

Estrategias para el fomento de la CTI en la educación básica, secundaria y media. Una revisión sistemática de la literatura

Jesús David Ospino Maestre

Administrador Industrial de la Universidad de Cartagena, jospinom1@unicartagena.edu.co

Francisco Javier Maza Ávila

Doctor en Ciencias Sociales y Jurídicas, Universidad de Cádiz, España. Docente investigador adscrito al programa de Administración Industrial de la Facultad de Ciencias Económicas y al Instituto Internacional de Estudios del Caribe, Universidad de Cartagena, Colombia. Coordinador de la Maestría en Desarrollo Territorial y Gestión Pública de la Universidad de Cartagena. Director del Grupo de Investigación en Estudios para el Desarrollo Regional - GIDER, fmazaa@unicartagena.edu.co

Recibido: 10/06/2022 - **Aceptado:** 24/06/2022 - **Publicado:** 15/09/2022

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática acerca de las estrategias para el fomento de la Ciencia, Tecnología y la Innovación (CTI) en la educación básica, secundaria y media, para así poder determinar su valor e impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Para ello, se han revisado las bases de datos electrónicas ScienceDirect, Scopus y EBSCOHost, siguiendo los estándares PRISMA, considerando los artículos publicados en periodo 2000-2021. Los resultados muestran la implementación de distintas estrategias basadas en CTI a nivel escolar que no solo han supuesto un desarrollo tecnológico, sino también un alto impacto e innovación en el mencionado nivel educativo, traducándose en una mejora de habilidades cognitivas en niños, niñas y adolescentes. Se concluye que las actividades o estrategias dinámicas desarrolladas en la escuela, basadas en la CTI, aportan beneficios en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes; además, propician ambientes de innovación y creatividad, así como el desarrollo de habilidades en inteligencia emocional, como el liderazgo y el trabajo en equipo.

Palabras clave: ciencia; tecnología; innovación; educación escolar; educación en ciencias.

ABSTRACT

This article exhibit a systematic review about the status from the art of the strategies to the advancement of Science, Technology, and Innovation (STI) in basic education, secondary school, and high school. The objective proposed is to determine those current approaches that encourage such advancement to be able to establish what is the value and impact that generates in the student's learning. For this purpose, the electronic databases ScienceDirect,

Scopus and EBSCOHost have been reviewed, following PRISMA standards, considering articles published in the period 2000-2021. The results show the implementation of different strategies based on STI at the school level that have not only led to technological development, but also to a high impact and innovation at this educational level, resulting in an improvement of cognitive skills in children and adolescents. It is concluded with this article that the activities and the dynamic strategies developed in school based on STI, contribute benefits in the teaching and learning processes of students, and promote innovation environments and creativity, as well as the development of emotional intelligence skills, such as leadership and teamwork.

Keywords: science; technology; innovation; school education; science education.

1. INTRODUCCIÓN

Reflexionar sobre el papel que juegan las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) permite comprender las oportunidades que éstas otorgan a la hora de aportar a la resiliencia social para enfrentar desafíos locales y mundiales, por ejemplo, la pandemia por Covid-19 (Álvarez, Natera & Suarez, 2020). El pensar socialmente en CTI implica expresarse mediante ella, compartir y recibir información; ésta logra asombrar de forma positiva o negativa con sus avances, que suelen tensionar preceptos y modificar costumbres; la ciencia no será siempre equivalente a verdad absoluta, progreso y confianza, porque los avances tienen matices que exponen a oportunidades y riesgos (Rodríguez & Padilla, 2019). Además, el contar con políticas públicas sólidas de CTI, permite establecer una columna indispensable en la conformación de sistemas de innovación (Lemus, 2020).

En la sociedad moderna, es de suma importancia y prioridad la definición de espacios institucionales para la producción y reproducción de conocimiento. Dicha producción no se construye de espaldas a la sociedad; ésta se elabora dentro de ella, de acuerdo con sus particulares sistemas, intereses y códigos. A su vez, la innovación es comprendida como la incorporación social y oportuna del conocimiento para dar solución a problemas o el propiciar el instaurar nuevas relaciones, que esto último es la interacción entre nuevos artefactos tecnológicos, grupos sociales e individuos (Colciencias, 2010). Por tanto, la innovación deberá no sólo utilizarse para el crecimiento económico, sino también para mejorar la calidad de vida de la población (Iizuka, Mawoko & Gault, 2015; Ibarra-Morales et al. 2020).

Sumado a lo anterior, es oportuno mencionar lo idóneo y pertinente que será lograr que los colegios integren componentes de investigación y desarrollo (I+D) o de CTI; sin embargo, dicha integración se obtendrá sólo cuando existan ambientes gubernamentales que propicien y materialicen inversión en dichos campos, allí radica el reto para los países en vías de desarrollo, dada la insuficiencia de estrategias bien definidas sobre ciencia, tecnología e innovación (Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004) para su implementación en el aula de clase, lo que sigue propiciando la ampliación de la brecha de desigualdad.

En tiempos donde la tecnología está presente en todos los aspectos de la vida diaria de niños, jóvenes y adultos, para hacer frente y estar a la altura del desafío que representa adaptar los avances tecnológicos a los quehaceres de la docencia, nunca deberá ignorarse el papel

omnipresente que en estos momentos cumple la tecnología, de allí que lo indicado sea adaptar la docencia a ella y usarla como herramienta que optimice el desarrollo y aprendizaje de los estudiantes (Minciencias, 2018).

Los nuevos avances tecnológicos, innovaciones e inversiones en generación de conocimiento han traído consigo altos niveles de productividad, eficiencia y competitividad, que son factores clave en el crecimiento y desarrollo económico y que generan riqueza y bienestar en la sociedad (Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004). Por ello, los indicadores de ciencia y tecnología son considerados un reflejo del desarrollo de un país en el marco de la ciencia-tecnología-sociedad. De hecho, aquellos países que figuran con altos valores en sus indicadores económicos y sociales, suelen contar con altas inversiones en ciencia y tecnología, lo anterior les permite ostentar mejores capacidades y recursos humanos formados y en formación (Abad & Fernández, 2016).

La relevancia de la formación y preparación de recursos humanos con alto nivel de preparación en ciencia y tecnología resulta igual de valiosa para los países más desarrollados como para aquellos en vías de desarrollo. Es, entonces, el recurso humano, la piedra angular para la sostenibilidad de la aplicación, generación, difusión y producción respecto al conocimiento científico y tecnológico de países que aspiren mejorar su desarrollo económico y social (Abad & Fernández, 2016). Por lo anterior, será necesario que las universidades dejen de ser los únicos espacios donde se desarrollen labores de formación de conocimiento avanzado, la ciencia, las humanidades, e incluso, las artes (Iriarte, 2015). Será por ello importante crear en las escuelas -desde los primeros niveles- un ambiente reflexivo donde se proyecte a futuro la oportuna integración del componente investigativo a las didácticas, quehaceres en cuanto a la pedagogía y una malla curricular acorde a las exigencias en cuanto a transversalidad desde dicho componente investigativo, para así propiciar en el estudiante la innovación, creatividad, indagación, en últimas todo aquello que potencie su capacidad de crear (Oquendo, 2019).

Es característica común de muchos países o regiones rezagadas -o en desarrollo- su relacionamiento con presupuestos cada vez menores que puede provocar una asignación insuficiente de recursos dedicados a I+D (Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004). Por otro lado, en la actualidad, para un grupo de países en el mundo la CTI se han convertido en un factor determinante para generar nuevas concepciones respecto la producción de una nación, es decir, el crear nuevas formas de producir y así aportar directamente al PIB (Liik, Masso & Ukrainski, 2014). Compte & Sánchez del Campo (2019) aseguran que se deberá contar en el proceso de enseñanza con entornos que propicien “prácticas de investigación e intervención, que incluyan metodologías de aprendizaje, con la finalidad de promover el uso de diversas tecnologías de la información y la comunicación, así como metodologías en red, tutorías in situ o en entornos virtuales”.

Ante entornos llenos de oportunidades, pero a su vez también con notables incertidumbres, nace la necesidad de realizar estudios sintetizadores de referencias que sirvan de base para realizar un balance entre los resultados de investigaciones previas sobre estrategias para el fomento de la CTI en escuelas. Las revisiones sistemáticas de literatura son muy recomendadas para este tipo de tareas, debido a su rigurosidad y a su probada eficiencia (Moher et al., 2009).

Con los resultados de esta investigación se logrará conocer cuáles son las herramientas que a nivel global se han utilizado con miras al fomento de la CTI en instituciones que imparten educación básica, secundaria y media, además de identificar los beneficios que trae en los individuos y en sus entornos dicho fomento de la CTI. De allí que este artículo busque responder al siguiente interrogante ¿qué estrategias utilizan las instituciones de educación básica y media para el indicado fomento de la ciencia, tecnología e innovación en sus actividades pedagógicas?

2. MARCO TEÓRICO Y/O ANTECEDENTES

Según Lince (2019) la Ciencia, la Tecnología y la Innovación son socialmente construidas por los individuos con el objeto de modificar o adecuar sus efectos sociales: la sociedad crea ciencia y genera conocimiento, construye tecnología y esta transforma la sociedad; cuando ese conocimiento y esa tecnología son innovadores, es posible que se modifiquen situaciones indeseadas y se promueven soluciones necesarias para construir nuevos contextos o reconstruir los ya existentes; en últimas, promueve el desarrollo.

Teóricos del constructivismo como David Ausubel y Jean Piaget, plantean que el aprendizaje del ser humano o individuo, se debe basar en función a la etapa de desarrollo en que este se encuentra, y dicho individuo siempre tendrá un rol activo en todas las etapas de su desarrollo (Carretero, 2009). Debido a que la apropiación de los aprendizajes no se logra mediante una recepción pasiva, debido a que ésta siempre exige un ejercicio interpretativo y su progreso o avance depende, entre otras, de las prácticas reflexivas del individuo (Colciencias, 2010). Se asume una relación positiva entre el uso de la tecnología y los enfoques de enseñanza constructivistas, ya que la tecnología podría ser más adecuada para apoyar estas actividades de enseñanza y aprendizaje en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales (Admiraal et al., 2017). El teórico constructivista David Ausubel, define el término “aprendizaje significativo” como aquel que se fundamenta o se vale de la asimilación y la acomodación, la primera significa que el individuo da sentido a los datos percibidos a partir de conocimientos previos; la segunda busca que cada uno de los nuevos conocimientos que adquiera el individuo se introduzcan y reestructuren el esquema mental que éste tiene, no que se convierta en una simple acumulación sino que con cada nuevo conocimiento el individuo debe ser capaz de adicionarlo, de tal manera que haga parte de su red de esquemas mentales (Carretero, 2009).

La Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación -ASCTyI-, se define como un proceso de comprensión e intervención de las relaciones entre tecno-ciencia y sociedad, construido a partir de la participación activa de todos aquellos grupos y actores sociales que generan conocimiento (Colciencias, 2010). La apropiación social del conocimiento es aquello en lo que se fundamenta cualquier forma o estrategia de innovación, por la naturaleza misma del conocimiento, se considera de construcción compleja, que involucra la participación de distintos grupos sociales. Por ello, la producción de conocimiento no es una construcción ajena a la sociedad: se desarrolla dentro de ella, a partir de sus intereses, códigos y sistemas. Por eso la apropiación fuerte del conocimiento es el fundamento de cualquier forma de innovación efectiva y democrática (De Greiff & Maldonado, 2011).

Otro de los teóricos constructivistas, Lev Semiónovich Vygotski, concibe al hombre como una construcción más social que biológica. Vygotski describe a la interacción social como el motor del desarrollo y aprendizaje del estudiante, es decir, como sujeto activo el estudiante construye su propio aprendizaje a partir del estímulo del “medio social” y éste, a su vez, es mediado por un agente -docente-, para lograr estar a la altura su nuevo rol en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la escuela en general. Será un mediador y organizador en el acercamiento del alumno con el nuevo conocimiento (Díaz & Hernández, 2002). El docente también deberá incentivar el ejercicio práctico deliberativo sobre cuestiones públicas, dada su capacidad de educar mejores ciudadanos; a mayor práctica de la deliberación superior, será su capacidad para realizar juicios agudos y hacer inteligentes indagaciones; y, por último, pero no menos importante, este ejercicio da poderes a los ciudadanos para ser partícipes en los debates políticos que les incumben y así dar aportes como sujetos informados (Cuevas, 2008). Si el individuo tiene un menor conocimiento, aumentan aspectos como la duda, ambigüedad y la inseguridad; en cambio, la profundidad del conocimiento aumenta la maduración de la capacidad reflexiva, la predisposición a la argumentación y la posición de actitudes críticas (Urteaga, 2014).

3. METODOLOGÍA O DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Este artículo es producto de una revisión sistemática de la literatura sobre las estrategias para el fomento de la CTI en instituciones de educación primaria, secundaria y media, ciñéndose a los lineamientos de la declaración PRISMA, destacando las actividades principales de categorización, filtración y análisis de los recursos bibliográficos. De acuerdo con esta declaración, se propone un marco metodológico para la identificación y selección de artículos, basado en cuatro pasos: Identificación, clasificación o cribado, idoneidad e inclusión (Moher et al., 2009).

La fuente de datos se derivó de la búsqueda sistemática de estudios publicados en el idioma inglés y español en la base de datos ScienceDirect, Scopus y EBSCO Host, publicados entre los años 2000 y 2021. Para el análisis de la información se utilizaron tablas comparativas y descriptivas que permitieron analizar los atributos y hallazgos asociados a los temas analizados.

3.1. Estrategia de búsqueda

Como protocolo para la búsqueda de los artículos que se fueron incluidos dentro de la revisión sistemática de la literatura, se tomó como fuente de información las bases de datos ScienceDirect, Scopus y EBSCOHost. Para la localización de los documentos se estableció una ecuación de búsqueda conformada por las palabras clave: ciencia, tecnología, innovación, instituciones educativas, educación en ciencias. Las ecuaciones de búsqueda empleadas en idioma inglés fueron, versión 1: (strategies) AND (science AND technology AND innovation) AND (“science education” AND school) AND (elementary OR secondary OR "high school") versión 2: Versión 2: (strategies) AND (science AND technology AND innovation) AND (school) AND (elementary OR secondary OR "high school"). En español se utilizó: (estrategias) AND (ciencia AND tecnología AND innovación) AND (escuela) AND (primaria OR secundaria).

3.2. Criterios de inclusión

Para definir los criterios de inclusión y exclusión, siguiendo los estándares PRISMA, se aplicó la estrategia PICO's (población, fenómeno de interés, contexto y diseño del estudio) para definir los criterios de elegibilidad (Tabla 1).

- **Participantes:** Se incluyeron artículos que involucran como población, instituciones educativas de educación básica y media. Se excluyeron, por tanto, todos aquellos artículos que son literatura gris, ponencias de congresos y libros.
- **Fenómeno de interés:** Sólo se consideraron los artículos científicos que abarcan las estrategias CTI implementadas en la educación básica y media.
- **Contexto:** Se incluyeron artículos científicos independientemente del país o región en el que haya sido realizado, importando desde la disciplina científica en la cual se hayan llevado a cabo: Ciencias Sociales.
- **Diseño:** Las publicaciones de interés fueron trabajos investigativos en su mayoría de tipo práctico cuantitativo, revisados por pares e indexados en las principales bases de datos; éstos debían estar escritos en inglés o español y realizados en el periodo 2000-2021. De la misma forma, se excluyeron estudios teóricos y/o revisiones de literatura.

3.3. Criterios de análisis

Los criterios de análisis planteados para desarrollar los resultados dispuestos en el presente artículo se encuentran contemplados en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de análisis

Etiqueta	Descripción
Año de publicación	Año de publicación del artículo o paper en una revista.
Área académica	Área del conocimiento en la que se fundamenta la naturaleza de la estrategia de fomento de la CTI.
Nivel de la institución educativa	Nivel de la educación impartida en la institución educativa objeto de la aplicación del estudio.
Impacto generado	Impacto documentado de los efectos las estrategias para el fomento de la CTI en las instituciones educativas.
Implicaciones para las instituciones educativas	Hallazgos, aprendizajes, recomendaciones y principales conclusiones indicadas por los autores de los artículos o papers seleccionados.

Fuente: elaboración propia.

3.4. Proceso de selección de artículos

A partir de las etapas de identificación y selección de los artículos, se aplicó un algoritmo que dio como resultado los artículos utilizados en esta revisión de la literatura (gráfico 1). La ecuación de búsqueda arrojó 19.166 documentos que luego, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se convirtieron en 65 artículos, y estos últimos fueron depurados hasta llegar los 16 artículos idóneos incluidos en la revisión sistemática de la literatura.

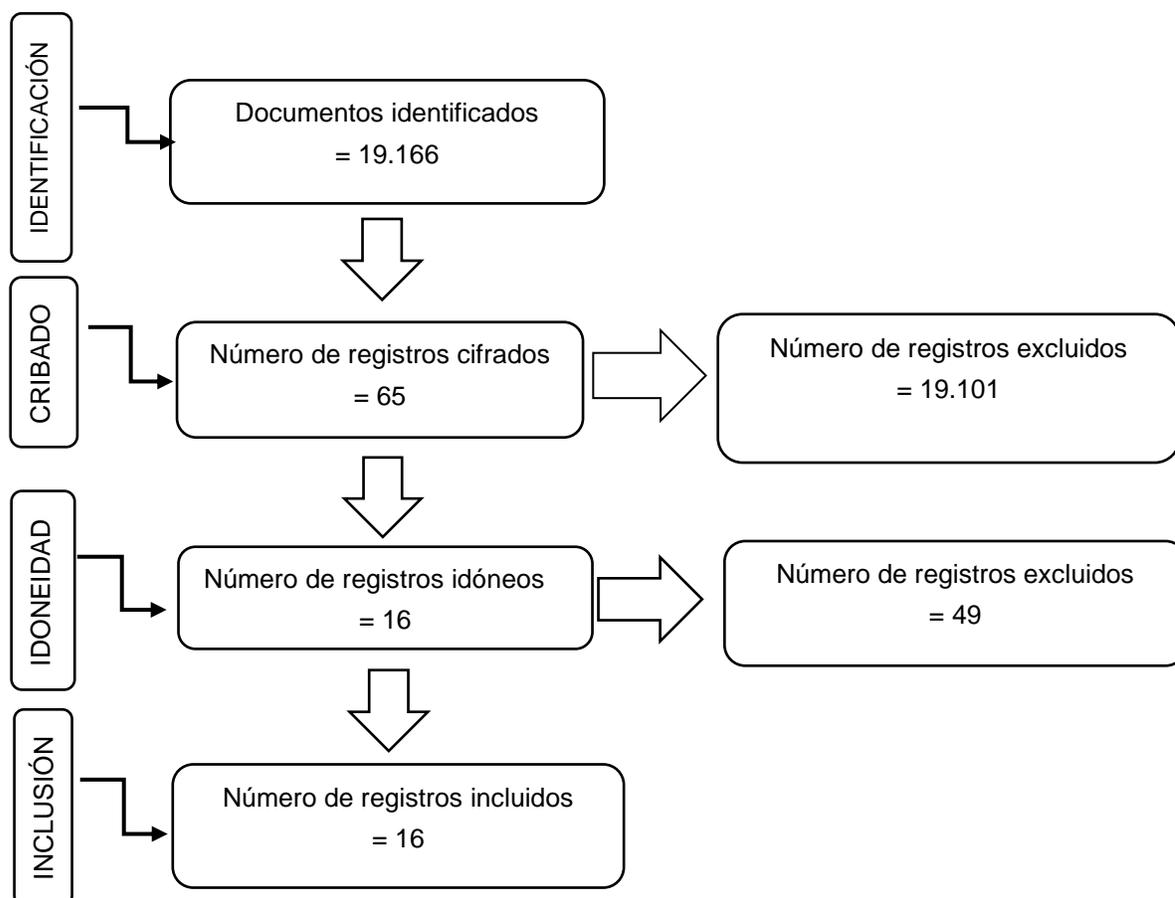


Gráfico 1. Diagrama de flujo del proceso de revisión. Fuente: elaboración propia

4. ANÁLISIS RESULTADOS DE RESULTADOS O HALLAZGOS

a. Descripción general de los artículos seleccionados

Luego de haber llevado a cabo una búsqueda, se preseleccionaron 65 artículos que contaban con la información necesaria para ser utilizados en el proceso de revisión de literatura. De éstos, 25 fueron obtenidos en la base de datos EBSCO host, 30 en ScienceDirect y 10 en Scopus. Posteriormente, los artículos preseleccionados fueron analizados con mayor profundidad y solo 16 fueron considerados idóneos para abordar la temática sobre estrategias para el fomento de la CTI en la educación básica, secundaria y media. Del total de artículos seleccionados (16), 10 se obtuvieron en la base de datos ScienceDirect, 2 en Scopus y 4 en

EBSCOHost. Teniendo en cuenta las palabras clave, 7 de los artículos corresponden a Tecnología, el 6 a Educación en ciencias, 2 a Innovación y 1 a Ciencia (tabla 2).

Tabla 2. Proporción de artículos por combinación de palabras clave

Palabras clave	Número de artículos acorde a cada palabra clave
Tecnología	7
Educación en ciencias	6
Innovación	2
Ciencia	1
Total de artículos	16

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a las fechas de publicación, se puede observar que el año con mayor proporción de artículos fue el 2021 con un total de 3, luego los años 2004 y 2013 con 2, seguido de una proporción igualitaria en los demás años (gráfico 2).

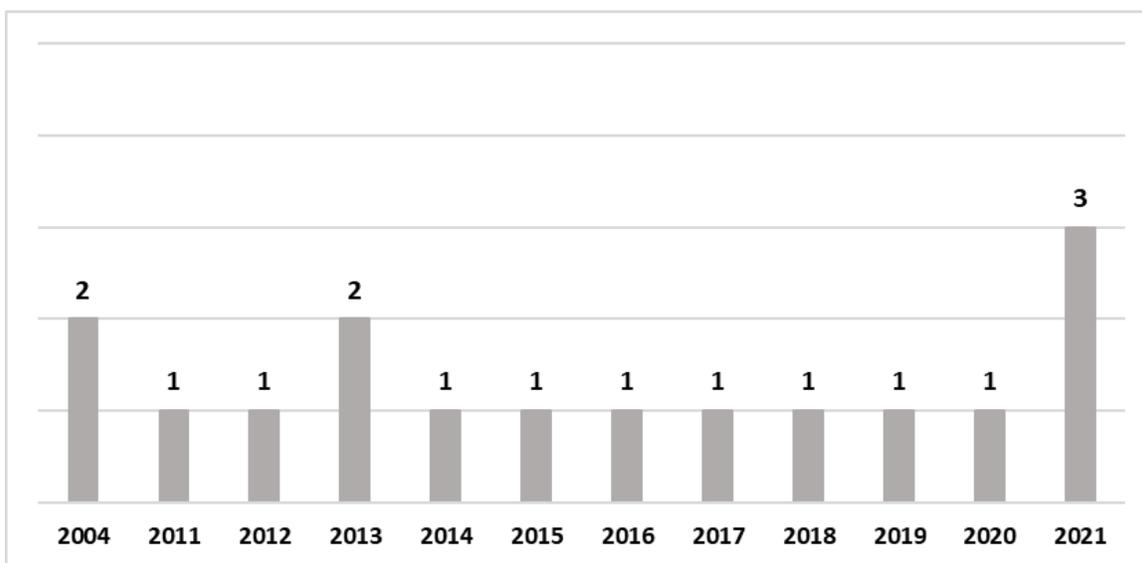


Gráfico 2. Número de artículos por años de publicación. Fuente: elaboración propia.

El Ministerio de Educación colombiano define los tres niveles de educación formal: preescolar, educación básica primaria y básica secundaria, y educación media. La educación formal se organiza en tres niveles: a) El preescolar, que comprenderá mínimo un grado obligatorio; b) La educación básica, con una duración de nueve grados que se desarrollará en dos ciclos: La educación básica primaria de cinco grados y la educación básica secundaria de cuatro grados y c) La educación media con una duración de dos grados. La siguiente tabla muestra la distribución de los artículos según el área de conocimiento y nivel de la institución educativa tomada como base de investigación.

Tabla 3. Caracterización de los artículos por área académica y nivel de la institución educativa

Estudio	Área del conocimiento	Nivel de la institución educativa
Mendoza-Lozano, Quintero-Peña y García-Rodríguez (2021)	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)	Media
Le, Tran, T. y Tran, N. (2021)	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM)	Media
Black et al. (2021)	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM)	Media
Eltanahy, Forawi y Mansour (2020)	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM)	Media
Sáez-López, Sevillano-García y Pascual-Sevillano (2019)	Entornos de aprendizaje e innovación	Primaria
Núñez (2017)	Investigación	Básica y media
Eguchi (2016)	Robótica	Media
Repenning et al. (2015)	Computación	Media
Roberts (2014)	Ciencia	Primaria
Uzcátegui y Betancourt (2013)	Ciencia	Básica y media
Villalobos, Gómez y González (2013)	TIC y comprensión lectora	Preescolar y primaria
Hatzell, K. et al. (2012)	Entornos de aprendizaje e innovación	Media
Mathers, Pakakis y Christie (2011)	Entornos de aprendizaje e innovación	Primaria
Matson, DeLoach y Pauly (2004)	Robótica	Básica y media
Toolin (2004)	Ciencias	Básica y media

Fuente: elaboración propia.

b. Impacto documentado de los efectos las estrategias para el fomento de la CTI en las instituciones educativas

La naturaleza cambiante de las sociedades, el mundo globalizado, la característica de constante evolución y reinención de la condición humana, ha traído consigo una transformación en la forma de implementar estrategias para el fomento de la CTI en los contenidos académicos de las escuelas. Lo anterior es producto de procesos de innovación y

avances tecnológicos en las competencias que satisfacen esas necesidades. Sin embargo, y según Villalobos et al. (2013), la innovación en los procesos educativos son el medio a través del cual se deben promover el desarrollo de esas nuevas competencias, puesto que, redescubrir el papel de la educación es pilar fundamental en la evolución y progreso de la humanidad. De esta manera, se han implementado distintas estrategias basadas en CTI a nivel escolar que no solo han supuesto un desarrollo tecnológico sino también, un alto impacto e innovación en el mencionado nivel educativo, traduciéndose en una mejora de habilidades cognitivas en niños, niñas y adolescente. En la tabla 4 se muestran las evidencias de las estrategias seleccionadas, los impactos que éstas generaron respecto al fomento de la CTI y sus implicaciones

Tabla 4. Caracterización de los artículos por impacto generado e implicaciones

Estudio	Breve descripción de la estrategia, estudio o investigación	Impacto o efecto de la estrategia para el fomento de la CTI	Implicaciones de la estrategia de fomento de la CTI en las instituciones educativas
Mendoza-Lozano et al. (2021)	Este estudio aborda la inequidad social en torno al acceso que tienen los estudiantes de secundaria según su ubicación geográfica a escenarios digitales que les permitan aumentar su capital intelectual. Este se realizó mediante un modelo probabilístico y el cálculo de índices de concentración georreferenciados, entre el periodo 2009-2018.	Los hogares pequeños -con cuatro personas o menos- se asocian positivamente con el acceso a las TIC. La educación de los padres tiene una asociación positiva con el acceso a las TIC en el hogar para los padres con educación superior en relación con los que no la poseen.	En el periodo analizado, solo el 21 % de los estudiantes del estrato uno tenía acceso a internet en sus hogares; el estrato dos, el 50 %, y el tres, el 70 %. En los demás, el acceso es superior al 80 %.
Le et al. (2021)	En este estudio se realizaron entrevistas semi-estructuradas a profesores de diferentes escuelas de secundaria en Vietnam, para medir de manera cualitativa, los retos a los que se enfrenta la educación en STEM, en escuelas secundarias.	Los hallazgos mostraron varias limitaciones a los intentos de los docentes de implementar áreas STEM en su plan de estudios, incluido el conocimiento limitado de los docentes y los métodos innovadores para enseñar STEM, las limitaciones prácticas como la falta de tiempo, espacio, materiales y recursos técnicos.	Los resultados mostraron varias limitaciones a los intentos de los profesores en la aplicación de los módulos de STEM en su plan de estudios existente, incluyendo el conocimiento limitado de los profesores y los métodos innovadores en la enseñanza de STEM, las limitaciones prácticas como la falta de tiempo, espacio, material y recursos técnicos.
Black et al. (2021)	Este estudio examina si los cursos de matemáticas y ciencias de la escuela secundaria (a los que nos referimos como formación STEM) fomenta la adaptabilidad de las personas a las crecientes necesidades de competencias STEM a largo plazo.	Se encontró que aquellas personas que tomaron niveles más avanzados de cursos de matemáticas en la escuela secundaria obtuvieron ocupaciones con un rango de percentil más alto en la distribución salarial promedio y tenían más probabilidades de tener ocupaciones relacionadas con STEM. Los hallazgos sugieren que los cursos de matemáticas permitieron a los trabajadores adaptarse a las demandas cambiantes del mercado laboral.	Este estudio es el primero a nivel nacional en los EE.UU. que relaciona la formación en STEM durante la adolescencia con las ocupaciones de edades adultas. Los resultados ponen de relieve cómo el currículo escolar proporciona a los individuos recursos para adaptarse a las demandas cambiantes de la mano de obra.
Eltanahy et al. (2020)	En el presente artículo se presenta una estrategia que busca incorporar prácticas empresariales a los modelos de estudio de STEM en estudiantes de escuela secundaria de los Emiratos Árabes Unidos. A esta estrategia le dieron por nombre el modelo E-STEM	Los resultados revelaron que el aprendizaje experiencial a través de prácticas basadas en competencias es el mejor enfoque para adoptar el modelo interdisciplinario E-STEM con estudiantes de secundaria.	El presente estudio contribuyó una iniciativa que pretende captar las actuales prácticas de enseñanza interdisciplinaria para motivar a los estudiantes a pensar de forma empresarial mediante la integración de prácticas de creación de valor que promueven las competencias de los estudiantes para actuar empresarialmente.

Estudio	Breve descripción de la estrategia, estudio o investigación	Impacto o efecto de la estrategia para el fomento de la CTI	Implicaciones de la estrategia de fomento de la CTI en las instituciones educativas
Sáez-López et al. (2019)	En este estudio, se buscaba analizar el impacto que tiene sobre el aprendizaje la integración educativa de los enfoques de juego ubicuo con realidad aumentada (RA) como una estrategia de aprendizaje.	Se demostró que el uso de tecnología educativa basada en realidad aumentada en espacios de educación escolar, aporta beneficios que potencian el aprendizaje, la capacidad de razonamiento, inteligencia emocional, innovación y motivación hacia el aprendizaje en educación primaria.	Los planteamientos con aprendizaje ubicuo, RA y búsqueda de información aportan mayor diversión y posibilidades colaborativas a los estudiantes. Las actividades lúdicas y dinámicas que utilizan localización y RA brindan beneficios pedagógicos y son una oportunidad de éxito que permite la innovación educativa.
Harangus y Kátai (2018)	Este estudio tiene como objetivo conocer en qué medida los estudiantes de escuela interiorizan áreas de formación específicas como el pensamiento algorítmico y de qué forma influye este en la comprensión de textos y la capacidad de resolución de problemas en los estudiantes.	Desarrollo de habilidades de alto nivel en la comprensión lectora fueron identificadas como el dominio en habilidades de integración e interpretación, reflexión y evaluación.	Uno de los resultados más importantes es que las operaciones de pensamiento algorítmico avanzado presuponen una capacidad de comprensión lectora de alto nivel: posesión de integración e interpretación, así como habilidades de reflexión y evaluación.
Núñez (2017)	En este programa se financian proyectos de investigación en las escuelas y se les brinda asesoramiento a docentes y grupos de investigación, creándose de esa forma habilidades en los menores y en sus entornos, permitiendo un fortalecimiento en la investigación y la apropiación de la CTI.	Los estudiantes Ondas obtienen mejores resultados en las pruebas Saber 11, Además, acceden en mayor proporción a la Educación Superior. El impacto estimado en la tasa de acceso a la educación superior fue de cinco puntos porcentuales. La mayoría de los estudiantes Ondas escoge programas académicos en el área de ingeniería (39 %), ciencias sociales (20 %), ciencias económicas (20 %) y sólo 3 % selecciona carreras relacionadas con matemáticas y ciencias naturales.	Se esperaría que Ondas incidiera en la formación de más investigadores para el país, así como en la formación de capital humano avanzado, contribuyendo así con el fortalecimiento de las capacidades en CTI del país. Lamentablemente, todavía no es posible evaluar estos impactos.
Eguchi (2016)	En este artículo, recurren a un enfoque de competición mediante la creación de torneos de robótica educativa que promuevan las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) y el aprendizaje de habilidades.	El estudio identificó un caso del torneo de robótica RoboCupJunior (RCJ) y la efectividad de su práctica para mejorar el aprendizaje de contenidos STEM y habilidades para la innovación y la creatividad entre los estudiantes participantes.	RCJ tiene un valioso impacto en la educación de las próximas generaciones, haciendo avanzar la conciencia y las capacidades tecnológicas de los jóvenes.
Repenning et al. (2015)	En esta investigación se muestra la creación del plan de estudios Scalable Game Design (SGD) que propone una estrategia que incluye oportunidades para que los mismos estudiantes diseñen y programen juegos y simulaciones de (STEM).	Los resultados demuestran una rápida adopción de este plan de estudios por parte de docentes de múltiples disciplinas, alta motivación de los estudiantes, altos niveles de participación de las mujeres e interés independientemente del origen demográfico.	Su naturaleza escalable permite que los estudiantes que utilizan el plan de estudios de SGD comiencen desde la escuela primaria (alrededor de los 7 años). Este enfoque también permite a los estudiantes ir progresando paso a paso, hasta llegar hacia temas más avanzados.

Estudio	Breve descripción de la estrategia, estudio o investigación	Impacto o efecto de la estrategia para el fomento de la CTI	Implicaciones de la estrategia de fomento de la CTI en las instituciones educativas
Roberts (2014)	En este estudio, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nottingham, Reino Unido, ha desarrollado talleres prácticos interdisciplinarios para escuelas primarias que enseñan sobre la tecnología espacial, su relevancia para la vida cotidiana y la importancia de las áreas STEM.	Hay un impacto positivo en la percepción de los alumnos sobre los científicos e ingenieros, con un aumento significativo en el número de alumnos que expresan su deseo de convertirse en un científico o ingeniero en el futuro.	La conclusión que se desprende del programa ENGage es que es posible trasladar el trabajo realizado en las instituciones de educación superior, en particular las relacionadas con el sector espacial, a actividades con instituciones del nivel primario.
Uzcátegui y Betancourt (2013)	La metodología indagatoria busca incentivar el estudio de la ciencia en los estudiantes, a partir de problemas reales que se presentan con preguntas que los motivan a buscar información, experimentar, descubrir y analizar los resultados.	Logra generar habilidades en los estudiantes, como: desarrollo del lenguaje oral y escrito, de competencias científicas, planteamiento y ejecución de procedimientos, la capacidad de análisis y comprensión de la información, de resolución de problemas y lo estimula al desarrollo de una cultura científica.	El desarrollo de este enfoque depende del interés y la motivación de los docentes en su implementación, debido a que son ellos los que deben presentar una positiva actitud y abierta a los cambios en su praxis educativa, para así lograr cambiar la enseñanza de las ciencias, desde una visión estática a una activa que principalmente involucre al estudiante.
Villalobos et al. (2013)	Esta investigación, nos propone una estrategia de implementación de talleres de escritura creativa basada en tecnologías digitales, que permitiera mejorar los procesos de lecto-escritura en los estudiantes de escuela Uni-docentes.	En el estudio los estudiantes demostraron mejoras en las habilidades cognitivas como el reconocimiento de letras y la identificación de palabras.	Se propone realizar actividades distintas para cada grupo, o formar parejas en donde los alumnos de nivel más avanzado apadrinen a los demás; para así generar un proceso interesante en el que el niño menor aprende del otro mayor, mientras que éste, repasa y practica el trabajo que se está llevando a cabo.
Hatzell, K., et al. (2012)	Este documento tiene como objetivo mostrar el impacto de 5 estrategias desarrolladas por una empresa que nace de la oportunidad de innovar en los procesos de enseñanza de los niños en la educación escolar. Se identificaron dos estrategias de gran relevancia: 1. Un espacio de innovación y creatividad, y 2. La incorporación del conocimiento indígena en la malla curricular de la educación secundaria.	En el artículo, se expone el caso de estudio de la implementación de algunas de sus 5 estrategias en un periodo de 1 año, demostrando su efectividad con la construcción de dos empresas por parte de los participantes que se encontraban en el estudio y asegurando que esta red de actividades conducirá en última instancia al surgimiento de programas innovadores de educación científica y ecosistemas empresariales aliados.	El espacio de innovación puede utilizarse como centro de innovación en una comunidad local o como un centro de creación de prototipos de bajo coste para escuelas secundarias, centros de formación profesional y universidades de África oriental.
Mathers et al. (2011)	En este estudio, se propone una estrategia de aprendizaje basada en escenarios, mediante la incorporación de escenarios relacionados a las ciencias espaciales como misiones de control en el planeta Marte para estudiantes de primaria. A fin	Este entorno interactivo promueve habilidades de pensamiento de alto nivel, como resolución de problemas, trabajo en equipo, habilidades de comunicación y liderazgo. Del mismo modo motiva a direccionarse hacia el estudio de las áreas de STEM.	El uso del aprendizaje basado en escenarios involucra al alumno y crea un entorno que promueve el pensamiento de alto orden. El desarrollo de un programa que aborda las misiones espaciales dictado para alumnos de primaria comienza a desarrollar estas habilidades a una

Estudio	Breve descripción de la estrategia, estudio o investigación	Impacto o efecto de la estrategia para el fomento de la CTI	Implicaciones de la estrategia de fomento de la CTI en las instituciones educativas
	de promover habilidades del pensamiento y habilidades en inteligencia emocional		edad temprana y ayuda a desarrollar una actitud positiva hacia la ciencia.
Matson et al. (2004)	La estrategia que en este estudio se presenta, está relacionada con la creación de un programa denominado Robot Roadshow, que permitiera generar interés por áreas técnicas del conocimiento como las ciencias y las matemáticas. Este programa se enfocó en estudiantes de escuelas categorizadas como rurales o desatendidas.	En su primer año, el Robot Roadshow llegó a 1.215 niños de zonas rurales y desatendidas del estado de Kansas. La mayoría de las escuelas visitadas se encontraban a menos de dos horas en coche de Manhattan. Entre los 1.215 estudiantes había 243 de escuelas urbanas y 972 de escuelas rurales.	El programa tuvo gran adopción de modo que se llegó a extender hasta niveles de grado de formación básica y primaria. Durante su primer año, el programa fue muy popular entre estudiantes y profesores, con más de 1.200 niños participando en él.
Toolin (2004)	Este artículo tiene por objetivo, buscar apoyar el proceso de aprendizaje de los niños de escuela a partir de una base sólida de enseñanza en ciencias por parte del profesor, mediante estrategias de aprendizaje basadas en proyectos, donde haya gran apropiación tecnológica y cooperación por parte de los profesores para proponer proyectos multidisciplinarios.	La metodología innovadora propuesta por un grupo de profesores y aplicada a un grupo de profesores de prueba, mostró un apoyo y respaldo positivo por la mayoría de los profesores objeto de estudio. Por otro lado, se sigue estudiando sus implicaciones en el desarrollo profesional de las ciencias.	Los profesores con poca o ninguna formación académica parecen menos capaces de centrarse en prácticas innovadoras como el aprendizaje basado en proyectos y se preocupan más por la rutina diaria de la planificación de las clases, la gestión del aula y la preparación de los exámenes estandarizados.

Fuente: elaboración propia.

En países en vía de desarrollo, son muchas las empresas que surgen por la identificación de una oportunidad en el mercado, éstas se denominan emprendimientos por oportunidad, entendidos como la creación de un negocio cuando hay una oportunidad empresarial (Fairlie & Fossen, 2017). La empresa iSPACES, de sus siglas en inglés Innovación, Ciencia, Prácticas, Aplicación, Conceptualización, Diseño y Prototipo, Emprendimiento y Sistemas, surge como un emprendimiento por oportunidad (Hatzell et al. 2012), ha desarrollado varias tecnologías y estrategias para el fomento de las CTI, desde una educación científica multifacética, incluyendo la educación secundaria, básica y media. Lo innovador de esta empresa ha sido su enfoque en 5 ejes temáticos:

- El desarrollo de sistemas, diseño y pensamiento empresarial entre los estudiantes de secundaria y sus maestros.
- Crear un espacio de innovación asequible, sostenible y replicable.
- Desarrollar un plan de estudios innovador de ciencias experimentales.
- Integrar el conocimiento indígena del país (país de estudio) en el plan de educación científica.
- Desarrollar un método sostenible para la construcción de prototipos usando conectores universales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, es recomendable que las escuelas preocupadas por promover el desarrollo científico, tecnológico e investigativo entre sus estudiantes, implementen modelos pedagógicos donde se aborden nuevas áreas de alto impacto en sus programas de estudio, como lo son el emprendimiento, la innovación, y uso de tecnologías (Quimbayo & Maza, 2021). Por ejemplo, dentro de los ejes temáticos de iSPACES, se rescatan la integración del conocimiento indígena a partir de las TIC's en el aprendizaje del conocimiento científico, acercándose al proceso de aprendizaje por experiencias heredadas propia de su cultura, como una forma de preservación de sus conocimientos y, en últimas, sus tradiciones, lo que sería una estrategia de la CTI favorable para el aprendizaje de los niños y niñas en la educación escolar, incluso más allá de sólo el aprendizaje en el área del conocimiento científico (Hatzell et al., 2012). Incluso esta propuesta de iSPACES y su espacio de innovación empresarial, podría jugar un papel importante en el desarrollo de nuevas estrategias como E-STEM, que es la incorporación de prácticas empresariales en la educación STEM (Eltanahy et al., 2020).

Del mismo modo, otra de las estrategias tecnológicas desarrolladas por esta empresa consiste en un espacio de innovación dentro de la categoría de tecnología basada en escenarios y que tiene por objetivo, el desarrollo de un edificio en físico que podría servir como un centro de prototipado de bajo costo para escuelas secundarias o un entorno donde los estudiantes de secundaria puedan aprender a diseñar, construir y explorar los principios empresariales. Este tipo de espacios en la actualidad son normalmente conocidos como "Makerspaces" ayudan en gran medida a impulsar la creatividad e innovación de quienes lo utilizan, por ende, su aprendizaje (Hatzell et al., 2012).

Ahora bien, el lenguaje matemático y el razonamiento se vinculan a las vivencias del ser humano, por tanto, su conocimiento se convierte en un elemento decisivo para descifrar la realidad: comprenderla, explicarla e intervenirla desde un contexto tecnológico y cultural

(Acosta, Rivera & Acosta, 2009). Si bien es cierto que son muchas las estrategias tecnológicas innovadoras desarrolladas para permitir el aprendizaje de los niños en algún área específica del conocimiento, también lo es recalcar la creación de herramientas tecnológicas que permiten el aprendizaje, una mejor comprensión y análisis de una mayor cantidad de áreas del conocimiento (Orozco-Moret & Labrador, 2006), como lo son estrategias de CTI encaminadas al pensamiento lógico matemático, facilitando el aprendizaje y mejora de los procesos de enseñanza en la educación escolar. En los últimos años se ha encontrado que las ciencias computacionales se han empezado a incluir en los esquemas de educación escolar, porque fortalecen las capacidades cognitivas e, incluso, afectivas y sociales de los niños (Valderde, Fernández & Garrido, 2015). Los estudios de Rodríguez y Castro (2005) sugieren que las herramientas digitales -como el uso de la computadora- incrementan las capacidades de abstracción del estudiante (pensamiento lógico-matemático y razonamiento). De lo anterior, se puede deducir que las estrategias basadas en pensamiento y tecnología computacional juegan un papel importante en el aprendizaje de la educación básica, secundaria y media.

Por otra parte, el plan de estudios Scalable Game Design creado por Repenning et al. (2015) propone una estrategia que incluye oportunidades para que los estudiantes diseñen, programen y creen simulaciones de juegos en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). Los resultados de su estudio con más de 10.000 estudiantes demuestran una rápida adopción de este plan de estudios por parte de docentes de múltiples disciplinas, alta motivación de los estudiantes, altos niveles de participación de las mujeres e interés independientemente del origen demográfico. Del mismo modo, Sáez-López et al. (2019) demuestran que es posible potenciar el aprendizaje, la capacidad de razonamiento, inteligencia emocional y motivación hacia el aprendizaje en educación primaria con la incorporación de estrategias digitales basadas en juego. De hecho, desarrollaron una aplicación de juego ubicuo basado en la Realidad Aumentada (RA), en el que, a través de una serie de pruebas experimentales con 91 alumnos de sexto grado de educación primaria, obtuvieron como resultados mejoras significativas en la motivación hacia el aprendizaje, el rendimiento académico de la materia y en la competencia digital.

Hasta este punto, se evidencia el impacto directo que tienen las estrategias que fomentan las áreas de las CTI, sobre el desarrollo cognitivo en el proceso de enseñanza aprendizaje en los niños y niñas de distintas etapas en su época escolar, logrando identificar aquellas que influyen sobre áreas de la ciencia que desarrollan en alta medida el pensamiento de los niños, permitiéndoles un mayor aprendizaje de áreas como la lógica matemática, razonamiento, y como consecuencia también, la comprensión sobre otras áreas del conocimiento. Del mismo modo, se han creado estrategias que potencian las habilidades de los niños, sobre áreas más específicas. Eventualmente, se puede ratificar que existen muchas estrategias innovadoras para la mejora de estos procesos que, a fin de cuentas, buscan el mismo objetivo: mejorar la educación y el aprendizaje de los niños, para su posterior contribución al desarrollo humano y económico de una comunidad, una región e, incluso, un país (Black et al., 2021).

Se identificaron otras estrategias y casos que ponen en evidencia el impacto positivo del fomento de la Ciencia, Tecnología e Innovación en el ambiente escolar y los efectos indirectos o posibles impacto a futuro sobre sus vidas y desarrollo en la sociedad. Dentro del rango amplio de estrategias, están las denominadas estrategias de aprendizaje basadas en

escenarios, que permiten establecer una conexión entre las aulas de clase y el mundo real, mediante la incorporación de situaciones de la vida real a la que el estudiante se debe enfrentar a través del desarrollo del pensamiento y la toma de decisiones. Mathers et al. (2011), proponen este tipo de estrategias en la incorporación de escenarios relacionados a las ciencias espaciales como misiones de control en el planeta Marte para estudiantes de primaria. En complemento a esta estrategia, se suele incorporar la implementación de talleres que introducen a los estudiantes de primaria hacia las ciencias espaciales y su importancia en la vida diaria (Roberts, 2014). En ambas investigaciones, se propone la idea de incorporar los estudios de la ciencia espacial en la malla curricular de los estudiantes de escuela.

Una de las áreas STEM de gran relevancia en los últimos años que ha motivado mucho el aprendizaje tecnológico y lógico matemático de los estudiantes en escuela es la robótica para niños que, inclusive, fomenta el pensamiento competitivo con el desarrollo de torneos y competencias de robótica locales en las mismas escuelas, a nivel nacional e internacionales de gran reconocimiento. De esta manera, surgen estrategias como las que se propone Eguchi (2016) que buscan promover la robótica e investigaciones en inteligencia artificial (IA), mediante retos en competiciones de robótica educacional, que incluyen el desarrollo de robots de rescate, asistenciales, entre otros, pero teniendo primero como base la habilidad del pensamiento algorítmico, debido a que, según Harangus y Kátai (2018), permiten un mayor desarrollo en habilidades de comprensión lectora. En este caso, además del texto, se considera también los gráficos, como el diagrama de bloques del proceso de control de un robot que debe ser entendido, para comprender su funcionamiento e, incluso pensar, y crear mejoras que le permitan al robot un funcionamiento óptimo. De esta manera, si se trabajan con las dos estrategias, los niños estarían desarrollando el componente en ciencia con la incorporación del pensamiento algorítmico, el desarrollo tecnológico mediante la creatividad para el desarrollo de robots y evidentemente la innovación a futuro, además de impulsar el crecimiento económico y la oportunidad laboral (Black et al., 2021). Es por ello también la importancia de disminuir las brechas digitales que tienen mayor acentuación en áreas rurales como el caso de Colombia (Mendoza-Lozano et al., 2021). Destacando así, la creciente implementación de estrategias mediante el uso de robots es implementadas también en escuelas rurales y desatendidas, donde a menudo tienen un acceso limitado a recursos de tecnología avanzada (Matson et al., 2004).

Los resultados de estrategias e investigaciones como el aprendizaje basado en escenarios y los estudios de robótica desde temprana edad, muestran la capacidad de potenciar el interés de los niños hacia el estudio de carreras relacionadas a las ciencias y la ingeniería o áreas STEM, así como también, fomenta espacios de colaboración, trabajo en equipo y habilidades para la resolución de problemas, habilidades blandas, creatividad e innovación. Esto en cierto modo, aumentaría los procesos de desarrollo tecnológico e incluso, en un sentido más amplio, generar un alto impacto en la economía del país mediante el desarrollo de patentes futuras.

Finalmente, se logra ver cómo surgen múltiples estrategias para apoyar la enseñanza de las CTI en los niños y su mejora del proceso de aprendizaje, desde el punto de vista donde los niños, niñas o adolescentes son el actor principal, pero son pocas las metodologías o estrategias que buscan apropiarse al profesor y adaptarlo hacia el uso de las nuevas tecnologías. Son varios los retos que hay que afrontar para fomentar la CTI a través de las áreas STEM con los profesores, ya que, en ese proceso de redescubrir la educación, se debe generar

cambios profundos en la praxis docente como mencionan Uzcátegui y Betancourt (2013). Le et al. (2021), señalan que el contexto sociocultural de muchos países genera un gran efecto sobre el proceso de enseñanza en los niños.

En resumen, se puede decir que el proceso enseñanza y aprendizaje es una tarea compartida entre el alumno y el profesor, es por eso que surgen estrategias como el aprendizaje en ciencia basado en proyectos como los mostrados por Toolin (2004), que buscan brindarle al docente estrategias de enseñanza basadas en ciencias y tecnología mediante el desarrollo en propuestas de proyectos o actividades prácticas interdisciplinarias que incentive la cooperación entre profesores, y que ello influya en la optimización de los procesos de aprendizaje de los niños en las escuelas, así como también su interés por las ciencias y la tecnología, una metodología similar como las estrategias de aprendizaje basadas en escenarios mencionadas con anterioridad, pero desde la perspectiva de quien imparte el conocimiento en el aula de clase. Esta estrategia es igualmente aplicable a los niños de escuela como el programa ONDAS desarrollado por el Ministerio de Ciencias de Colombia, en el que se financian proyectos de investigación de estudiantes y se brinda asesoría a los maestros y grupos de investigación de las Instituciones Educativas (Núñez, 2017).

5. CONCLUSIONES

Los resultados de la revisión sistemática planteada en este artículo permiten concluir que las actividades o estrategias dinámicas desarrolladas en escuela basadas en Ciencia, Tecnología e Innovación, aportan beneficios en los procesos de enseñanza aprendizaje de los estudiantes, y propician ambientes de innovación y creatividad, así como también, el desarrollo de habilidades en inteligencia emocional, como el liderazgo y el trabajo en equipo. De igual forma, se requiere identificar y priorizar las áreas más propicias para el inicio de su implementación. Por ejemplo, la incorporación de estrategias de fomento de la ciencia en las áreas STEM en las escuelas permiten una mayor oportunidad de aprendizaje en los estudiantes, en comparación con otras áreas del conocimiento, como las áreas sociales y humanas. Además, éstas incrementan en el estudiante su interés hacia el aprendizaje y le benefician para una futura decisión sobre el estudio de carreras universitarias relacionadas a las ingenierías y las ciencias, de tal manera que los impulsa a seguir creando, mejorando e innovando.

Por otra parte, se debe seguir fortaleciendo las acciones para el fomento de la CTI, en especial, las asociadas con la formación de docentes en estrategias pedagógicas pertinentes, pues son los docentes quienes tendrán la responsabilidad de orientar, formar e incentivar el estudio de las ciencias dentro de las instituciones educativas; además, de las estrategias pedagógicas que implementen, dependerá la posibilidad de estimular el máximo potencial científico de los estudiantes. De hecho, la revisión de la literatura arrojó que los profesores con una formación en CTI se inclinaban más a la adopción de enfoques de enseñanza basados en proyectos de CTI. Además, los profesores con más de experiencia parecen sentirse más cómodos "experimentando" con nuevos enfoques de la enseñanza que sus colegas menos experimentados.

Por último, se requiere que las instituciones educativas realicen periódicamente mediciones y seguimiento a las estrategias implementadas para el fomento de la ciencia, la tecnología y

la innovación en estudiantes. Lo anterior, con la finalidad de evaluar el impacto de dichas estrategias e identificar posibles oportunidades de mejora que permitan consolidar una cultura, cuyo pilar fundamental sean las ciencias, y donde la institución educativa adapte a sus capacidades económicas y de infraestructura la óptima implementación de las estrategias pedagógicas pertinentes.

6. REFERENCIAS

Abad, G., & Fernández, K. (2016). Las universidades en función de las necesidades del desarrollo económico y social. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, 11(32), 111-125. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5805588>

Acosta, G., Rivera, L., & Acosta, M. L. (2009). *El Desarrollo del Pensamiento Lógico Matemático*. Bogotá, Colombia: Fundación para la Educación Superior San Mateo.

Admiraal, W., Louws, M., Lockhorst, D., Paas, T., Buynsters, M., Cviko, A., Janssen, C., de Jonge, M., Nouwens, S., Post, L., van der Ven, F., & Kester, L. (2017). Teachers in school-based technology innovations: A typology of their beliefs on teaching and technology. *Computers and Education*, 114, 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.01>

Álvarez, I., Natera, J. M., & Suarez, D. V. (2020). Science, technology and innovation policies looking backwards, forwards and beyond: Developmental challenges and opportunities for Ibero-America in the era of covid-19. *Revista de Economía Mundial*, (56), 115-133. <https://doi.org/10.33776/rem.v0i56.4862>

Black, S. E., Muller, C., Spitz-Oener, A., He, Z., Hung, K., & Warren, J. R. (2021). The importance of STEM: High school knowledge, skills and occupations in an era of growing inequality. *Research Policy*, 50(7). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104249>

Bilbao-Osorio, B., & Rodríguez-Pose, A. (2004). From R and D to innovation and economic growth in the EU. *Growth and Change*, 35(4), 434-455. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2004.00256.x>

Carretero, M. (2009). *Constructivismo y educación*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Colciencias. (2010). Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Recuperado de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/estrategia-nacional-apropiacion-social.pdf

Compte, M., & Sánchez del Campo, M. (2019). Aprendizaje colaborativo en el sistema de educación superior ecuatoriano. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(2), 131-140. <https://doi.org/10.31876/rcs.v25i2.27342>

Cuevas, A. (2008). Conocimiento científico, ciudadanía y democracia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 4(10), 67-83. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1850-00132008000100006

De Greiff, A., & Maldonado, O. J. (2011). “Apropiación fuerte” del conocimiento: una propuesta para construir políticas inclusivas de ciencia, tecnología e innovación. En Arellano, A., & Kreimer, P. (Coord.) *Estudio Social de La Ciencia y La Tecnología desde América Latina, 2008*, (pp. 209 – 262). Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

Díaz, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana.

Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.robot.2015.05.013>

Eltanahy, M., Forawi, S., & Mansour, N. (2020). Incorporating Entrepreneurial Practices into STEM Education: Development of Interdisciplinary E-STEM Model in High School in the United Arab Emirates. *Thinking Skills and Creativity*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100697>

Fairlie, R. W., & Fossen, F. M. (2017). Opportunity versus Necessity Entrepreneurship: Two Components of Business Creation. *Stanford Institute for Economic Policy Research*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3010267>

Harangus, K., & Kátai, Z. (2018). Algorithmic thinking vs. text comprehension. *Procedia Manufacturing*, 22, 1031-1037. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.146>

Hatzell, K. B., Hatzell, M. C., Pack, M. Y., Hatzell, J. G., Patel, S. N., Sulewski, T. L., Freeman, A. L., & Mehta, K. (2012). Overview of the first year of an innovative science education and Entrepreneurship venture. Trabajo presentado en 2012 ASEE Annual Conference & Exposition, San Antonio, Texas. <https://doi.org/10.18260/1-2--21776>

Ibarra-Morales, L. E., Woolfolk-Gallego, L. E., Meza-López, B. I., & Gelain-Rodríguez, E. T. (2020). Evaluación de la calidad en el servicio: una aplicación práctica en un establecimiento de Café. *Revista CEA*, 6(11), 89-107.

Iizuka, M., Mawoko, P., & Gault, F. (2015). Innovation for Development in Southern & Eastern Africa: Challenges for Promoting ST&I Policy. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Michiko-Iizuka/publication/275625560_Policy_brief_Innovation_for_Development_in_Southern_Eastern_Africa_Challenges_for_Promoting_STI_Policy/links/554086970cf2736761c27c54/Policy-brief-Innovation-for-Development-in-Southern-Eastern-Africa-Challenges-for-Promoting-ST-I-Policy.pdf

Iriarte, C. (2015). La definición de prioridades como componentes del planeamiento en ciencia y tecnología para la universidad: el caso de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. *Revista Cubana de Educación Superior*, 34(1), 107-129. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142015000100007

Le, L. T., Tran, T. T., & Tran, N. H. (2021). Challenges to STEM education in Vietnamese high school contexts. *Heliyon*, 7(12), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08649>

Lemus, D. R. (2020). Vietnam: Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. *Estudios de Asia y África*, 55(2), 263–294. <https://doi.org/10.24201/ea.v55i2.2454>

Liik, M., Masso, J., & Ukrainski, K. (2014). The contribution of R&D to production efficiency in OECD countries: Econometric analysis of industry-level panel data. *Baltic Journal of Economics*, 14(1-2), 78-100. <https://doi.org/10.1080/1406099X.2014.981105>

Lince, L. F. (2019). Ciencia, Tecnología e Innovación (CTEI) y la construcción de paz en Colombia: laboratorio de innovación para la paz. Recuperado de https://editorial.unal.edu.co/fileadmin/recursos/focos/piensa-paz/policy_papers/documento_de_politicas_publicas_12.pdf

Mathers, N., Pakakis, M., & Christie, I. (2011). Mars mission program for primary students: Building student and teacher skills in science, technology, engineering and mathematics. *Acta Astronautica*, 69(7-8), 722-729. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.05.029>

Matson, E., DeLoach, S., & Pauly, R. (2004). Building Interest in Math and Science for Rural and Underserved Elementary School Children Using Robots. *Journal of STEM Education: Innovations & Research. Kansas State University*, 5(3/4), 35-46. Recuperado de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.711.7416&rep=rep1&type=pdf>

Mendoza-Lozano, F. A., Quintero-Peña, J. W., & García-Rodríguez, J. F. (2021). The digital divide between high school students in Colombia. *Telecommunications Policy*, 45(10). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102226>

Minciencias. (2018). Fórmulas de Cambio: Maestros Innovadores. Recuperado de <https://todoesciencia.minciencias.gov.co/maestros-innovadores>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., and PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), 1-6. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Núñez, J. (2017). Evaluación de impacto del programa Ondas de Colciencias. Recuperado de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3615/Repor_Enero_2017_Nu%C3%B1ez_INF_FIN.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Oquendo, S. (2019). Estrategia para el desarrollo de la competencia investigativa en estudiantes de básica primaria. *Revista Encuentros*, 17(02), 95-107. <https://doi.org/10.15665/encuent.v17i02.2020>

Orozco-Moret, C., & Labrador, M. E. (2006). La tecnología digital en educación: Implicaciones en el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante. *THEORIA Ciencia Arte y Humanidades. Universidad Del Bío Bío*, 15(2), 81-89. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/299/29915209.pdf>

Quimbayo, L. P., & Maza, F. J. (2021). Percepción sobre las estrategias pedagógicas implementadas para el fomento de la CT&I en escuelas de Cartagena de Indias (Colombia). *Revista Doxa Digital*, 11(21), 175-194. <https://doi.org/10.52191/rdojs.2021.241>

Repenning, A., Webb, D. C., Koh, K. H., Nickerson, H., Miller, S. B., Brand, C., Many, I. H., Basawapatna, A., Gluck, F., Grover, R., Gutierrez, K., & Repenning, N. (2015). Scalable Game Design: A Strategy to Bring Systemic Computer Science Education to Schools through Game Design and Simulation Creation. *ACM Transactions on Computing Education*, 15(2), 1-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/2700517>

Roberts, S. J. (2014). ENGage: The use of space and pixel art for increasing primary school children's interest in science, technology, engineering and mathematics. *Acta Astronautica*, 93, 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2013.06.013>

Rodríguez, O., & Castro G., W. (2005). Uso de herramientas computacionales para el aprendizaje de las matemáticas. *El Hombre y La Máquina*, (24), 46-61. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/478/47812408005.pdf>

Rodríguez, C., & Padilla, G. (2019). Percepciones sobre ciencia y tecnología en Chile: análisis factorial exploratorio y confirmatorio para la primera versión de la Encuesta Nacional de Cultura Científica y Tecnológica. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 8(15), 1-20. <https://doi.org/10.32870/pk.a8n15.336>

Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L., & Pascual-Sevillano, M. (2019). Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria. *Comunicar*, 27(61), 71-82. <https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C61-2019-06>

Toolin, R. E. (2004). Striking a Balance Between Innovation and Standards: A Study of Teachers Implementing Project-Based Approaches to Teaching Science. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 179-187. <https://doi.org/10.1023/b:jost.0000031257.37930.89>

Urteaga, E. (2014). Percepción estudiantil de la ciencia y tecnología en el país Vasco. *Revista Digital de Sociología del Sistema Tecnocientífico*, 4(1), 58-74. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/9323>

Uzcátegui, Y., & Betancourt, C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, 37(78), 109-127. Recuperado de <https://revistas.upel.edu.ve/index.php/revinvest/article/view/3208>

Valverde, J., Fernández, M. R., & Garrido, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46(3), 1-18. <https://doi.org/10.6018/red/46/3>

Villalobos, M., Gómez, M. G., & González, L. A. (2013). Promoción de la escritura creativa a través de talleres apoyados con tecnologías digitales en escuelas uni-docentes. *Revista Q. Universidad Pontificia Bolivariana*, 8(15), 1-20. Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6815>