MODELO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA ESCUELA: CONSTRUCCIÓN Y APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO A TRAVÉS DE LAS STEAM

MODEL OF EDUCATIONAL INNOVATION IN SCHOOL: BUILDING AND APPROPRIATING KNOWLEDGE THROUGH STEAM

Harold Germán Rodríguez Celis [1]

Paola Marroquín Ciendúa [2]

Gustavo Andrés Romero Duque [3]

RESUMEN

Introducción − Este trabajo presenta un modelo teórico instrumental para uso de profesores en escuelas, que tiene como propósito el desarrollo del aprendizaje a través de la integración del arte, la ciencia, la tecnología y la innovación, que recoge las experiencias y saberes epistemológicos en los que se articula la ingeniería con la psicología y las artes de manera interdisciplinar. Objetivo− El interés de este artículo se concentró en diseñar un modelo de aprendizaje que integra las etapas de desarrollo cognitivo para la apropiación del saber con la capacidad de aplicar el conocimiento y transformar el entorno. Metodología− Para el desarrollo del artículo se utilizó la meta-síntesis cualitativa, cuyos resultados permitieron la construcción del modelo teórico, a partir de la interpretación de nuevos contenidos conceptuales, los cuales, giraron en torno a las etapas de ideación, planificación, creación y evaluación. Resultados− El modelo propuesto intenta explicar instrumentalmente, la forma cómo los estudiantes apropian, aplican y transforman el entorno desde la ciencia, la tecnología y la innovación en las diferentes etapas de desarrollo cognitivo. Conclusiones− La propuesta representada en el modelo sugiere, cómo la apropiación y aplicación del conocimiento se da en una mayor escala, cuando se insertan desde la escuela, metodologías de aprendizaje disruptivas e interdisciplinares, capaces de derribar las indefensiones aprendidas de los estudiantes en estas áreas. Lo anterior, posibilitaría un mayor vínculo con el aprendizaje, más motivación, aumento en los niveles de desarrollo cognitivo y menores niveles deserción escolar.

PALABRAS CLAVE: Saber científico, divulgación científica, escuela, transferencia de conocimiento, ciencia y sociedad

[1] Harold Germán Rodríguez Celis [CV] Administrador de Empresas - Fundación Universitaria Los Libertadores, FULL Colombia - hgrodriguezc@libertadores.edu.co

[2] Paola Marroquín Ciendúa [CV] Psicóloga - Protoplast Desarrollos Tecnológicos, SAS Colombia - protoplastdt@gmail.com

[3] Gustavo Andrés Romero Duque [CV] Ingeniero de producción - Fundación Universitaria Los Libertadores, FULL Colombia - garomerod@libertadores.edu.co

ABSTRACT

Introduction– This work presents an instrumental theoretical model for use by teachers in schools, whose purpose is the development of learning through the integration of art, science, technology and innovation, which collects the experiences and epistemological knowledge in the that engineering is articulated with psychology and the arts in an interdisciplinary way. Objective– The interest of this article was focused on designing a learning model that integrates the stages of cognitive development for the appropriation of knowledge with the ability to apply knowledge and transform the environment. Methodology– For the development of the article, the qualitative metasynthesis was produced, whose results allowed the construction of the theoretical model, based on the interpretation of new conceptual contents, which revolved around the stages of ideation, planning, creation and evaluation. Results– The proposed model tries to explain instrumentally, the way in which students appropriate, apply and transform the environment from science, technology and innovation in the different stages of cognitive development. Conclusions– The proposal represented in the model suggests how the appropriation and application of knowledge occurs on a larger scale, when disruptive and interdisciplinary learning methodologies are inserted from the school, capable of breaking down the defenselessness learned from students in these areas. . This would allow a greater link with learning, more motivation, increased levels of cognitive development and lower levels of school dropout.

KEYWORDS: Scientific knowledge, scientific dissemination, school, knowledge transfer, science and society

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo aborda el tema de la reconfiguración de los métodos pedagógicos en la escuela, con la propuesta de un modelo de aprendizaje, orientado a la construcción de saberes incentivados por la expresión de la creatividad del estudiante, que lo acerca progresivamente, a la obtención de un pensamiento individual y consciente para la apreciación del campo artístico científico.

Con este fin, la propuesta que hemos denominado Modelo de Aprendizaje para la Apropiación del Saber Artístico Científico recoge el resultado de un proceso de investigación llevado a cabo, a través, de un recorrido epistemológico por distintas disciplinas en la que se integran la psicología cognitiva, la educación, el arte y la ingeniería.

Este modelo se propone en respuesta a las constantes preocupaciones de organismos internacionales por el creciente desinterés que muestran los estudiantes de muchos países hacia el estudio de las ciencias y la tecnología, creando un verdadero desafío para las universidades en el mundo de acuerdo con Capote et al. (2016), especialmente en Latinoamérica, donde la pobreza que caracteriza gran parte de la población se encuentra relacionada según Godino et al. (2015) con los niveles de calidad de los programas de educación desde edades tempranas, donde la ausencia de pensamiento crítico y bajos niveles de creatividad, se constituyen en un obstáculo para el desarrollo económico, y la sostenibilidad del medio que los rodea, evidenciándose la explicación principal para la pobreza material y lo paupérrimos indicadores de calidad de vida, en términos de desnutrición, hambre y desempleo.

En Colombia, por ejemplo, no se contempla en el sistema de enseñanza determinado por el Ministerio de Educación Nacional, un proyecto educativo enfocado al desarrollo de habilidades complejas que le permita a las personas desde edades tempranas, comenzar con procesos que les permita contribuir con soluciones concretas a diferentes escalas, a la mayoría de problemas que caracteriza el territorio en el que viven, convirtiéndose así, en víctimas de las complejidades que se presentan en infinidad de campos de su cotidianidad (Castro, 2020).

En el país el modelo pedagógico se encuentra diseñado, para que se enseñe en todos los niveles de la educación las disciplinas de forma aislada, lo que limita de manera trascendental la creatividad de los estudiantes, desincentivando interpretaciones y análisis sobre aspectos y cuestionamientos que se encuentran más allá de un solo tema (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021).

Investigadores como Craft (2003) afirman frente a este hecho, que el contexto temático de los individuos puede limitar o aumentar la creatividad de los estudiantes, y que éste, se convierte desde el punto de vista educativo en una cuestión clave donde la integración y el proceso dialogante y multidisciplinario de los distintos saberes, son las principales habilidades del siglo XXI para la construcción de la creatividad, en la medida que asocian los cuatro dominios disciplinarios de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de manera integrada, para incentivar la generación de soluciones a problemas complejos (Henriksen, 2014).

Lo anterior, provoca en consecuencia, que los temas no se comprendan o se haga, pero de manera incompleta, reflejándose en los estudiantes un desapego por las disciplinas donde los números y las matemáticas representan el eje central. De esta manera, aumenta la deserción estudiantil a causa del temor generado por las experiencias negativas durante el proceso de aprendizaje, que posteriormente representa según Rojas et al. (2017) la explicación por el cual, muchos estudiantes deciden no continuar en el futuro con carreras de ciencia, tecnología e ingeniería. De acuerdo con este autor, también refleja desempleo, pobreza, y ausencia de mujeres en cargos de liderazgo y carreras de ciencia y tecnología.

A partir de esta situación, Papastergiou (2008) plasmó la importancia y la necesidad de modernizar la alfabetización científica de las generaciones más jóvenes y, con la inclusión de las artes, para el desarrollo de la creatividad de los estudiantes, de tal modo, que su inclinación por lo saberes de las ciencias, la tecnología y la ingeniería, se produzca a partir del desarrollo de sus habilidades y menos por la influencia de otros determinantes más de tipo social.

Frente a las nuevas complejidades generadas por el rápido avance de la ciencia y la tecnología, propio de un mundo globalizado, la necesidad regional de concentrar una mayor masa crítica en profesiones de ciencia, tecnología e ingeniería, sumado al creciente desinterés que presentan las nuevas generaciones para ocupar responsabilidades tecno científicas, se presenta como alternativa, el desarrollo de nuevas relaciones de enseñanza y aprendizaje a través de las metodologías STEAM1, como respuesta educativa frente a la evolución lenta que tradicionalmente ha caracterizado la

mayoría de disciplinas formativas, y que impide el desarrollo habilidades adaptativas esenciales exigidas para un desarrollo sostenible.

Las metodologías STEAM surgen a finales del pasado siglo, a partir de la demostración que la organización norteamericana National Science Foundation (NSF) realizó para explicar el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de la integración de las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Es una visión holística del aprendizaje que posteriormente complementó con la incorporación del arte y la creatividad como los elementos del conocimiento más importantes para responder a un mundo cada vez más interconectado (Zubiaga & Cilleruelo, 2014).

De acuerdo con estos autores, este tipo de metodologías proporciona un tipo de aprendizaje, a través del cual, se presenta un proceso activo impulsado por el juego experimental provocando la fractura de guetos aislados que se presenta entre las distintas disciplinas, permitiendo la inclusión de diversas posibilidades en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. En este proceso el profesor, puede confirmar los resultados de aprendizaje de manera aplicada, a partir del tinkering o cacharreo ocasionando en los estudiantes planteamientos complejos de forma intuitiva y personalizada, facilitando procesos creativos. De esta manera, los estudiantes expuestos sin distinción de género a este tipo de metodologías desde la escuela desarrollan procesos de aprendizaje, a los cuales llegan de manera intuitiva, permitiéndoles visualizar los resultados en distintos campos de manera satisfactoria, lo que provoca en ellos la oportunidad de sentirse capaces y seguros de operar con la ayuda de otros, lo que fomenta el interés por áreas de conocimiento muy abstractas, objetivas y complejas. La STEAM desarrolladas incluso a edades tempranas captura el interés y motivación de los niños y los jóvenes sin distinción de géneros a carreras tecnocientíficas (Resnick & Rosenbaum, 2013).

Según Domínguez et al. (2019) la educación STEAM mejora la efectividad del proceso educativo porque estimula otras capacidades del cerebro, además de otras habilidades que no son desarrolladas a través de la educación convencional como lo son la sensibilidad artística, la inteligencia emocional, y el trabajo colaborativo, los cuales son inherentes a esta metodología.

Estudios elaborados por Carmona et al. (2019) sugieren que en Colombia la metodología STEAM se presenta como una herramienta emergente e incipiente en el ámbito escolar a pesar de los altos resultados y efectividad a nivel internacional incluso en niños, como los hallados por Ortiz et al. (2021) cuando diseñaron, implementaron y evaluaron un enfoque STEAM integrado con estudiantes de sexto año de educación primaria, demostrando que los estudiantes obtienen un alto nivel de competencia luego de la aplicación del enfoque en todas las competencias esenciales, con énfasis en el nivel alcanzado por las niñas en habilidades científicas. En otra investigación Bautista (2021) llevó a cabo cinco estudios empíricos en los que dos se contextualizan dentro de la educación primaria, y dos se desarrollaron en el ámbito de la educación secundaria y un estudio final sobre la formación del profesorado STEAM. Los resultados de sus estudios permitieron evidenciar en niños y adolescentes mejores resultados a los obtenidos mediante métodos convencionales. El enfoque STEAM aún se encuentra en una fase temprana de su desarrollo conceptual, por lo que el volumen de propuestas pedagógicas y recursos didácticos es todavía limitado (Zamorano et al., 2018). A partir de la interpretación de la anterior situación educativa, esta propuesta de investigación se presenta como una posibilidad para estimular el potencial de los estudiantes en la escuela, que permita la articulación desde la media vocacional a la educación superior en campos orientados a la ciencia y la tecnología. Para su abordaje metodológico de construcción se ha considerado un protocolo de investigación bajo el método de meta-síntesis con la siguiente estructura: (1) Selección de la pregunta orientada a identificar los elementos sistémicos que comprenden el desarrollo de habilidades complejas orientadas a las STEAM desde la escuela (2) Selección de la muestra de los estudios a analizar en función de la pregunta formulada bajo criterios definidos de inclusión y exclusión (3) Proceso de meta-síntesis cualitativa (4) Construcción del modelo teórico instrumental de educación a partir de la interpretación de nuevos conceptos.

2. MÉTODO

2.1. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se utilizó el método de meta-síntesis cualitativa, en el que se escogieron estudios de forma sistemática con el fin de integrar hallazgos obtenidos a partir de estudios cualitativos, los cuales, se buscaron en las bases de datos científicas SCOPUS y SCIENCE DIRECT bajo el siguiente protocolo: (1) Formulación de la pregunta: ¿Cómo diseñar un modelo de innovación educativa, pedagógico y didáctico para que la educación básica, secundaria y media, que se articule de forma coherente con la educación superior en las áreas de Ciencia, Tecnología y Arte? (2) Selección de la muestra. Los criterios de inclusión para su determinación fueron definidos para seleccionar aquellos estudios cualitativos que estuvieran relacionados únicamente, con investigaciones efectuadas desde el ámbito de la psicología cognitiva desde edades tempranas, que buscaran articular el aprendizaje científico y artístico. Para esto, se llevó a cabo un proceso, a través, de una revisión sistemática con un enfoque cualitativo de información científica disponible, basada en la evidencia, orientada a responder la pregunta formulada. (3) Procesamiento de la información a partir del método de meta-síntesis, técnica de evidencia científica del enfoque cualitativo perfeccionada y propuesta a través de etapas por Paterson & Thorne (2001), en el que se documentan hallazgos útiles que permiten su aplicación en la práctica. (4) Este proceso se encamina a utilizar las categorías identificadas, para acoplar un modelo de aprendizaje basado en desafíos (ABD), que permitan integrar los niveles de desarrollo cognitivo de los estudiantes en función de la maduración, con sus habilidades y conocimientos orientadas a la vocación artística y científica.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de los estudios que participaron en el proceso de selección de la muestra, se constituyó a partir de la formulación de la siguiente ecuación de búsqueda para SCOPUS y SCIENCE DIRECT (Elseiver) de acuerdo con la pregunta de investigación: (TITLE-ABS-KEY (steam) AND TITLE- ABS-KEY (children) AND TITLE-ABS-KEY (learning)). Debido a que se trata de una investigación de interpretación de diferentes epistemologías, el proceso no se limitó a una ventana de observación determinada. La población entre las dos bases arrojó una población de 159 estudios. De acuerdo

con los criterios de inclusión ésta fue representada por 42 trabajos, que fueron utilizados para constituir la muestra.

2.3. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

La meta-síntesis es una técnica que, de acuerdo con el protocolo formulado, sugiere para su desarrollo el análisis crítico de estudios comparados, el cual, se recoge en una matriz de comparación, con el fin de profundizar en la realización del análisis riguroso de la información hallada considerada relevante mediante la creación de categorías.

2.4. PROCEDIMIENTO

El proceso de meta-síntesis se realizará a través de la comparación de 42 trabajos en los que se dialogará entre diferentes epistemologías. Se espera, a través de ellos, codificar las categorías que permitan explicar la forma cómo los estudiantes pueden avanzar en el desarrollo de habilidades complejas en función de su maduración cognitiva, que les permita acercarse a tener mayor apropiación de los campos artísticos y los que relacionan con la ciencia, la ingeniería y la tecnología.

3. RESULTADOS

De acuerdo con Franco-avellaneda (2018) en Colombia como en muchos países de América Latina, el impacto de las políticas y la implementación de las tecnologías digitales, no son suficientes para superar las desigualdades y las exclusiones sociales, por lo que se hace indispensable utilizar de otras manera las capacidades regionales, a fin de lograr verdaderas transformaciones, en las que se coloquen las tecnologías al servicio de las necesidades sociales, situación que implica lograr un trabajo conjunto entre las sociedad y las unidades de I + D locales, para enfrentar conjuntamente problemas del contexto a partir de la apropiación social del conocimiento. Sin embargo, en la actualidad esta misión parece casi imposible, debido al divorcio que desde hace décadas existe entre la ciencia y la cultura, como lo afirma Russell (2001) cuando argumenta que en muchos países que lo necesitan, el conocimiento continúa siendo un patrimonio exclusivo de especialistas, lo que hace imposible que los Estados puedan dirigir con sabiduría sus destinos. Russel expone de esta forma, que debe hacerse mucho más por la educación, la cual, ha heredado el empobrecimiento de la tradición renacentista, que otorga un especial interés a la literatura y la historia, pero poco o nada, a las contribuciones de Galileo, Descartes y sus sucesores, generándose así una separación, con ella, una ignorancia absoluta del mundo de la ciencia que puede poner en riesgo la supervivencia del género humano.

Infortunadamente, la educación no considera inapropiada, una formación carente de recursos que dote a los estudiantes de habilidades que les permitan comprender de mejor manera el mundo complejo en el que viven. El entorno de hoy como lo explican Miller & Page (2007), se caracteriza porque la población está rodeada de mundos sociales complicados, que se componen de una concentración de elementos inmensos difíciles de entender y en éstos, aparecen los mundos complicados y los complejos, donde la comprensión de las ciencias, la ingeniería, el arte y las matemáticas hacen presencia. Estos campos se vuelven distantes, debido a que su aprendizaje demanda de la aplicación de procesos cognoscitivos complejos, en los que se ven involucrados el desarrollo del pensamiento lógico, la precisión y la visión espacial (Fernández-Blanco, González-Roel & Ares, 2020)

En este sentido, Torres (2017) afirma que cuando no se comprende la complejidad creada, las personas se convierten en víctimas de la complejidad, se sienten impotentes. Así mismo, afirma que el conocimiento social desigualmente localizado produce obscuridad social.

Dentro de esta complejidad, los campos de las matemáticas, las ingenierías y las tecnologías particularmente representan los mayores obstáculos para los estudiantes de todos los niveles educativos, convirtiendo a estás, en una fobia constante, que permanece estancada en el tiempo a lo largo de las promociones académicas, a pesar de un desarrollo cada vez mayor de los avances tecnológicos y las innovaciones pedagógicas del proceso de enseñanza - aprendizaje. De manera lamentable para que esto ocurra, se debe principalmente al sistema educativo y la mediación pedagógica, donde los estudiantes aprenden de memoria fórmulas matemáticas y se explican en las aulas los ejemplos sin razonar, carentes análisis, y, si varías algún elemento en el enunciado de un ejercicio, los estudiantes encuentran obstáculos porque no tienen las habilidades para formular la deducción lógica de su resolución (Peña y armas, 2020).
La anterior situación de dificultades frente al proceso de aprendizaje en las matemáticas puede llegar a convertirse en uno de los principales orígenes del fracaso escolar, incluso, provocar no solo que el estudiante se distancie vocacionalmente de estas áreas, sino, que, además, lo conduzca al abandono escolar (Fernández-Carreira, 2013). Según estos autores, dentro del inventario de causas que suscitan las dificultades para el aprendizaje de las matemáticas, se encuentran las explicaciones de tipo psicológico, como la discalculia, entendida como un inconveniente para hacer operaciones con números, sin que exista una razón que lo acredite.

Investigadores como Geary (2017) han argumentado que entre el 3% y el 8% de los niños en edad escolar pueden llegar a mostrar este tipo de problemas, desarrollando posteriormente estrategias inmaduras para resolver problemas relacionados con aritmética, en las que presentan dificultades para adquirir habilidades básicas en este campo. Conflictos relacionados, pero de otro tipo, son los que presentan los estudiantes cuando manifiestan ansiedad, debido ha que perciben la complejidad de añadir un alto nivel de abstracción a los conceptos que se exponen, nivel que aumenta de forma importante cuando esta experiencia de aprendizaje se desliga de las rutinas cotidianas. Por este hecho, los contenidos que se relacionan con las matemáticas deben estar vinculados con el entorno en que se los estudiantes habitualmente se desenvuelven y éstos deben tener un sentido explicativo para ellos, con el propósito de que comprendan la matemática como un campo vivo que les puede contribuir a resolver múltiples situaciones de su vida habitual (Fernández-Carreira, 2013).

3.1. BRECHA ENTRE LAS DEFICIENCIAS EN MATEMÁTICAS Y LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO DESDE LA ESCUELA EN EL ÁMBITO COLOMBIANO

A raíz del distanciamiento de los estudiantes con la vocación hacia las carreras de ciencias, ingeniería, matemáticas y las artes, provocado en gran parte por las causas anteriormente explicadas, organismos como el Ministerio de Tecnología de la Información y Comunicaciones (MinTic) en Colombia, estiman para el año 2025 que el país tendrá un déficit de ingenieros desarrolladores de 112.000 y de 410.000 para 2024 en la comunidad andina (López & Pineda, 2022). Lo anterior, es también, la consecuencia del bajo nivel de apropiación del conocimiento y la innovación que tienen muchos países de la región.

Con el propósito de disminuir esta brecha, Colombia creó El Programa ONDAS en el año 2001, como una estrategia del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) con el objetivo de promover una cultura ciudadana en Ciencia, Tecnología e Innovación–CTeI en niños, niñas y jóvenes de Colombia. Su origen radicó en que el gobierno nacional consideró que Colombia tenía poco entendimiento y valoración del potencial de la investigación científica para el desarrollo del país y la necesidad de crear una nueva relación entre ciencia tecnología y sociedad. A partir de esta iniciativa se intervino el proceso pedagógico desde la Investigación como estrategia pedagógica, trabajando de cerca con las instituciones educativas, estudiantes y docentes del país (Núñez, 2017).

El Programa Ondas se encuentra diseñado para desarrollar la vocación de investigación de los estudiantes como estrategia pedagógica, y, que ésta promueva el espíritu científico de niños, niñas y jóvenes en todos los niveles educativos, en consonancia con la Política Nacional en CTeI que reconoce la investigación como elemento fundamental para incrementar las capacidades en I+D del país, así como, el impacto de la producción científica colombiana (Minciencias, 2017).

Para ello, de acuerdo con la explicación que realiza Murcia (2022) El Programa Ondas ha sugerido una ruta metodológica, a través, del desarrollo de proyectos en los que se siguen tres (3) fases como se explica en la ilustración 1.

Ilustración 1. Proceso metodológico de El programa Ondas

Fase 1 Planeación	Etapa 1. Conformación del equipo y construcción decomunidades de aprendizaje Etapa 2. Pasar de la pregunta al problema Etapa 3. Establecer el camino de cómo se elaboraría
Fase 2 Desarrollo	Etapa 4. Diseño de instrumentos Etapa 5. Recolección de la información Etapa 6. Organización de la investigación Etapa 7. Interpretación y registro de resultados
Fase 3 Comunicación	Etapa 8. Compartir la solución Etapa 9. Difusión de los resultados

Fuente: Adaptado de Autor a partir de Murcia (2022)

La propuesta que hace el gobierno nacional a través de El Programa Ondas busca generar prácticas de enseñanza sustentadas en la investigación formativa, las cuales se establecen a partir de la ciencia, en las que se realiza un esfuerzo por lograr el aprendizaje significativo, construyendo el pensamiento crítico y la interpretación de los problemas del entorno. Estas prácticas se formulan con la intención de incidir lo investigativo, lo didáctico y las maneras cómo se evalúan (Murcia, 2022).

Complementariamente a El Programa Ondas, en Colombia se han realizado esfuerzos importantes para cerrar la brecha desde la Política Social de la Ciencias, La Tecnología y La Innovación (ASCyT) propuesta en 2005, de donde nacieron apuestas como Maloka, la cual años después, sirvió de base como caso de estudio para que investigadores colombianos en 2015 guiados por Sandra Daza, investigadora del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, diseñaran de una batería compuesta por indicadores cualitativos que tenían por objeto seguir y medir las prácticas de apropiación social de la ciencia y la tecnología. Los autores de esa construcción partieron de ejercicios de medición de prácticas que son similares, como la comunicación y el involucramiento con la ciencia en contextos de museos y centros interactivos. Los indicadores se operacionalizaron de acuerdo a los registros que aparecen en la literatura como "Interés en ciencia y tecnología", "Aprendizaje en ciencia y tecnología", "Participación en el ámbito público", "Inclusión de grupos en situación de vulnerabilidad", "Fortalecimiento de prácticas educativas escolares", "Intercambio y coproducción de conocimiento", "Incentivo a las vocaciones científicas", "Toma de decisiones informadas, "Generación de innovación a partir de CyT", Desarrollo de capacidades para la ACyT" (Daza- Caicedo et al., 2017).

Junto a estas dos propuestas en Colombia en el marco de esta política, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), puso en marcha el Programa Nacional de Actividades científicas Juveniles, de donde nacieron los clubes de ciencia, el programa Encuentro con el Futuro que pone en contacto a científicos con niños y jóvenes, así mismo, La Ferias Nacionales Expo Ciencia, Expo Tecnología y Maloka viajera. Otras experiencias de apropiación se habían establecido antes de la política, como las llevado a cabo por El Museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional, el Museo Interactivo de la Empresas Públicas de Medellín, El Programa Recreo del Museo de Ciencia y el Juego, La Agencia Universitaria de Periodismo Científico de la Universidad del Valle, y museos pequeños en el país. De igual forma, la estrategia de divulgación por prensa y televisión con programas especializados para niños con dibujos animados como Pa´Ciencia (Lozano, 2005). Los esfuerzos del gobierno colombiano con estas iniciativas entre los años 2005 y 2015, produjeron transformaciones importantes en la región, en la que Chile, Ecuador y Perú, han llevado a cabo propuestas igualmente trascendentales en el propósito de consolidar la apropiación social de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, estudios efectuados por investigadores colombianos, han evidenciado que Colombia es la región que presentó cambios más significativos respecto al 2005, debido a que es el primer país latinoamericano en tener una estrategia en este objetivo. Adicionalmente, presenta iniciativas no tradicionales como la de diálogo de saberes y el uso de ciencia y la tecnología en la solución de problemas identificados por comunidades. (Lozano, et al., 2016).

3.2. ASPECTOS QUE IMPIDEN LA CONSOLIDACIÓN DE LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO DESDE LA ESCUELA EN EL ÁMBITO COLOMBIANO Y REGIONAL

A pesar de las iniciativas que la región ha emprendido en las últimas décadas para lograr la apropiación social de la ciencia y la tecnología, los resultados no se evidencian materializados en una masa crítica de nuevos profesionales especializados en campos de ciencia, ingeniería y tecnología, incluyendo el arte, que se involucren con los problemas estructurales del país, y que contribuyan con soluciones científicas a las complejidades que han sumido a los diferentes territorios en amenazas profundas que ponen en riesgo la salud de la población, caracterizada por la pobreza, el desempleo, la corrupción y la violencia.

Las posturas críticas frente a esta situación se orientan por afirmar, que no es la falta de interés del Estado por la ciencia, sino, la manera aislada como el Gobierno concibe a la ciencia y el conocimiento, asumiendo que primero, éstas deben ser desarrolladas para luego poder llevarlas a las personas, ya, que se considera que el público en general carece de las capacidades y conocimiento científico necesario, y, por ello, la comunicación hace posible la popularización de la ciencia. Frente a esta situación, referentes intelectuales como Martin-Barbero según Pabón (2018) argumentan que el modelo de verticalidad de la relación con el profesor que caracteriza la educación en el país, al igual, que la secuencialidad del modelo pedagógico, son las razones principales, por las que la escuela estará en Colombia siempre ausente de la tecnología y sumergida en un mutismo de creatividad (Pabón, 2018).

Otra razón muy aparte, es que se identifican creencias entre los docentes de preescolar y primaria que son distorsionadas acerca de la ciencia y la tecnología como lo afirman Quevedo-Pinzón & Franco- Avellaneda (2022) debido a percepciones implacables, de que estas representan unos saberes y conocimientos exactos e indiscutibles, como resultado y producto, y no como un proceso en el que progresan las habilidades que permiten el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico de los niños y las niñas. De igual forma, estos autores argumentan la existencia de vacíos en el desarrollo del saber pedagógico, en lo que respecta a, la forma cómo los docentes deben enseñar la ciencia y la tecnología, sobre todo en los primeros niveles educativos de preescolar y primero, ya que aunque, los lineamientos en educación y la forma cómo se enseña la ciencia y la tecnología son específicos, en materia de la educación de las infancias, los maestros tienen mayor propensión por hacer énfasis en el desarrollo infantil, y no en el proceso pedagógico que permita en los más pequeños potenciar el pensamiento científico y tecnológico.

Por lo tanto, este asunto característico del proceso de enseñanza.

– aprendizaje a nivel de preescolar por falta de formación de los maestros, se torna en uno de los principales obstáculos para que avance el proceso de apropiación social en materia de ciencias y conocimiento, por lo que se hace necesario, encontrar un mayor nivel de relacionamiento e involucramiento de los profesores, en lo que se refiere a la comprensión del pensamiento científico y tecnológico con el saber pedagógico a fin de potenciarlo y poder aplicarlo en la escuela desde edades tempranas (Quevedo-Pinzón & Franco-Avellaneda, 2022).

3.3. META-SÍNTESIS CUALITATIVA EN FUNCIÓN DE PROPONER UNA MAYOR APROPIACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA DESDE EL SABER PEDAGÓGICO

La síntesis 1 de los estudios primarios seleccionados, permitió la interpretación de los datos textuales originados de una serie de artículos valorados para la investigación, que se traduce en la construcción de la matriz categorial titulada: Categorías emergentes del saber pedagógico orientadas a la apropiación de la ciencia y la tecnología de los estudiantes.

Tabla 1. Unidad hermenéutica de Síntesis 1: matriz de categorías emergentes del saber pedagógico orientadas a la apropiación de la ciencia y la tecnología de los estudiantes

Citas textuales utilizadas para el proceso de codificación	Categorías emergentes	Síntesis
"Los niños alcanzan la capacidad de aprender matemáticas sólo cuando ellos mismos construyen sus propias ideas matemáticas. Por esto, los estudiantes deben tener la posibilidad de comunicar sus ideas matemáticas. Cuando los estudiantes tienen la oportunidad de razonar sobre las matemáticas y comunicar sus argumentos, se obligan a organizar sus ideas para exponerlo de manera coherente y convincente" (Santos, 1996).	**O**riginalidad **C**omunicación	
La creatividad puede ser enseñada a través de técnicas creativas sistemáticas. Estas técnicas permiten a personas de todas las edades y orígenes desarrollar la capacidad de generar nuevas ideas al modificar su percepción y romper con hábitos y expectativas. Las ideas iniciales son fundamentales para estimular la creatividad, y compartir ideas con otros puede desencadenar una cascada de pensamiento creativo. Ambientes propicios, sin autoritarismo y con motivación a la espontaneidad, son necesarios para fomentar la creatividad. El pensamiento lateral es clave para la innovación en diversos campos. (De Bono, 2004).	**E**ntrenamiento **M**odificabilidad de la percepción **T**écnicas creativas **A**mbientes creativos **I**deas propias **C**reación de ideas	El procesamiento mental a través del cual las ideas se vuelven conscientes para construir elpensamiento creativo, que permita la posibilidad de confrontar ideas alternativas y relacionadas con un mismo desafío o problema a resolver, se va adenominar con fines de este estudio como ideación
Los maestros desempeñan un papel crucial en guiar a los estudiantes en la construcción de nuevas ideas a través del diálogo y la interacción. El pensamiento se desarrolla a través del lenguaje, que proporciona las herramientas necesarias para abordar ideas y conceptos. La capacidad de formular hipótesis es fundamental. En situaciones problemáticas, se fomenta la búsqueda de múltiples soluciones y se promueve el sentido común al distinguir entre lo posible y lo probable. La imaginación desempeña un papel importante en la creatividad, permitiendo la proyección de ideas y la exploración de imágenes mentales novedosas.	**C**onstrucción de conocimiento **I**dea abstracta **L**enguaje **I**maginación **F**antasía **I**nventar	
Fingir, crear, idear y fantasear son formas de liberarse de la rutina, y el acto de idear implica generar nuevas ideas y prever soluciones. (De Puig & Sátiro, 2009). La creatividad difiere de la inteligencia. En los Estados Unidos, la capacidad de producir ideas en los niños aumenta hasta el tercer grado, se mantiene estable entre el cuarto y el quinto grado y luego disminuye. La capacidad para generar ideas únicas aumenta hasta el quinto grado, disminuye en la escuela secundaria y aumenta en la edad adulta. Desde 1984, las personas de todas las edades han perdido la habilidad para crear ideas y pensar reflexivamente, lo que sugiere la necesidad de fomentar la creatividad desde preescolar. Las tecnologías actuales pueden limitar la creatividad. Promover la resolución de problemas y el trabajo en equipo en las escuelas es esencial para revertir el declive en el pensamiento creativo (Kim, 2011).	**C**rear **P**ensar por adelantado	
"Los niños en edad preescolar tienen altos niveles de capacidad creativa y, cuando ingresan a la escuela, su creatividad artística tiende a disminuir a medida que aprenden a conformarse, pero comienza a aumentar durante la preadolescencia entre los grados 5 a 8 y continúa hasta la edad adulta." (Gardner, 1982).	**P**roducción de ideas **D**isminución de la capacidad para producir ideas	

"El pensamiento imaginativo permite caminos alternativos a la interpretación porque va más allá de la información dada" (Efland, 2002).	**P**ensamiento conformista **N**iños menos expresivos **N**iños menos imaginativos **D**isminución de la percepción **E**dad adulta **H**ogar **E**scuela **T**rabajo en equipo	
Para que el pensamiento creativo surja requiere de la planificación, considerada la función ejecutiva más avanzada, la cual, se construye a partir de los componentes ejecutivos de memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva. / Se ha demostrado que el entrenamiento en habilidades de planificación, como la previsión y la identificación de causas, se relacionan con un mejor desempeño en tareas creativas y resolución de problemas. / Cuanto mayor es el nivel de estrés cotidiano infantil, mayores son sus actitudes negativas, y, más dispersa es la atención que provoca la impulsividad, lo que repercute directamente en aspectos como la reflexión, la planificación y la organización de las tareas. / Problemas de planificación y de organización de las tareas, de memoria de trabajo y de control emocional, que son la causa de un descenso del rendimiento académico de estudiantes, a pesar, de tener de tener buenas capacidades cognitivas" (Diamond, 2016; Navarro & García, 2014)	**C**reatividad artística **P**ensamientoconformista **P**lanificación **F**unciones ejecutivas **O**rganización de tareas **I**mpulsividad **E**strés infantil	El procesamientomental es máscreativo. cuando logra organizarse integrando la memoria y flexibilidad cognitiva a través del proceso de planificación, etapa que se considerará para la propuesta del modelo
"Dentro del inventario de sucesos estresantes para el niño se encuentran los relacionados con el campo académico como el exceso de tareas escolares, situaciones complicadas debido a la interacción con el profesor, las dificultades en el aprendizaje y las calificaciones bajas de su rendimiento escolar" (Torres et al., 2009)	**E**xceso de tareas **I**nteracción con el profesor **B**ajas calificaciones	
"En Zagreb el gobierno de la antigua Yugoslavia instaló en 1958 los laboratorios escolares destinados a la fabricación de materiales y aparatos para la enseñanza de las ciencias en la que participaron especialistas enviados por la UNESCO" (Organización de las Naciones Unidas, 1958).	**L**aboratorio escolar	
Las prácticas de laboratorio son cruciales para que los estudiantes comprendan cómo se construye el conocimiento científico y cuestionen sus creencias a través de la experiencia. Es esencial que los profesores enfoquen estas prácticas en objetivos claros, no solo en la experimentación. Desde la perspectiva del constructivismo, la experimentación juega un papel clave en la educación, transformando las ideas previas de los estudiantes en conceptos más avanzados y científicos (López & Tamayo, 2012).	**C**onstrucción de conocimiento **C**uestionar saberes **T**rabajo científico por cooperación **E**xperimentación **D**e ideas a conceptos elaborados	
"La enseñanza del pensamiento debe proveer de instrumentos que los estudiantes de los diferentes niveles educativos puedan usar y que sirvan para cambiar algo. / Creativo significa confeccionar un artefacto que no existía" (De Bono, 2004).	**C**onfección de artefactos	
"La indagación tecnológica es un espacio intervenido por la tecnología donde los estudiantes manipulan, interpretar y construyen conocimiento colaborativamente, a través de procesos tecnológicos, diseño y creación de artefactos que les ayuden a aportar a algunas de las necesidades cotidianas en su entorno" (Buitrago & Pineda, 2012).	**M**anipular **D**iseñar **C**reación	

"La indagación tecnológica es un espacio intervenido por la tecnología donde los estudiantes manipulan, interpretar y construyen conocimiento colaborativamente, a través de procesos tecnológicos, diseño y creación de artefactos que les ayuden a aportar a algunas de las necesidades cotidianas en su entorno" (Buitrago & Pineda, 2012).	**M**anipular **D**iseñar **C**reación	
La creatividad se nutre de la autoevaluación y no depende de la validación externa. La evaluación impacta en el desarrollo de habilidades creativas y en la autonomía del estudiante. Una evaluación más profunda y valorativa fomenta el crecimiento de la personalidad y la autoestima. La autoevaluación consciente mejora la aceptación de uno mismo y la autorregulación. Esto promueve la autonomía e independencia, permitiendo al estudiante avanzar en su conocimiento y desarrollo de estrategias. En resumen, la autoevaluación es esencial para el crecimiento personal y la creatividad (Mena-Camacho, 2010).	**A**utoevaluación **J**uicio de la tarea realizada **I**mplicación individual **I**mplicación grupal **E**fecto en la potencialidad creativa **D**esarrollo de la personalidad **A**utorregulación **P**royecta intereses y motivos **I**dentifica fracasos **A**vanzar a niveles superiores	La potencialidad creativa y el desarrollo de lapersonalidad avanza en la medida que se logra identificary valorar los resultados. Por lo tanto, la evaluación se convierte en la siguiente fase del modelo propuesto.
"La evaluación es el proceso de asignar valor a los resultados de las actividades desarrolladas. El trabajo evaluativo por equipos tiene como propósito informar la opinión de los participantes con relación a la estimación de la capacidad científica" (Albornoz & Alfaraz, 2008).	**V**alora losresultados **E**stima la capacidad científica	

Fuente: Completamente generada por los autores, 2022.

La síntesis de los estudios primarios condensados en la unidad hermenéutica de la tabla 1, reflejan cuatro familias de categorías que emergen luego del proceso de segmentación – codificación llevada a cabo bajo un análisis de enfoque inductivo, el cual, se construyó a partir de la interpretación de los datos textuales, provenientes de los artículos y libros de diferentes autores, con datos de investigación empírica.

Las cuatro familias de códigos que arroja la meta-síntesis de la matriz 1, representa el saber pedagógico, bajo el cual, los profesores y maestros deben incidir en el proceso de enseñanza – aprendizaje que se da a través de las interacciones con los estudiantes, y que propenden por una mayor apropiación de la ciencia, la tecnología y el arte.

Estas cuatro familias de códigos son secuenciales y expresan el procesamiento mental, a través del cual, se construye el pensamiento creativo desde la escuela, que permite la posibilidad de confrontar rutas alternativas y relacionarlas con un mismo desafío o problema a resolver. La primera familia se denomina IDEACIÓN.

Como saber pedagógico La IDEACIÓN la hemos definido como la ruta formativa que implementa el maestro para desarrollar la capacidad de los niños en función de producir ideas en situaciones problemáticas, en las que deben buscar diferentes maneras de resolverlas.

La segunda familia de categorías del saber pedagógico que emerge luego del análisis de segmentación – codificación se denomina La PLANIFICACIÓN, que hemos definido como el conjunto de habilidades, a través de las cuales, el estudiante organiza las tareas, desarrolla la capacidad de prever e identificar las causas que se relacionan con un mejor desempeño en la ejecución de tareas creativas y resolver los problemas. Esta familia de PLANIFICACIÓN involucra otras habilidades, como la capacidad de tener flexibilidad cognitiva, muy importante durante el proceso de PLANIFICACIÓN, porque ésta le permite a la persona, redireccionar el proceso planeado para aprovechar nuevas circunstancias en la medida que la ejecución presente distintas oportunidades y condiciones. Lo anterior, significa que la capacidad de PLANIFICACIÓN dota a la persona de habilidades para la toma de decisiones según se comporte su intervención en la ejecución de la tarea y no solo se restringe, a seguir lineamientos de manera sistemática fijados con antelación. Esto le permite al estudiante desarrollar mayor seguridad en sí mismo, como de autonomía también de acuerdo con su criterio. En este sentido, un mayor nivel de capacidad de PLANIFICACIÓN, significarán un mayor control sobre la impulsividad propia de su edad, así, como de un menor temor al fracaso.

La tercera familia de códigos del saber pedagógico que emergen de los análisis orientados a lograr una mayor apropiación del conocimiento, se le ha denominado CREACIÓN, familia que hemos conceptuado como la habilidad de manipular, interpretar y construir conocimiento de manera colaborativa a partir de la práctica experiencial. Es el desarrollo de la capacidad de materializar el trabajo científico por cooperación a través de la experimentación, destreza que le permite al estudiante transformar las ideas

en conceptos elaborados. Es por esto, que los maestros deben garantizar a los estudiantes un inventario de instrumentos, a través de los cuales, puedan modificarlos para confeccionar un artefacto.

Por último, dentro de las familias de códigos que surgen del análisis de meta-síntesis para la apropiación del conocimiento y que hacen parte del saber pedagógico, se identifica la EVALUACIÓN, que sugerimos sea entendida cómo, el desarrollo de la capacidad del estudiante para valorar y calificar la ejecución o elaboración de su propia tarea o creación. En la medida que el estudiante aprende a autoevaluar sus propias acciones representadas en un proceso de desarrollo científico, mayor es su capacidad para emprender el modelo que se está presentando y que se orienta a un mayor nivel del potencial creativo.

3.4. META-SÍNTESIS CUALITATIVA DE UNA MAYOR APROPIACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA DESDE EL DESARROLLO COGNITIVO DE LOS ESTUDIANTES

La síntesis 2 de los estudios primarios seleccionados se traduce en la construcción de la matriz categorial titulada: Categorías emergentes del desarrollo cognitivo orientadas a la apropiación de la ciencia y la tecnología de los estudiantes

Tabla 2. Unidad hermenéutica de Síntesis 2: matriz de categorías emergentes del desarrollo cognitivo orientadas a la apropiación de la ciencia y la tecnología de los estudiantes

Citas textuales utilizadas para el proceso de codificación	Categorías emergentes	Síntesis
La teoría cognitiva del desarrollo contrasta con el enfoque conductista al reconocer la importancia de la percepción y el pensamiento en el aprendizaje. La respuesta de un estudiante a la educación depende de su etapa de desarrollo y el contexto del tema. La simplificación del conocimiento limita la capacidad de abordar cuestiones complejas, mientras que la flexibilidad cognitiva promueve perspectivas múltiples en el aprendizaje (Efland, 2002). Según Bruner (1957), las imágenes sensoriales adquieren significado a través del pensamiento. La percepción es influenciada por factores como hábitos, contexto y sugerencias, lo que puede ocultar o revelar detalles. La percepción afecta lo que creemos. En la infancia, el aprendizaje se basa en los sentidos y objetos concretos, mientras que en edades posteriores, se utilizan símbolos abstractos a medida que los estudiantes dependen menos de los estímulos sensoriales	**E**stadio de desarrollo **Ni**veles avanzados de aprendizaje **F**lexibilidad cognitiva **A**prendizaje multidireccional **F**ormación de perspectivas múltiples	Los estadios dela maduración del desarrollo cognitivo de la persona para la comprensión del arte propuestos por Parsons se considerarán para el modelo
"Los partidarios del desarrollo cognitivo idearon el concepto de estadios para explicar la naturaleza jerárquica del aprendizaje. Son los estadios los que están relacionados jerárquicamente, no los tipos de aprendizaje que caracterizan a los estadios" (Gardner, 1982).	**L**a percepción es un esfuerzo cognitivo	
El enfoque cognitivo ha impactado la educación, dividiendo las materias en categorías afectivas y cognitivas. La teoría cognitiva sugiere que las comprensiones complejas se adquieren a través de etapas de desarrollo. Las habilidades artísticas, sin embargo, han sido pasadas por alto por teorías como la de Piaget. Parsons investigó etapas de comprensión estética, considerándolas como patrones de ideas relacionadas en la mente de las personas. Describir una etapa no es describir a una persona. Parsons identificó 5 etapas de desarrollo en la comprensión del arte: favoritismo, belleza y realismo, expresividad, estilo y forma, y autonomía. (Parsons,1987)	**L**os estadios del desarrollo cognitivo se relacionan jerárquicamente **E**l desarrollo cognitivo alcanza comprensiones complejas de madurez **N**o se nace con habilidades se adquieren **5** estadios de desarrollo para lacomprensión del arte	

Las artes en la educación han sido subestimadas y se les ha visto como entretenimiento sin valor cognitivo. Falta conciencia sobre su importancia en el desarrollo cognitivo. Los educadores no saben cómo aprovechar el arte para fomentar habilidades cognitivas y evaluar el progreso. Ignorar el arte es desperdiciar el potencial cognitivo de las generaciones futuras. Se ha minimizado la complejidad del arte, relegándolo a un papel de distracción. Las obras de arte requieren pensamiento cognitivo y una visión holística. La división entre disciplinas cognitivas y afectivas ha llevado a subestimar la capacidad del arte para estimular el pensamiento. La enseñanza de la ciencia debe vincularla con la vida cotidiana. (Efland, 2002).	**E**l arte no es una competencia afectiva, es cognitiva **C**omprender el arte exige holismo e interconexión **M**aestros ignoran cómo el arte desarrolla capacidades cognitivas	
Piaget argumentó erróneamente que separar emoción e intelecto es necesario para el pensamiento científico y que las asignaturas que involucran imaginación y metáfora son de menor importancia. Identificó cuatro conceptos clave para entender el desarrollo cognitivo: esquemas, asimilación, acomodación y equilibrio. Destacó que el desarrollo cognitivo no es pasivo, sino resultado de las acciones del sujeto que aprende, no solo observación. Propuso cuatro etapas en el desarrollo cognitivo: inteligencia sensomotriz, pensamiento preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales. Sin embargo, su enfoque pasó por alto la influencia de las interacciones sociales en el aprendizaje. Las representaciones cognitivas complementan las operaciones sensoriomotoras y conducen al pensamiento simbólico, permitiendo traducir conceptos en esquemas verbales o intelectuales. (Piaget, 2013)	**P**rocesos para el desarrollo intelectual	Los **estadios** del desarrollo intelectual propuestos por **P**iaget serán considerados para la propuesta del modelo
Vigotsky argumentó que la actividad mental es exclusiva de los humanos y se desarrolla a través del aprendizaje social, incluyendo la adquisición de signos sociales y la internalización de la cultura. Los niños adquieren este aprendizaje social a través de interacciones con adultos, quienes comparten su experiencia social. La Zona de Desarrollo Próximo es la diferencia entre el nivel de desarrollo actual y el potencial, que se alcanza bajo la guía de adultos o colaborando con otros más competentes (Vigotsky, 1979). "La zona de desarrollo potencial es el lugar de negociaciones sociales acerca de significados, esto, en el contexto escolar, es un lugar en el que el docentes y estudiantes pueden apropiarse de las comprensiones del otro" (White, 1989).	**E**l desarrollo cognitivo no es un proceso pasivo **4** estadios del desarrollo intelectual **P**iaget situaba la mente en el cerebro de un individuo solitario **V**ygotsky situaba el aprendizaje como resultado delaprendizaje social **I**nteracción con el otro **Z**ona de desarrollopróximo **D**esarrollo real independiente	
"La mayoría de los estudiantes pierden paulatinamente el interés en la creación artística, debido al resultado de una crisis de confianza producida por la conciencia crítica del individuo de sus capacidades limitadas / reconocía el desarrollo intelectual en la evolución de la expresión gráfica del niño / identifico diversos estadios de desarrollo en la habilidad de dibujar / se tomaba el aspecto emocional del desarrollo mucho más serio qué Piaget quién solo se basaba en el pensamiento lógico científico " (Lowenfeld, 1957).	**D**esarrollo potencial mediado **P**érdida del interés en creación artística **C**risis de confianza por capacidades limitadas **D**esarrollo intelectual a través del arte **E**volución de la expresión gráfica del niño	

Arnheim propuso que el desarrollo artístico de los niños es un proceso cognitivo, en línea con Piaget. Argumentó que la percepción es un esfuerzo cognitivo, relacionando la creación artística con la resolución de problemas visuales. En el arte, no se reproduce simplemente la naturaleza, sino que se construye una representación estructural en una superficie bidimensional. Su teoría del desarrollo gráfico es afín a la teoría lingüística de Chomsky, destacando que la percepción es una actividad mental, no puramente fisiológica. (Arnheim, 1960).	**D**esarrollo artístico del niño es proceso cognitivo **P**ercepción visual es pensamiento visual **C**reación de arte es una especie de resolución de problemas visuales **H**acer un dibujo es representar la superficie bidimensional del mundo tridimensional	
"La percepción, la cognición y las emociones están implicadas en los componentes cognitivos. Los sistemas de símbolos del arte, como los de la ciencia, se usan para construir diferentes versiones del mundo, y ninguno de estos sistemas puede ser reducido a otro" (Goodman, 1976)	**L**a percepción, la cognición y las emociones están implicadas en los componentes cognitivos.	
La cognición expresiva implica la creación de objetos con valor epistémico mediante técnicas artísticas y científicas, fomentando un pensamiento multidimensional. Es crucial enseñar a los estudiantes a pensar artísticamente y a representar ideas de manera icónica y abstracta, integrando ciencia y arte. In las primeras etapas del desarrollo cognitivo, se deben abordar lenguajes gráficos, visuales y plásticos en un enfoque que combine ciencias, artes y tecnologías. La ilustración y la escultura son medios efectivos para comunicar complejidades en el arte y la ciencia, promoviendo la conexión entre lo gráfico, lo alfabético y lo numérico, y lo volumétrico con lo epistémico, desde una perspectiva cognitiva más que mediática (Caeiro & Muñiz de la Arena, 2019).	**L**a cognición expresiva se manipula y observa desde 3 dimensiones **R**epresentación icónica y abstracta de las ideas **L**eguajes gráficos, visuales y plásticosque integran artes, ciencias y tecnologías	Las dimensiones de la cognición expresiva se considerarán para la configuración del modelo bajo la denominación de Representación cognoscitiva

Fuente: Completamente generada por los autores, 2022.

La síntesis de los estudios en la unidad hermenéutica de la tabla 2, condensan la configuración de familias de categorías que emergen luego del proceso de segmentación – codificación llevada a cabo, construido a partir de la interpretación de los datos textuales, de artículos y libros de diferentes autores, con datos de investigación empírica. Las familias de códigos que arroja la meta-síntesis de la matriz 2, representa el desarrollo cognitivo orientadas a la apropiación de la ciencia, la tecnología y el arte de los estudiantes. Se entiende para este trabajo el desarrollo cognitivo, como el conjunto de cambios en las habilidades, actividades y organización mental con el tiempo, también conocido como desarrollo cognoscitivo (Papalia, 2009). En palabras de la autora, es el desarrollo intelectual pero también socio emocional de la personalidad, qué cambian a medida que los niños crecen.

Debido a que el desarrollo cognoscitivo cambia y el niño va adquiriendo habilidades en la medida que madura, se contempla para el modelo un MAPA DE PROGRESO DEL APRENDIZAJE DE HABILIDADES COMPLEJAS, en el cual, se estudia el desarrollo cognoscitivo del estudiante bajo tres (3) familias de códigos que emergen durante el análisis y que se describen a continuación.
La primera familia de códigos se denomina MADURACIÓN DEL DESARROLLO COGNOSCITIVO, que hemos definido, como el conjunto de habilidades intelectuales y artísticas que adquieren las personas desde que nacen hasta su adultez, y que se pueden potencializar a niveles de desempeño complejo a partir del aprendizaje mediado. La anterior concepción se ha asumido primero, desde la perspectiva del desarrollo biológico de Piaget, quien dividió de forma lógica matemática y científica el desarrollo intelectual en cuatro grandes estadios de la maduración en los que se integra la inteligencia sensomotriz de 0 a 2 años, el pensamiento preoperacional de 2 a 7 años, las operaciones concretas de 7 a 11 años y las operaciones formales de 11 a 15 años, y, segundo, desde la perspectiva de Vygotsky y White, para quienes el aprendizaje es el resultado de la interacción social con el otro, y potencial, en la medida que el aprendizaje es mediado.

Para efectos del Mapa de progreso del aprendizaje de habilidades complejas que deseamos proponer, el seguimiento parte de los 3 años, tiempo en el cual los niños inician en el nivel de prejardín, donde desarrolla el pensamiento preoperacional hasta los 7 años, las operaciones concretas hasta los 11 años y las operaciones formales hasta los 15 años.

De otro lado, para el avance del desarrollo de habilidades artísticas, hemos adoptado los cinco (5) estadios de desarrollo para la comprensión del arte propuesto por Parsons, para quien el arte no es una habilidad afectiva sino cognitiva. En este sentido, el Mapa que estamos proponiendo, realiza un acompañamiento y seguimiento a tres (3) estadios que son los que atraviesan las edades comprendidas entre los 3 y 18 años, tiempo de maduración estándar de los niños y jóvenes en la educación escolar tenidas en cuenta para la construcción del Modelo. Estas son FAVORITISMO de maduración entre los 3 a 5 años, BELLEZA Y REALISMO de 6 a 10 años y EXPRESIVIDAD de 11 a 15 años.

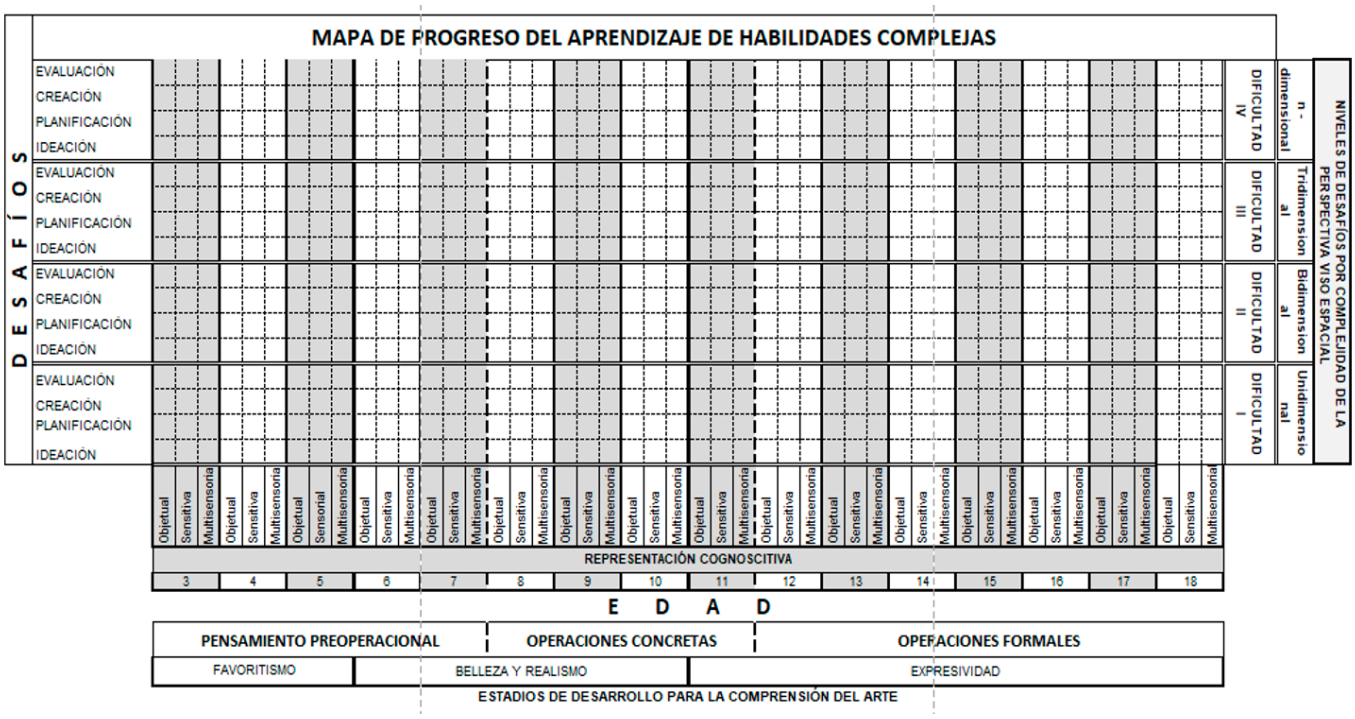
La segunda familia de códigos que emerge la hemos denominado NIVELES DE DESAFÍOS POR COMPLEJIDAD DE LA PERSPECTIVA VISO ESPACIAL adaptando al Modelo propuesto, los estudio de Arnheim sobre el desarrollo de la representación de la superficie dimensional del mundo.

Por último, para completar el Modelo, la última familia de códigos que emerge se relaciona con los estudios de Caeiro & Muñiz de la Arena, para quienes la cognición expresiva interpretando a Piaget y a John Berger, significa la representación icónica y abstracta de las ideas en tres dimensiones: objetual, sensitiva y multisensorial. De este modo, para el Modelo se adaptan estas 3 dimensiones bajo la denominación de REPRESENTACIÓN COGNOSCITIVA, a través de los cuales, los estudiantes a muy tempranas edades comiencen a crear imágenes cognitivas como lenguajes gráficos, visuales y plásticos, orientadas a la adquisición de competencias integrales que los acerquen a los acerque simultáneamente al campo científico y artístico.

3.5. ACOPLAMIENTO DEL MODELO PROPUESTO PARA LA APROPIACIÓN DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LAS ARTES DESDE LA ESCUELA

A continuación, se presenta el MAPA DE PROGRESO DEL APRENDIZAJE DE HABILIDADES COMPLEJAS el cual se acopla como modelo, a partir de los resultados obtenidos de las Meta-síntesis cualitativa del saber pedagógico, Meta-síntesis cualitativa de desarrollo cognitivo y Mesa-síntesis cualitativa de desafíos por complejidad de la perspectiva viso espacial.

Ilustración 2. Mapa de progreso del aprendizaje de habilidades complejas



Fuente: Completamente generada por los autores, 2022.

Este modelo se propone a partir de los constructos teóricos procedentes de la literatura universal que intenta explicar instrumentalmente, la forma cómo los estudiantes apropian, aplican y transforman el entorno desde la ciencia, la tecnología, la innovación y las artes en las diferentes etapas de desarrollo cognitivo.

4. DISCUSIÓN

Este modelo teórico es el resultado final del proyecto de investigación denominado "Modelo de innovación orientado al aprendizaje de ciencia y tecnología como mecanismo de articulación entre la educación secundaria y educación superior desde el enfoque de metodologías STEAM" y representa la primera fase de un proceso investigativo dirigido primero, a identificar los aspectos más relevantes que se encuentran asociados a las factores que explican el distanciamiento vocacional de los estudiantes de secundaria hacia carreras relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, y, segundo, lograr proponer desde los estudios empíricos que rodean este fenómeno, un modelo para la apropiación social del conocimiento y la innovación desde la escuela, que permita a la comunidad de profesores, acceder a una propuesta medible y consciente de su proceso de enseñanza – aprendizaje, que impulse el desarrollo cognitivo de los estudiantes desde los 3 años de vida de manera favorable hacia una mayor vocación a los campos de las STEAM, y los acompañe a lo largo de su proceso de formación primaria, secundaria y media, bajo un modelo que hemos denominado MAPA DE PROGRESO DEL APRENDIZAJE DE HABILIDADES COMPLEJAS.

Este modelo es el diseño final de una propuesta que surge de la revisión de los últimos 60 años, de los avances empíricos de autores de diferentes áreas en las que se integran la psicología cognitiva y social, la educación, la tecnología y las artes, y, por lo tanto, es un modelo teórico, que pretende ser ajustado, en la medida que se aplique en escenarios de educación escolar.

Para ello, este modelo continúa hacia una segunda fase, con el proyecto "Análisis no paramétrico de un modelo de innovación escolar orientado a las STEAM", en la que se pretende determinar los niveles de relación y ajuste entre las diferentes dimensiones que se han considerado para su acoplamiento.

Frente a la creación del modelo, este se caracteriza por tener la medición en el progreso del aprendizaje, a fin de llegar a unos resultados valorativos que dan cuenta de la adquisición del saber a partir del avance en la forma como se va estructurando el conocimiento, y no, mediante el resultado final. Es decir, el estudiante es capaz de objetar la realidad y la evidencia cuando éste la simboliza, la percibe a través de los sentidos y la representa en un contexto diferente y en una situación concreta.

De igual manera, medir el progreso del aprendizaje, es determinar cómo se ha logrado con el fin de llegar a los resultados de manera final. En otras palabras, la ruta de aprendizaje debe establecer dicho progreso en un inicio, un curso, un desarrollo y una finalización. De ahí, la importancia del Aprendizaje por Desafíos (APD), dado que éste materializa la experiencia significativa en una ruta de progreso para cumplir con el desafío y lograr el resultado en la consolidación del saber y apropiación del conocimiento. Hay que mencionar, además, que para medir con precisión el progreso del aprendizaje, es necesario establecer unas metas valorativas, las cuales, indican la ruta de aprendizaje y logro en el nivel del desafío. Cada meta, indica un enunciado que describe un inicio, las señales y cómo son evaluables en el desempeño alcanzado. Esto quiere decir, valora el progreso del estudiante.

Es así como las rutas de aprendizaje deben enmarcarse en una ruta de progreso del aprendizaje (RPA). Lo que significa un camino trazado para ser recorrido, con el fin de llegar a una meta y lograr el resultado. Además, permite transitar de un progreso de aprendizaje a otro, y en este mismo sentido, una Ruta de Progreso del Aprendizaje, que valora ese paso a paso en el avance del saber para llegar a un propósito.

Acorde con lo anterior, la evaluación también debe estar dada en la valoración del progreso del aprendizaje que se esté logrando durante el proceso de aprendizaje, dada en la multidisciplinariedad incluyendo el arte y otras ciencias acopladas a la tecnología, la innovación y la ingeniería. El fin último, es determinar hasta dónde el estudiante a partir de una Ruta de Aprendizaje por Progreso está alcanzando y en qué medida el conocimiento en un determinado saber y sí lo está logrando de manera cronológica. También se monitorea el avance, las dificultades y los logros esperados en unas necesidades de aprendizaje.

Simultáneamente, en la evaluación el aprendizaje requiere del tiempo requerido para alcanzarlo. Es una relación entre el tiempo que se necesita y el tiempo dispuesto y real para obtener el RAL (Resultado de Aprendizaje Logrado). Es un factor constitutivo del proceso de enseñanza aunado a la planificación de las actividades académicas. En resumen, la formula estaría dada por:

Aprendizaje + Ruta de Progreso del Aprendizaje + Evaluación del Progreso del Aprendizaje + Tiempo Requerido + Tiempo Necesitado= Resultado de Aprendizaje Logrado

$$A + RPA + EPA + TR + TN = RAL$$

Es así, como la flexibilidad cognoscitiva es un indicador de desarrollo del Progreso del aprendizaje a partir del modelo, porque se necesita del tiempo en el logro del aprendizaje. Ésta, marca la capacidad que se tiene para llegar al saber y obtener el RAL, enmarcada por situaciones novedosas, cambiantes e inesperadas que implican objetuar el conocimiento con la integración transdisciplinaria y multidimensional al potenciar otras y diferentes perspectivas. Se rompe con paradigmas rígidos, con la rigidez mental, se desarrolla la creatividad y se estira el saber con la transferencia multidisciplinaria y transdisciplinaria del conocimiento. Por ende, la relevancia de incluir las artes de manera contextual en el currículo, para el desarrollo de dicha flexibilidad cognoscitiva.

Con las artes, se permite flexibilizar el pensamiento. Hay un esfuerzo por objetuar la realidad a partir de otras perspectivas que son asumidas de manera rígida y como la única verdad posible y de cómo se puede entender y comprender el mundo de manera multidimensional. Las artes no son rígidas. Es decir, no se cruza con una rigidez mental, la cual, se define como la incapacidad de cambiar creencias cuando son ineficaces para alcanzar los RAL.

Es por ello, que el arte representa la multidimensionalidad, por su gran impacto en la flexibilidad cognoscitiva y creativa.

Este concepto, entendido como la habilidad que tienen las personas para poder desplazarse de una idea a otra, de un contexto a otro, de dar respuestas variadas, de modificar y moldear las ideas y así superar la propia rigidez. Esta es flexible, en tanto se propenda por visualizar diversas categorías de objetuar la realidad, representarla, percibirla, simbolizarla y expresarla. Lo anterior, al mismo tiempo que el arte potencia el aprendizaje, las capacidades, las actitudes, las emociones, las habilidades; en fin, una integración para el progreso en los RAL, por su interacción con el medio y la expresión de sentimientos.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio arrojan luz sobre la importancia de integrar el arte, la ciencia, la tecnología y la innovación en la educación. El modelo teórico propuesto para profesores en escuelas se basa en la interdisciplinariedad de la ingeniería, la psicología y las artes. Este enfoque tiene como principal objetivo el desarrollo del aprendizaje a través de un proceso que abarca las etapas de desarrollo cognitivo, la apropiación del conocimiento y la aplicación de ese conocimiento para transformar el entorno.

La metodología empleada, la meta-síntesis cualitativa, fue fundamental para la construcción del modelo teórico. Los resultados obtenidos en el estudio resaltan la importancia de las etapas de ideación, planificación, creación y evaluación en el proceso de aprendizaje, demostrando cómo los estudiantes pueden apropiarse, aplicar y transformar su entorno utilizando la ciencia, la tecnología y la innovación a lo largo de su desarrollo cognitivo. En contraste con la discusión, las conclusiones destacan que la propuesta presentada en el modelo es fundamental para abordar la falta de interés de los estudiantes en las áreas relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM). La introducción de metodologías de aprendizaje disruptivas e interdisciplinarias desde la escuela puede derribar las barreras de apatía que los estudiantes han desarrollado en estas áreas, fomentando un mayor vínculo con el aprendizaje y un aumento en la motivación.

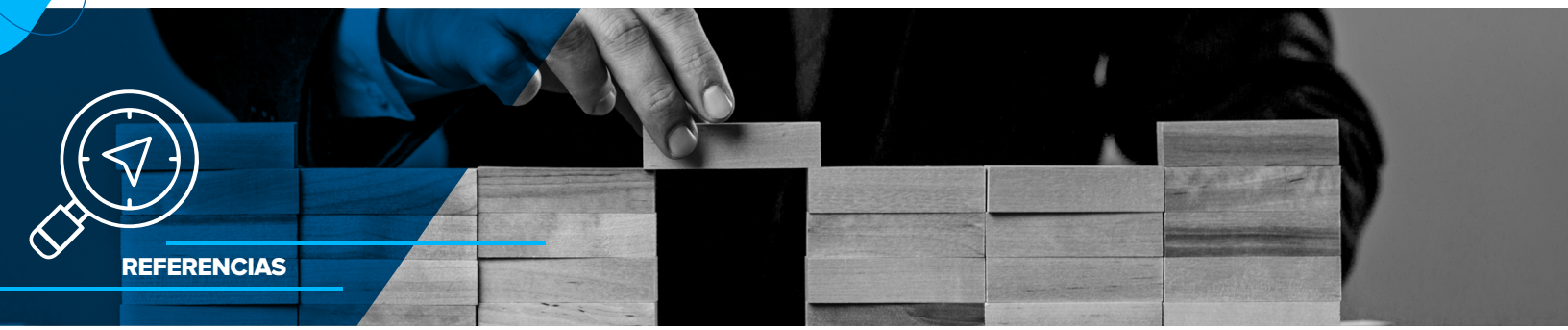
Este modelo teórico es el resultado de un proyecto de investigación que se centró en identificar los factores que explican la falta de interés de los estudiantes de secundaria en las carreras STEAM. Además, busca proporcionar a la comunidad de profesores una propuesta medible y consciente de su proceso de enseñanza-aprendizaje que impulse el desarrollo cognitivo de los estudiantes desde edades tempranas, fomentando una mayor vocación hacia las STEAM a lo largo de su educación primaria, secundaria y media. Este enfoque se ha denominado "MAPA DE PROGRESO DEL APRENDIZAJE DE HABILIDADES COMPLEJAS". El modelo se ha desarrollado a partir de la revisión de los últimos 60 años de avances empíricos en áreas como la psicología cognitiva, la educación, la tecnología y las artes. Aunque es un modelo teórico, se plantea como una herramienta que puede ser ajustada y aplicada en entornos de educación escolar.

La investigación continuará en una segunda fase, con el proyecto "Análisis no paramétrico de un modelo de innovación escolar orientado a las STEAM". En esta etapa, se determinarán los niveles de relación y ajuste entre las diferentes dimensiones consideradas para su implementación. En cuanto a la evaluación del aprendizaje, el modelo propone una medición continua del progreso del aprendizaje en lugar de centrarse únicamente en el resultado final. La ruta de aprendizaje se establece desde el inicio, con un curso, un desarrollo y una finalización, promoviendo el aprendizaje por desafíos. La evaluación se basa en metas valorativas que indican el progreso del estudiante en el cumplimiento de los desafíos planteados. Este enfoque permite una valoración constante del progreso del aprendizaje y ayuda a los estudiantes a alcanzar sus objetivos de manera más efectiva.

Se destaca la importancia de la flexibilidad cognitiva como un indicador clave del progreso del aprendizaje. La flexibilidad cognitiva implica la capacidad de modificar creencias y perspectivas, lo cual es fundamental para enfrentar situaciones novedosas y transdisciplinarias. La inclusión de las artes en el plan de estudios es esencial para fomentar esta flexibilidad cognitiva y creativa, debido a que las artes permiten ver el mundo desde diversas perspectivas y superar la rigidez mental. En definitiva, el modelo teórico presentado en este estudio representa un enfoque innovador para la educación, que busca fomentar el interés de los estudiantes en las áreas STEAM y promover su desarrollo cognitivo a través de un enfoque interdisciplinario. La integración de las artes desempeña un papel fundamental en la promoción de la flexibilidad cognitiva y la creatividad. Este modelo proporciona una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en entornos educativos, con la esperanza de transformar la educación y fomentar una mayor vocación en las áreas STEAM.

REFERENCIAS

- *Aguilera, D. & Ortiz-Revilla, J. (2021). Educación STEM vs. STEAM y creatividad estudiantil: una revisión sistemática de la literatura. Ciencias de la Educación*
- *Albornoz, M., & Alfaraz, C. (2008). Diseño de una metodología para la medición del impacto de los centros de excelencia. Centro Redes, 37, 4-8.*
- *Arnheim, R. (1960). Art and visual perception. Stockholms Universitet, Institutionen för Konstvetenskap.*
- *Bautista, A. (2021). STEAM education: contributing evidence of validity and effectiveness (Educación STEAM: aportando pruebas de validez y efectividad). Journal for the Study of Education and Development, 1-14.*
- *Bruner, J. S. (1957). On perceptual readiness. Psychological review, 64(2), 123.*
- *Buitrago, A. S. H., & Pineda, L. M. H. (2012). Ecosistemas escolares para el desarrollo del pensamiento creativo en los niños. Praxis & saber, 3(6), 141-164.*
- *Caeriro, M., & Muñiz de la Arena, A. M. (2019). La cognición expresiva como experiencia de relación del arte y la ciencia en la educación preuniversitaria. Artnodes, (24), 142-154.*
- *Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. Revista Universidad y Sociedad, 8(1), 21-28.*
- *Carmona, J. A., Arias, J., & Villa, J. A. (2019). Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM.*
- *Castro, W. K. (2020). Propuesta para la evaluación de estudiantes formados bajo la metodología STEAM.*
- *Craft, A. The limits to creativity in education: Dilemmas for the educator.*
- *Daza-Caicedo, S., Moreno, P., Falla, S., Maldonado, O., Tafur-Sequera, M., Arboleda-Castrillon, T., & Papagayo, D. (2017). Hacia la medición del impacto de las prácticas de apropiación social de la ciencia y la tecnología: propuesta de una batería de indicadores. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, 24, 145–164.https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702017000100004*
- *Diamond, A. D. E. L. E. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical.*
- *De Bono, E. (2004). El pensamiento creativo. El poder del pensamiento lateral en la creación de nuevas ideas. México: Paidós.*
- *De Puig, I., & Sátiro, A. (2009). Jugar a pensar. Barcelona: Octaedro.*
- *Domínguez, P. M., Oliveros, M. A., Coronado, M. A., & Valdez, B. (2019). Engineering challenges: a STEM+ A educational approach in the 4.0 industrial revolution. Innovación educativa*
- *Efland, A. (2002). Art and cognition: Integrating the visual arts in the curriculum. Teachers College Press.*
- *Fernández-Blanco, T., González-Roel, V., & Ares, A. Á. (2020). Estudio exploratorio de las steam desde las matemáticas Exploratory study of steam from mathematics. Saber & Educar, (28).*
- *Fernández-Carreira, C. (2013) Principales dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas. Pautas para maestros de Educación Primaria. Universidad de La Rioja: España.*



REFERENCIAS

- *Franco-Avellaneda, M. (2018). Políticas educativas de TIC en Colombia: entre la inclusión digital y formas de resistencia-transformación social. Pedagogía y Saberes, (48), 9–25.*
- *Gardner, H. (1982). Art, mind, and brain: A cognitive approach to creativity. New York: Basic Books. Geary, D. C. (2017). La discalculia en edad temprana. EE. UU.: University of Missouri. Obtenido de http://www.enciclopedia-infantes. com/sites/default/files/textes-experts/es/2668/ladiscalculia-en-edad-temprana.pdf.*
- *Godino, J., Neto, T., Wilhelmi, M., Aké, L., Etchegaray, S., & Lasa, A. (2015). Niveles de algebrización de las prácticas matemáticas escolares. Articulación de las perspectivas ontosemiótica y antropológica. Avances de Investigación en Educación Matemática*
- *Goodman, N. (1976). Languages of art: An approach to a theory of symbols. Hackett publishing.*
- *Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. The STEAM journal*
- *Kim, K. H. (2011). The creativity crisis: The decrease in creative thinking scores on the Torrance Tests of Creative Thinking. Creativity research journal, 23(4), 285-295.*
- *Lowenfeld, V. (1957). Creative and mental growth.*
- *Lozano, M. (2005). Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología. Panorámica desde los países del Convenio Andrés Bello. Retrieved from https://books.google.com.co/books/about/Programas_y_experiencias_en_popularizaci.html?id=HT7-feSPBrEC&redir_esc=y*
- *Lozano, M., Mendoza, M., Rocha, F., & Welter, Z. (2016). La Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (ASCTI): políticas y prácticas en Chile, Colombia, Ecuador y Perú. Trilogía, (November), 25–40. https://doi.org/10.22430/21457778.406*
- *López Pinzón, L. K., & Pineda Paredes, J. O. (2022). Desarrollo de habilidades de pensamiento computacional por medio de actividades conectadas y desconectadas en estudiantes de grados sexto y séptimo.*
- *López, A. M. L., & Tamayo, Ó. E. T. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 8(1), 145-166.*
- *Mena-Camacho, E. (2010). Autoevaluación y creatividad. Varona, (50), 37-44.*
- *Miller, J. H., & Page, S. E. (2007). Complex Adaptive Systems: An Introduction to Com- putational Models of Social Life. Princeton University Press.*
- *Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2017). Proyectos oferta MINCIENCIAS: PROGRAMA ONDAS. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/edalycias ón/04-proyecto-oferta-colciencias-ondas_0.pdf*
- *Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (2021). Colombia tiene un déficit de programadores*
- *Murcia, F. (2022). El programa Ondas Minciencias como estrategia para fortalecer capacidades y habilidades investigativas en niños, niñas y jóvenes. Revista paca, (12).*
- *Navarro, I. M. y García-Villamizar, D. A. (2014). Impacto de la sintomatología interiorizada y las disfunciones ejecutivas sobre el rendimiento académico en educación primaria. Revista de Psicopatología y Psicología Clínica, 19, 117-127.*
- *Núñez, J. (2017). Evaluación de impacto del programa Ondas de Colciencias.*

REFERENCIAS

- *Papalia, D. E. (2009). Psicología del desarrollo: de la infancia a la adolescencia.*
- *Parsons, M. J. (1987). How we understand art: A cognitive developmental account of aesthetic experience. Cambridge University Press.*
- *Piaget, J. (2013). Origin of Intelligence in the Child: Selected Works vol 3. Routledge.*
- *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1958). El Correo de la Unesco.*
- *Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Meneses-Villagrá, J. Á. (2021). Effects of an integrated STEAM approach on the development of competence in primary education students (Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria). Journal for the Study of Education and Development, 1-33.*
- *Pabón, R. (2018). Apropiación social del conocimiento: una aproximación teórica y perspectivas para Colombia. Educación y Humanismo, 20(34), 116-139.*
- *Papastergiou, M. (2008) Are computer science and information technology still masculine fields? Highschool student's perceptions and career choices. Computers & Education*
- *Paterson, B. & Thorne, S. (2001). Meta-study of Qualitative Health Research. A Practical Guide to Meta-Analysis and Meta-Synthesis. 11-13. California, EE. UU.: Sage publications*
- *Quispe, M. A. (2018). Gestión de un programa experimental basado en el pensamiento lateral para desarrollar el pensamiento creativo en los alumnos del primer año de Educación Secundaria de la IE Nº 2066 Almirante Miguel Grau-Ancón.*
- *Quevedo-Pinzón, E., & Franco-Avellaneda, M. (2022). Creencias de docentes de preescolar sobre ciencia y tecnología: desafíos para la apropiación social del conocimiento en la infancia. Revista Colombiana de Educación, (84).*
- *Resnick, M. y Rosenbaum, E. (2013). Diseñando para la capacidad de retoque. En Design, make, play (págs. 181-199). Routledge*
- *Russell, B. (2001). Divorcio entre la ciencia y la cultura. El Correo de la UNESCO, (12), 33.*
- *Rojas, L., Rojas, S., & Vargas, E. (2017). Diseño de un entorno B-learnig para la educación en tecnología con enfoque STEAM. Bogotá.*
- *Santos Trigo, L. M. (1996). Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas. México DF: Iberoamérica, 1996.*
- *Torres, L. (2017). La complejidad humana. Bogotá, Colombia.*
- *Vaca, B. R., & Armas, V. H. (2020). Amor u odio a la matemática: Reflexión desde la práctica pedagógica. Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0, 24(2), 338-352.*
- *Vygotsky, L. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores.*
- *White, S. H. (1989). Forward in The construction zone: Working for cognitive change in school, by Denis Newman, Peg Griffin, and Michael Cole.*
- *Zamorano, T., García, Y., & Reyes, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*
- *Zubiaga, A., & Cilleruelo, L. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. Jornadas de Psicodidáctica.*