ninas-y-adolescentes-en-ciencia-y-tecnologia

Ministerio de Educación Nacional. (MEN, 2004). Serie Guías N° 7: Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. (Espantapájaros Taller, Ed.) (Primera). Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (MEN, 2017). Sexto Desafío Estratégico. In A. Vivas Rosero (Ed.), Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026 (pp. 51–53). Bogotá: Ministerio de Educación Nacional. 2017.

Mora, S. Z. J. (2018). La transversalidad curricular: algunas consideraciones teóricas para su implementación. *Boletín Redipe*, 7(11), 65-81.

Moreira, M. A. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de caso. The process of integration and the pedagogical use of ICT in schools. *Revista de educación*, 352, 77-97.

Nicholls, B. (s.f.). Challenge based learning: a real-world approach for secondary students to solve complex problems using geoscience knowledge and skills. *Terrae Didactica*, 14(4), 369-372. doi:10.20396/td.v14i4.8653828

Nufus, H., Duskri, M., & Bahrún, B. (2018). Mathematical Creative Thinking and Student Self-Confidence in the Challenge-Based Learning Approach. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*. doi:10.23917/jramathedu.v3i2.6367

OCDE. (s.f.). *OCDE*. Obtenido de OCDE:

<https://www.oecd.org/centrodemexico/iniciativa-niastem-pueden.htm>

OEA. (s.f.). *OEA*. Obtenido de OEA: <https://www.oas.org/es/>

Ochoa, L. [Portal Educativo de las Américas] (2019). *Ambientes de aprendizaje para la educación STEM-STEAM*. [Vídeo]. Organización de los Estados Americanos (OEA) y Universidad Pontificia Bolivariana (UBP) 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=ubXYxp2tL8w>.

Organización de los Estados Unidos. (14 de Septiembre de 2020). *ONU MUJERES*. Obtenido de ONU MUJERES: <https://lac.unwomen.org/es/noticias-y-eventos/articulos/2020/09/informe-mujeres-en-stem-america-latina-y-el-caribe-unesco-onu-mujeres#:~:text=Las%20mujeres%20a%C3%BAn%20se%20encuentran%20subrepresentadas%20en%20los,y%20ni%C3%B1as%20en%20estos%20sectores%2>

Pérez, M., Couso, D., & Márquez, C. (2021). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).

Polydoros G. (2021) Engaging STEM Methodology to Teach Science in Primary Education. *jro* [Internet]. 2021Jul.20 [cited 2022 Apr.10]; 8(7):2991-4. Available from: <http://researchopinion.in/index.php/jro/article/view/115>.

Portuguez, M., & Gómez, M. (2020). Challenge Based Learning: Innovative Pedagogy for Sustainability through e-Learning in Higher Education. *Sustainability*, 12(10), 1-15. doi:10.3390/su12104063

Putri, N; Rusdiana, D. & Suwarma, I. R. (2019) The Comparison of Student Creative Thinking Skill using CBL Implemented in STEM Education and Combined with PSL Worksheet in Indonesian School. *Journal of Science Learning*. 3(1).7-11 DOI: 10.17509/jsl.v3i1.17557.

Reyes, Á. M. M., Carvajal, P. A. V., y García, J. C. M. (2018). Experiencia STEAM como apuesta de trabajo pedagógica en la enseñanza de las matemáticas. *Experiencias de investigación en escenarios escolares. Elementos para una transformación educativa y social*, 25.

Ríos, R., y Cerquera, M. Y. (2013). Sobre la formación de maestros en Colombia: una mirada desde la relación entre conocimientos pedagógicos y disciplinares. *Pedagogía y Saberes*, (39), 21.32. <https://doi.org/10.17227/01212494.39pys21.32>.

Rivera, I. (2020). Aprendizaje basado en retos con mediación de las TIC, una oportunidad para desarrollar el pensamiento computacional. *Universidad Icesi*. Obtenido de http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/86925

Roberts, Romm y Jones (2000). Modelos de los docentes en el uso de las tecnologías digitales. *Revista Americana de Educación*. UT. Austin, Texas. USA. 2000.

Sadoh, F., Shuaibu, G., & Iliyasu, H. (2021). Teaching STEAM Education in Nigerian Private Secondary Schools: Possible Challenges and Remedies. *ATBU Journal of Science, Technology and Education*, 9(4), 258-265.

Saleh, & Marwa. (2020). A Challenge Based Learning Program to Develop General Diploma Students' Research Skills and their Satisfaction. *iKNiTO JS (Journal Management System)*, 109(3), 3-29. doi:10.21608/maed.2020.132384

Santillán-Aguirre, J., Jaramillo-Moyano, E., Santos-Poveda, R., & Cadena-Vaca, V. D. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Dialnet*, 5(8), 467-492.

Serna, R. (2021). Discurso de apertura. II Congreso Internacional STEAM Lima (Perú) 2021 <https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/lima-peru-steam-se-toma-la-capital/>

Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2019). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), em0549.

Suárez, D. (2019). Aprendizaje basado en retos como estrategia metodológica para el área de tecnología. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Obtenido de <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3146>

Susilawati, W., & Suryadi, D. (2020). The challenge-based learning to students' spatial mathematical ability. *Journal of Physics Conference Series*, 1613(1). doi:10.1088/1742-6596/1613/1/012039

Torres-Barreto, M., Castro, G., & Álvarez-Melgarejo, M. (2020). A Learning Model Proposal Focused on Challenge-Based Learning. *Advances in engineering education*, 8(2). Obtenido de 10.18260/3-1-1153-36023

Torres, J. S. (2005). *El curriculum oculto*. Ediciones Morata. Libro editado del año 1991. Editoriales Universidad La Coruña. España. 2015.

UNESCO. (29 de Noviembre de 2019). *Unesco*. Obtenido de Unesco: <https://www.unesco.org/es/articles/necesaria-la-educacion-steamh-para-cultivar-un-pensamiento-y-habilidades-transformadoras>

Useche, G., y Vargas, J. (2019). Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la educación básica y media. *Revista TEMAS*, III (13), 109-121.

Valles, M. (1999). Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional. Editorial Síntesis, S.A.

Van De Keere, K., & Vervaet, S. (2018). STEM 4 MATH, a STEM methodology which focuses on Math implementation. In STEM studiedag EPOS, Date: 2018/09/28-2018/09/28, Location: Leuven.

Velásquez, J. (2009). *La transversalidad curricular desde la educación ambiental*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), vol. 5, núm. 2, julio – diciembre, 2009, pp. 29-44 Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Wahyuningsih, S., Nurjanah, N., Endang, U., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A., & Munif, M. (2020). STEAM Learning in Early Childhood Education: A Literature Review. *IJPTE International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1). doi:10.20961/ijpte.v4i1.39855

Yakman, G. (2008). STEAM education. *An overview of creation a model of integrative education. PATT*.

Yakman, G y Lee, Y. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072–1086. <https://doi.org/10.14697/JKASE.2012.32.6.1072>

Yang, Z., Ying, Z., Chung, J., Tang, Q., Jiang, L., & Wong, T. (2018). Challenge Based Learning nurtures creative thinking: An evaluative study. *Nurse Education Today*, 71, 40-47. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.09.004>

Anexos

Anexo A: Guion entrevistas semiestructuradas a docentes

FICHA TÉCNICA

TÉCNICA: Entrevistas semiestructuradas

INSTRUMENTO: Guion de la entrevista

OBJETIVO: Identificar las concepciones de los docentes sobre el uso de las tecnologías digitales como mediadoras de aprendizaje en las instituciones educativas IEJR e IEDM.

INVESTIGADORES: María Cecilia Castrillón Giraldo – Roberto Carlos Lemus Lengua
(Estudiantes Maestría en Educación - UPB)

Concepciones sobre uso de las tecnologías digitales	ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA
	PREGUNTAS SEGÚN CATEGORÍA DE ANÁLISIS
	STEAM
	1. ¿Cuál considera es la importancia de las tecnologías digitales en la educación?
	2. ¿Cuál es el uso que le da a las tecnologías digitales dentro de sus clases?
	3. ¿Cuáles considera que son las oportunidades que ofrecen las tecnologías digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje?
4. ¿Cuál es la mayor limitante frente al uso de las tecnologías digitales en el aula?	
5. ¿Qué tipo de evaluación realiza cuando hace uso de las diferentes tecnologías digitales propuestas como mediadoras del conocimiento que se imparte fuera y dentro de las aulas de clase?	
	ABR

	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿A través de qué manera ha implementado en sus prácticas escolares modelos pedagógicos basado en retos, proyectos, problemas, entre otros? 2. ¿Cómo aplicaría el enfoque pedagógico ABR en sus dinámicas diarias de clase?
	HABILIDADES 4C
	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las habilidades que desarrollan los estudiantes a través del uso de las tecnologías digitales en el proceso formativo desde su área? 2. ¿Qué cambios logra percibir en los estudiantes al emplear tecnologías digitales en el desarrollo de sus clases?
	TRANSVERSALIDAD CURRICULAR
	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo ha implementado las tecnologías digitales para articular contenidos de diferentes áreas? 2. ¿Qué temáticas según lineamientos, estándares, DBA, entre otros dispositivos curriculares conoce las cuales permitan la articulación de contenidos entre las ciencias naturales y las matemáticas? 3. Explique los posibles logros, alcances y limitantes pedagógicos que quedan al transversalizar contenidos comunes de las áreas educativas de ciencias naturales y matemáticas.

Fuente: autoría propia

Anexo B: Guion entrevistas a expertos

FICHA TÉCNICA

TÉCNICA: Entrevista a expertos

INSTRUMENTO: Guion de la entrevista

OBJETIVO: Proponer retos educativos ABR contextualizados para la articulación entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas en el diseño de una estrategia pedagógica con metodología STEAM.

INVESTIGADORES: María Cecilia Castrillón Giraldo – Roberto Carlos Lemus Lengua
(Estudiantes Maestría en Educación - UPB)

GUIÓN

Retos educativos ABR contextualizados para la articulación de las áreas de ciencias naturales y matemáticas	ENTREVISTA A EXPERTOS
	PREGUNTAS SEGÚN CATEGORÍAS DE ANÁLISIS
	STEAM
	1. ¿Cuáles son las temáticas más utilizadas desde el enfoque STEAM? 2. ¿Cuáles han sido las experiencias significativas más relevantes en el contexto colombiano desde el enfoque STEAM?
	ABR
	1. Dado el contexto del trabajo de investigación ¿Qué tipo de retos se podrían establecer para el modelo ABR con enfoque STEAM al mismo tiempo?
	HABILIDADES 4C

	<p>1. Describa según su experiencia en el campo educativo ¿cómo a través de estrategias pedagógicas en el aula, mediadas por tecnologías digitales, se pueden fortalecer habilidades como el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la creatividad y la comunicación interactiva?</p>
	<p>TRANSVERSALIDAD CURRICULAR</p>
	<p>1. ¿Cómo ha implementado las tecnologías digitales para articular contenidos de diferentes áreas?</p> <p>2. ¿Qué temáticas según lineamientos, estándares, DBA, entre otros dispositivos curriculares conoce las cuales permitan la articulación de contenidos entre las ciencias naturales y las matemáticas?</p> <p>3. Explique los posibles logros, alcances y limitantes pedagógicos que quedan al transversalizar contenidos comunes de las áreas educativas de ciencias naturales y matemáticas.</p>

Fuente: autoría propia