

Orientaciones para el desarrollo de una
Estrategia Distrital de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación
para Preescolar, Básica y Media

Documento de
orientaciones técnicas
para el diseño de plan
distrital de ciencia
y tecnología para
la educación
preescolar, básica
y media (2020-2024)

Contrato de Ciencia y Tecnología
CO1.PCCNTR. 1784169 SED-
OCyT



OCyT
OBSERVATORIO COLOMBIANO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN



Título del proyecto	Orientaciones para el desarrollo de una estrategia distrital de educación en ciencia, tecnología e innovación para preescolar, básica y media
Número de contrato	Contrato de Ciencia y Tecnología CO1.PCCNTR. 1784169
Objeto del contrato	Diseñar e implementar acciones de carácter conceptual, pedagógico y metodológico para el desarrollo de una estrategia distrital de fortalecimiento de ambientes de aprendizaje en ciencia, tecnología e innovación según los lineamientos de la Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos de la SED
Fecha acta de inicio	02/09/2020
Fecha de finalización	15/02/2021
Entidad contratante	Secretaría de Educación del Distrito – Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos (DCTME)
Directora de la DCTME	Ulía Yemail Cortés – Directora Ciencias Tecnologías y Medios Educativos
Supervisora del contrato	Ulía Yemail Cortés – Directora Ciencias Tecnologías y Medios Educativos
Apoyos a la supervisión DCTME	Patricia Niño como apoyo a la supervisión Jaime Hernández Suárez Henry de la Ossa

Entidad ejecutora	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT	Diego Silva Ardila – Director Ejecutivo Angélica Monroy Pérez – Coordinadora Administrativa y Financiera
Coordinación del proyecto	Mabel Ayure – experta en apropiación de la ciencia y centros de ciencia
Equipo del proyecto	Lina Cano – experta en educación STEM/STEAM Jesús Cardona – experto en transformación digital Milena Barrios – profesional de apoyo Santiago Cajiao – profesional de apoyo Alejandra Jiménez – profesional de apoyo María Paula Ordóñez – profesional de apoyo Marcela Cufiño – profesional de apoyo Ximena Moreno – profesional de apoyo Julián Alvarado – analista de datos Juan Uribe – analista de datos Jaime Vergara – analista estadístico José Tapias - analista estadístico

Para mayor información pueden consultarse los documentos:

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *Estudio analítico- descriptivo del contexto internacional, nacional y distrital para la educación en ciencia, tecnología e innovación.*

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *Línea base de ambientes de aprendizaje para la ciencia, tecnología y medios educativos de las IED de la ciudad de Bogotá.*

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *Estudio analítico - descriptivo de casos y programas en el sector educativo, con énfasis en casos exitosos y buenas prácticas en Educación STEM, Transformación digital y apropiación del conocimiento.*

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *Batería de indicadores para la medición y seguimiento a la implementación del Plan Distrital de ciencia y tecnología para la educación preescolar, básica y media.*

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *MEMORIA Mesas de trabajo sobre educación STEM, transformación digital, Plan Saber Digital, vocación científica y apropiación social del conocimiento en las instituciones educativas de Bogotá.*

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *Ambientes de aprendizaje en ciencia, tecnología y medios educativos identificados en las instituciones educativas de Bogotá.*

Tabla de contenido

1	Introducción.....	8
2	El contexto de la educación científica.....	14
3	Ambientes de aprendizaje para la ciencia y la tecnología.....	18
3.1	Línea base sobre ambientes de aprendizaje para la ciencia y la tecnología en las IED.	18
3.2	Reconocer los ambientes de aprendizaje de las IED de Bogotá	23
3.2.1	Ambiente de aprendizaje uno: Acercamiento.....	25
3.2.2	Ambiente de aprendizaje dos: Conocimiento.....	26
3.2.3	Ambiente de aprendizaje tres: Comprensión.....	26
3.2.4	Ambiente de aprendizaje cuatro: Integración.....	27
3.2.5	Un quinto ambiente de aprendizaje: hacia la apropiación como cambio en la cultura de la IED y de sus ambientes de aprendizaje	28
3.3	Delimitación de componentes de un ambiente de aprendizaje de Apropiación de la Educación STEM	31
3.3.1	Componentes propuestos por la OCDE en su manual para un entorno de aprendizaje innovador	33
3.3.2	Estrategias y relaciones.....	34
3.4	Ambiente de aprendizaje de Apropiación	35
4	Estrategia distrital de educación STEM para la transformación pedagógica.	41
4.1	Eje de Educación STEM	41
4.2	Objetivo de una estrategia distrital de educación STEM.....	44
4.3	Educación STEM integrada y enfoque pedagógico.....	45
4.4	Modelo integral de implementación: Arquitectura para el despliegue de las orientaciones técnicas	46
4.4.1	Ejes clave	48
4.4.2	Dimensiones habilitadoras.....	49
4.4.3	Dimensiones estratégicas	49

4.5	Recomendaciones para la Secretaría de Educación	51
4.5.1	Desde la dimensión de Gobernanza de la Transformación digital de la Institución Educativa:	51
4.5.2	Desde la dimensión de monitoreo, seguimiento y evaluación	52
4.5.3	Desde la dimensión de Gestión académico – administrativa: Diseño y construcción	52
4.5.4	Desde la dimensión de Gestión de la innovación educativa: Transformación – nuevas prácticas	53
4.5.5	Desde la dimensión de Infraestructura física y tecnológica: Tecnología – Dotación	53
4.6	Recomendaciones para las Instituciones educativas	53
5	Plan Saber Digital 4.0: transición hacia un modelo integral para la transformación de las IED	56
5.1	Antecedentes de Saber Digital	56
5.2	Eje de Desarrollo de capacidades pedagógicas y digitales	62
5.3	Modelo de redireccionamiento desde Saber Digital	63
5.4	Recomendaciones para la Secretaría de Educación	65
5.4.1	Desde la dimensión de Gobernanza de la Transformación digital de la Institución Educativa	65
5.4.2	Desde la dimensión de Monitoreo, seguimiento y evaluación	66
5.4.3	Desde la dimensión de Gestión académico – administrativa: Diseño y construcción	66
5.4.4	Desde la dimensión de Gestión de la innovación educativa: Transformación – nuevas prácticas	67
5.4.5	Desde la dimensión de Infraestructura física y tecnológica: Tecnología – Dotación	67
5.5	Recomendaciones para las Instituciones Educativas	67
6	Ambientes para la apropiación social del conocimiento	72
6.1	Eje de Apropiación social del conocimiento	72
6.2	Recomendaciones para la Secretaría de Educación	73

6.2.1 Desde la dimensión de Gobernanza de la Transformación digital de la Institución Educativa	73
6.2.2 Desde la dimensión de Monitoreo, seguimiento y evaluación	74
6.2.3 Desde la dimensión de Gestión académico – administrativa: Diseño y construcción	74
6.2.4 Desde la dimensión de Gestión de la innovación educativa: Transformación – nuevas prácticas	75
6.2.5 Desde la dimensión de Infraestructura física y tecnológica: Tecnología – Dotación	75
6.3 Recomendaciones para las Instituciones educativas	75
6.4 Ambientes de aprendizaje para la apropiación del conocimiento	78
6.4.1 Centros de ciencia	78
6.4.2 Colaboratorios	79
6.4.3 Espacios maker	80
6.4.4 FabLabs	81
7 Niveles de implementación y avance	82
7.1 Nivel 1 Acercamiento: Conocer/Integrar	83
7.2 Nivel 2 Progreso: Apropiar/Aplicar	83
7.3 Nivel 3 Transferencia: Crear/Gestionar/Transferir	83
8 Evaluación y seguimiento	85
8.1 Definición de indicadores que orientan el diseño, desarrollo y evaluación de Ambientes de Aprendizaje para la educación STEM	85
8.2 Indicadores Cuantitativos	87
8.3 Indicadores Cualitativos	95
9 Recomendaciones	105
10 Referencias	106

1 Introducción

El presente documento se enmarca en la implementación del programa de innovación y transformación pedagógica en los colegios públicos para el cierre de brechas educativas de Bogotá, dentro del Plan de Desarrollo Distrital: Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para la Bogotá del siglo XXI. Este programa responde al propósito de hacer un nuevo contrato social con igualdad de oportunidades para la inclusión social, productiva y política; y, persigue como logro de ciudad el cierre de brechas digitales, de cobertura, calidad y competencias a lo largo del ciclo de la formación integral, desde primera infancia hasta la educación superior y continua para la vida.

Se presentan *Orientaciones técnicas para el diseño del plan distrital de ciencia y tecnología para la educación preescolar, básica y media*, que atienden a la necesidad de mejorar la calidad de la educación en los colegios públicos de Bogotá, a través del diseño e implementación de acciones de carácter conceptual, pedagógico y metodológico para el fortalecimiento de los ambientes de aprendizaje en ciencia, tecnología e innovación.

Los antecedentes y razones que determinaron esta necesidad son los siguientes:

- Baja capacidad pedagógica, didáctica y de gestión en los colegios para diseñar e implementar propuestas curriculares innovadoras y pertinentes que respondan a las necesidades e intereses de los estudiantes desde preescolar hasta educación media (SED, 2020).
- Baja calidad de los ambientes de aprendizaje y recursos para el desarrollo de habilidades digitales, comunicativas y científicas en los estudiantes (SED, 2020).

- Formación limitada de los maestros y maestras para responder a los retos educativos del Siglo XXI, pocos espacios de discusión pedagógica, dificultades para la conformación y consolidación de redes docentes y para el reconocimiento de su labor (SED,2020).
- Ausencia de un sistema multidimensional de evaluación que valore de manera integral los aprendizajes, la gestión institucional, y provea información para la toma de decisiones en el sector educativo (SED, 2020).

Considerando estos antecedentes, las *orientaciones técnicas* corresponden a la reflexión realizada desde la Dirección de Ciencia, Tecnología y Medios Educativos de la SED al respecto de las estrategias que se deben abordar para mejorar estas situaciones. Es así como se propone el redireccionamiento técnico y conceptual del Plan Saber Digital; el diseño de una ruta de intervención y acompañamiento para el desarrollo de capacidades en ciencia, con enfoque STEM y cuarta revolución industrial; y, la formulación de procesos de apropiación social del conocimiento en educación preescolar, básica y media para el fomento de vocación en ciencia y tecnología.

Para su desarrollo se realizaron estudios técnicos sobre referentes normativos internacionales, casos de éxito en educación STEM, procesos de transformación digital y apropiación social del conocimiento; y, particularmente, el levantamiento de una línea base de ambientes de aprendizaje para la ciencia y tecnología de las IED de Bogotá, así como mesas de trabajo con actores relacionados con estos mismos procesos. Estos documentos se pueden consultar de manera separada para tener mayor claridad respecto a los antecedentes técnicos.

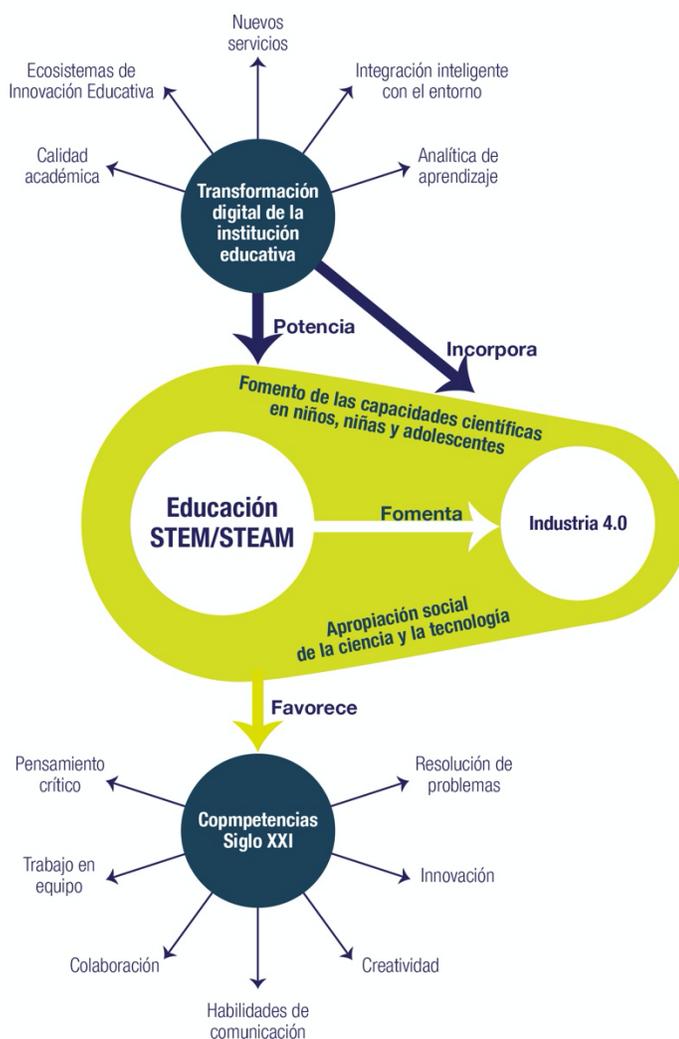
En la revisión de referentes normativos internacionales se consideró como punto de partida la Cuarta Revolución Industrial (o Industria 4.0) que hace referencia al

uso de tecnologías digitales generalmente interconectadas para la producción de bienes o servicios con procesos más eficientes (OCDE, 2017). La cuarta revolución industrial (o industria 4.0) define las necesidades que enfrenta el sistema educativo en cuanto a las habilidades que deben desarrollar los estudiantes para responder a las demandas de la sociedad, no sólo en el plano profesional o laboral, sino respecto a lo que implican las prácticas de aprendizaje transformativo para asumir los cambios y la adaptación permanente que requiere la inclusión en la vida diaria del aprendizaje automático, la ciencia de datos, la inteligencia artificial o los sistemas autónomos e inteligentes, el internet de las cosas (IoT) y demás tecnologías digitales que generan nuevos procesos y conocimientos permanentemente.

De manera paralela a la Cuarta Revolución Industrial se revisaron las implicaciones de los procesos de Transformación digital en la educación refiriéndonos no sólo a la digitalización de contenidos educativos o información en las instituciones educativas sino al enfoque de creación de valor para toda la comunidad educativa, la adopción de nuevos modelos de gestión, y creación de nuevos servicios, espacios y canales de relacionamiento internos, con el entorno, así como con aliados estratégicos (OCyT, 2020). Dentro de los procesos de transformación digital en la educación es relevante la aplicación de tecnologías clave como el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial, el *blockchain* y la analítica de Big Data además de los teléfonos inteligentes. Así mismo, se destaca la necesidad de articulación con emprendedores, actores del sector público, privado, financiero, académicos y redes de apoyo empresarial para generar la rutas de trabajo en el proceso de transformación digital y alianzas que apoyen su financiamiento.

Además del objetivo de desarrollar habilidades para el S. XXI, como la creatividad, innovación, pensamiento crítico, resolución de problemas, comunicación,

colaboración, razonamiento cuantitativo y pensamiento lógico; las escuelas del S. XXI requieren promover actitudes como el liderazgo escolar eficaz, el fortalecimiento de la confianza de los profesores en sus propias habilidades y la innovación para crear entornos de aprendizaje acordes a la cuarta revolución industrial y al proceso de transformación digital de la institución educativa. La reflexión sobre la relación de estos conceptos y sus implicaciones en la implementación del enfoque educativo STEM y los procesos de apropiación social del conocimiento se presenta en la siguiente imagen:



En el contexto internacional, UNESCO, en la agenda educativa 2030 asume la relación de estos conceptos a través de la educación STEM de cero a siempre, partiendo de la “formación de competencias ciudadanas con una estrategia pedagógica de aplicación integrada, crítica y propositiva” (UNESCO, 2019, p.13), relacionando la alfabetización en las áreas STEM con la inclusión digital y pedagógica y la formación de una ciudadanía crítica. Como paso siguiente, en la ruta de trabajo para lograr una Educación Sostenible en el año 2030, UNESCO propone transformar los entornos de aprendizaje, fortalecer las capacidades de los educadores, empoderar y movilizar a la juventud y acelerar las acciones a nivel local. En esta misma ruta se destaca la educación inclusiva y equitativa de calidad como clave para la disminución de la desigualdad social como se señala en el objetivo 4 de la Agenda de Desarrollo Sostenible.

Por último es importante destacar los enfoques de género, diferencial y de cultura ciudadana, incluidos en el programa de innovación y transformación pedagógica en los colegios públicos para el cierre de brechas educativas de Bogotá. Dichos enfoques se citan a continuación:

Enfoque de género: comprensión de las relaciones de poder y desigualdad que por razones de género existen entre mujeres y hombres, que se reproducen a través de imaginarios, roles y estereotipos que conducen a las violencias basadas en género y a la vulneración de los derechos de las mujeres. Esto implica el diseño de acciones para responder de manera oportuna a la disminución de las brechas de género y promover la igualdad de género a través de un trabajo articulado y pertinente con todos los actores de la comunidad educativa participantes del presente proyecto (SED, 2020).

Enfoque diferencial: reconocimiento de grupos y personas que han sido históricamente discriminados debido a su pertenencia étnica o racial, orientación

sexual, identidad de género, ubicación geográfica, discapacidad, situación socioeconómica, o de la intersección de diversos sistemas de discriminación. Esto implica la formulación de apoyos en el diseño de las acciones y ajustes razonables durante el desarrollo de estas, con el propósito de evitar que la discapacidad, etnia, talentos, condiciones sociales, identidad, entre otras se conviertan en barreras para aprender y participar (SED, 2020).

Enfoque de cultura ciudadana: reconocimiento de las construcciones culturales que pueden aprenderse como hábitos y comportamientos sociales. Lo que vincula el desarrollo de conocimientos actuales para la adaptación al cambio integrando aspectos de la participación ciudadana (SED, 2020).

Con estos puntos de referencia, las *orientaciones técnicas* se centran en un modelo integral donde los ejes educación STEM, desarrollo de capacidades digitales y apropiación social del conocimiento convergen de manera conceptual y operativa, para proponer orientaciones superiores generales y orientaciones técnicas con acciones clave que componen las posibles rutas de intervención y acompañamiento a los ambientes de aprendizaje para educación STEM. A continuación se desarrollan los componentes de las orientaciones.

2 El contexto de la educación científica

Como se explicó previamente, el sistema educativo responde a las demandas generadas por la cuarta revolución industrial, la transformación digital y los objetivos de desarrollo para una educación sostenible para el año 2030. Ante estas demandas, se revisó el enfoque de la educación científica en el contexto internacional destacando los siguientes aspectos:

La OCDE (2019) asigna a la educación científica la misión de promover una cultura de pensamiento científico e inspirar a los jóvenes a utilizar el razonamiento basado en la evidencia para la toma de decisiones, así como asegurar que los ciudadanos tengan confianza, conocimientos y habilidades para participar activamente en un mundo científico y tecnológico. Incluye en la educación científica el desarrollo de competencias para la resolución de problemas e innovación, que puedan empoderar a los ciudadanos y potenciar la participación activa y responsable en la comunicación, los debates y las decisiones científicas públicas. El aspecto más destacable es el de “inspirar a niños y estudiantes de todas las edades y talentos a aspirar a carreras científicas y otras ocupaciones y profesiones que sustentan nuestras sociedades en conocimiento e innovación y economías y en las que pueden ser creativas” (OCDE, 2019).

La Comisión Europea (2020) afirma que la educación científica es un componente esencial de aprendizaje continuo para todos, desde la educación preescolar, secundaria y terciaria hasta la ciudadanía activa y comprometida. Destaca la importancia de la innovación en la educación científica para responder a las necesidades de la sociedad y para aprender en todas las disciplinas a través de una

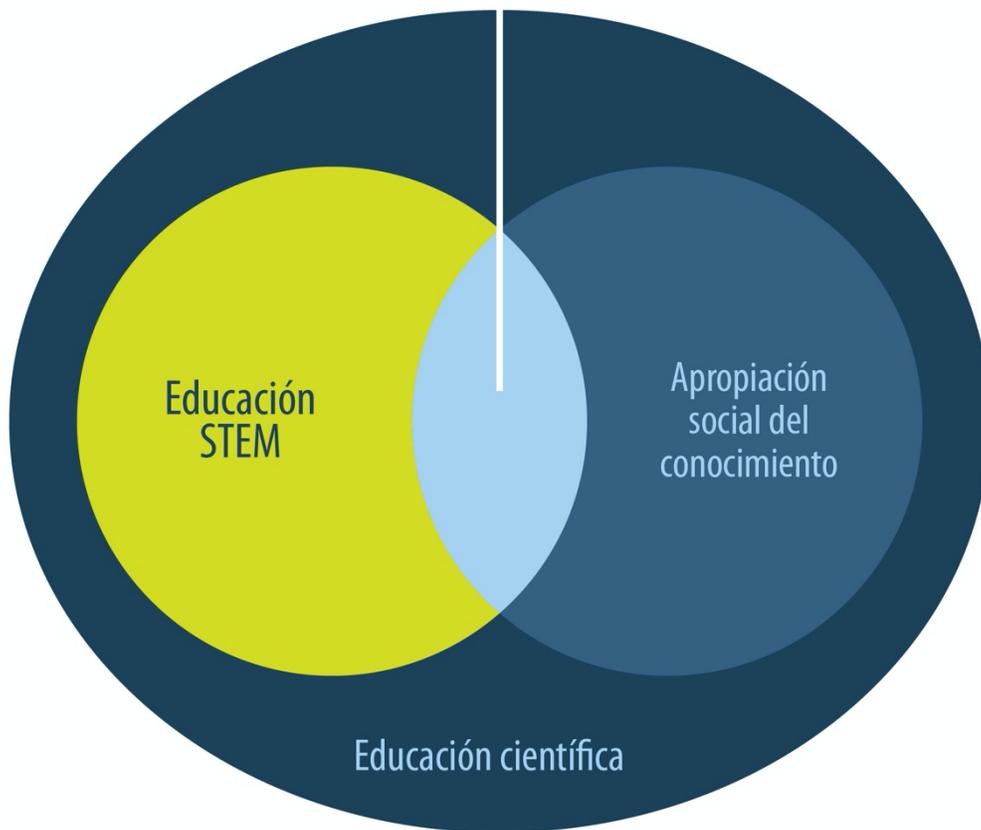
visión integrada de la ciencia. Para esto, plantea mejorar la calidad de la enseñanza a través de la formación de los educadores y la articulación de las distintas modalidades de educación formal e informal y los distintos actores sociales que influyen en el ecosistema educativo. Insiste en la importancia de la comprensión pública de la información científica y su relación de esta con el acercamiento de los jóvenes a las disciplinas STEM y la formación de vocaciones científicas.

El Foro Educativo CILAC (2016) identifica, en su reporte sobre el desarrollo de la educación científica en Latinoamérica, la ausencia de una cultura científica que permita contar con una ciudadanía científicamente preparada y por tanto, con una alta capacidad de participación democrática. Enfatiza como prioridad la reflexión, innovación y transformación del enfoque de la educación científica, desde los contenidos, mediaciones y actores hasta la interacción con los escenarios externos a las instituciones educativas, que permita la integración activa y creativa de la ciencia en la vida diaria de niñas, niños y jóvenes y por tanto, la posible formación de vocaciones científicas. Sobre la situación que se evidencia en Latinoamérica, Furman (2018) apunta la necesidad de fortalecer la formación docente continua, el desarrollo de material de apoyo a la enseñanza de calidad, la creación de comunidades de práctica en las escuelas y redes de escuelas y la generación de una cultura de análisis de datos para la toma de decisiones.

En los referentes normativos internacionales y regionales se destaca la implementación de la educación STEM como medio para alcanzar los objetivos de la educación científica, integrar distintos actores sociales en el sistema educativo, mejorar las oportunidades de comunicación y apropiación social del conocimiento y de formación de vocaciones científicas. Los referentes también coinciden en el desarrollo de la educación científica desde los primeros años de edad y el

aprovechamiento de esa etapa como un periodo crítico para incentivar la curiosidad y deseo por la ciencia en niñas y niños. La relación de estos conceptos se plantea en la siguiente imagen.

Formación de vocaciones científicas



En la imagen se propone el desarrollo de la educación STEM dentro de la estrategia general de educación científica y en paralelo a las estrategias de apropiación social del conocimiento que se puedan dar en la educación formal e informal, dentro o fuera de la institución educativa. Se considera que la convergencia de estas

estrategias posibilita los procesos de mediación que permiten a niñas, niños y jóvenes la formación de vocación científicas.

17

Vocaciones en CTeI: propende por el desarrollo de procesos de mediación que permitan a niños, niñas, adolescentes y jóvenes participar de diferentes prácticas relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación a partir de las cuales se identifican y se potencian capacidades y habilidades que les permitirán a mediano y largo plazo insertarse en diferentes espacios (académicos, sociales, culturales, productivos, científicos), fortalecer sus proyectos de vida y contribuir a la construcción de una sociedad que gestiona, valora y apropia el conocimiento (MinCiencias 2019).

3 Ambientes de aprendizaje para la ciencia y la tecnología

OBJETIVO 2 DEL PROGRAMA DE INNOVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN PEDAGÓGICA EN LOS COLEGIOS PÚBLICOS PARA EL CIERRE DE BRECHAS EDUCATIVAS DE BOGOTÁ:

18

Fortalecer los ambientes de aprendizaje y los procesos pedagógicos y didácticos de las IED para mejorar las habilidades comunicativas, digitales y científicas de los estudiantes y, responder a los cambios sociales, culturales y económicos del Siglo XXI.

Para abordar los ambientes de aprendizaje para la ciencia y la tecnología de las instituciones educativas de Bogotá se hizo un análisis de los recursos disponibles para la educación científica en las IED y una revisión al concepto de ambiente de aprendizaje. De esta manera se propuso una definición para los ambientes de aprendizaje y se identificaron los tipos de ambientes presentes en las instituciones educativas públicas de la ciudad.

3.1 Línea base sobre ambientes de aprendizaje para la ciencia y la tecnología en las IED.

El levantamiento de una línea base sobre ambientes de aprendizaje en ciencia, tecnología y medios educativos buscó identificar, organizar y sistematizar información que permitiera conocer el estado de los ambientes de aprendizaje para la ciencia y la tecnología en las instituciones educativas distritales de Bogotá (IED), y así guiar las intervenciones de la Secretaría de Educación del Distrito (SED). Se pretendió reconocer el estado actual de los recursos educativos asociados a los ambientes de aprendizaje en ciencia y tecnología, con énfasis en la identificación de tecnologías disponibles por parte de las instituciones educativas, recursos educativos asociados al desarrollo de proyectos en ciencias y medios educativos,

modos de uso, necesidades de actualización y las facilidades de acceso a infraestructura o equipos externos. También, realizar un mapeo preliminar de necesidades de infraestructura tecnológica y soluciones digitales para la transformación pedagógica con una perspectiva de transformación digital.

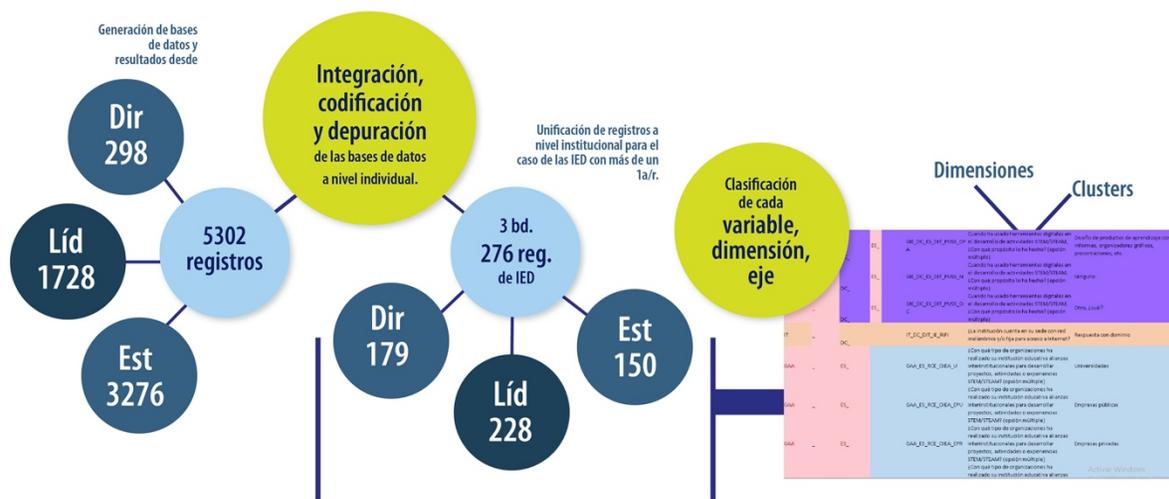
El método utilizado para el levantamiento de la línea base fue una encuesta virtual, instrumento de recolección de información que fue construido con la guía del modelo de generación y procesamiento de información estadística llamado ‘*Generic Statistical Business Process Model (GSBPM)*’ elaborado por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE), la Dirección de Estadísticas de la Comisión Europea (Eurostat) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 2019, que sigue un proceso de diseño, construcción, recolección, procesamiento y análisis de la información. La construcción de una línea base es una metodología útil de la que se parte para la construcción de indicadores, pues define de un punto de referencia. De ahí que pueda considerarse como válida al momento de establecer descriptores que permitan hacer seguimiento y evaluación a gestiones, acciones y resultados en procesos de diversa índole.

Los instrumentos diseñados permitieron visualizar los ambientes de aprendizaje de las IED, desde diez dimensiones, a partir de la perspectiva de tres tipos de actores: rectores o coordinadores (disponibilidad y gestión), líderes o docentes de ciencias y tecnología (uso e implementación), y estudiantes (interacción, participación y preferencia en el uso). Las dimensiones que se consideraron fueron: caracterización socioeconómica, talento humano (directivo y docente) con formación en el enfoque STEM/STEAM, experiencias de las IED en el enfoque STEM/STEAM, dotación e infraestructura tecnológica, relaciones con el entorno, necesidades para la inclusión del enfoque STEM/STEAM y la incorporación de tecnologías 4.0,

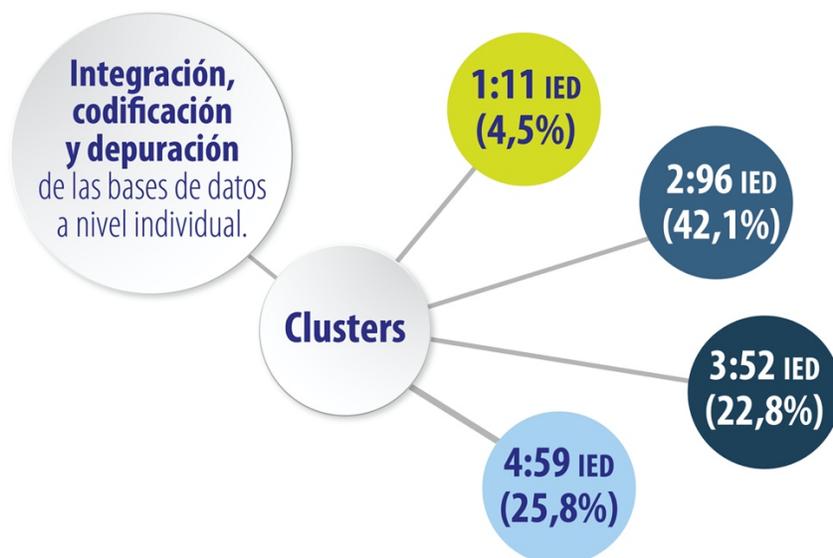
digitalización de la gestión y administración, prácticas de sostenibilidad, apropiación social del conocimiento y acciones durante la pandemia. En la siguiente imagen se muestra la relación de respuestas de los tipos de actores y los niveles de análisis realizados.



Quienes respondieron estas encuestas provenían de un total de 276 IED, entre las que 179 cuentan con respuesta de directivo, 228 de líderes o docentes de ciencia y tecnología, y 150 de estudiantes; 107 instituciones cuentan con la repuesta de los tres actores. Con base en los resultados de la aplicación del instrumento, se tomó la decisión de realizar tres análisis diferentes: individual, institucional y multivariante. En la siguiente imagen se muestra una síntesis del proceso de análisis de los resultados. Para este documento se hace énfasis en el tercer nivel, que permite reconocer los tipos de ambientes de aprendizaje presentes en las IED.



El tercer nivel de análisis consiste en un análisis **multivariante** a partir del cual se identifican, desde análisis clúster mediante la metodología de K-medias, los perfiles de instituciones en la ciudad de Bogotá, a partir de las respuestas obtenidas en los instrumentos. Vale la pena aclarar que este tipo de análisis estadístico intenta agrupar las variables que se relacionan o tienen mayor similitud, para conformar **tipologías institucionales**. De acuerdo con la metodología seleccionada se determinó que el número de agrupaciones formales posibles de identificar para realizar el análisis sería cuatro (4). Lo anterior, se determinó posterior a contrastar los resultados de las agrupaciones con cinco o más grupos y evidenciar pocas variaciones en las agrupaciones resultantes. La siguiente imagen muestra el resultado de la aplicación de la metodología de clúster obteniendo cuatro tipos diferenciados de agrupaciones de ambientes de aprendizaje.



A continuación, se presentan los resultados del número de establecimientos por clúster. Vale la pena aclarar que, una vez obtenidos estos resultados, se llevó a cabo la descripción de las características de cada clúster, de acuerdo con las dimensiones y capítulos de la encuesta a las que pertenecía cada variable. A partir de esta información, y de acuerdo con las características de cada ambiente de aprendizaje, se otorgó un nombre a cada clúster, en relación con el estado de avance en la configuración del ambiente de aprendizaje para la educación STEM y la apropiación del conocimiento en la IED.

Los resultados detallados y niveles de análisis 1 y 2 de la Línea base se pueden consultar en el documento:

Línea base de ambientes de aprendizaje para la ciencia, tecnología y medios educativos de las IED de la ciudad de Bogotá - Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT (2021).

También es posible consultar los tableros visuales de respuestas de las instituciones educativas en los siguientes links:

Caracterización sociodemográfica:

<https://public.tableau.com/profile/julian.alvarado2190#!/vizhome/caracterizacionsociodemografica/Caracterizacionsociodemografica>

Respuestas de directivos de las IED:

Institucional:https://public.tableau.com/profile/julian.alvarado2190#!/vizhome/resultados_consolidados_SED/CapituloA

Respuestas de docentes y líderes de ciencias:

<https://public.tableau.com/profile/julian.alvarado2190#!/vizhome/RESULTADOSCONSOLIDADOSLIDERES/CapituloA>

Respuestas de estudiantes:

<https://public.tableau.com/profile/julian.alvarado2190#!/vizhome/RESULTADOSCONSOLIDADOSESTUDIANTES/CapituloA>

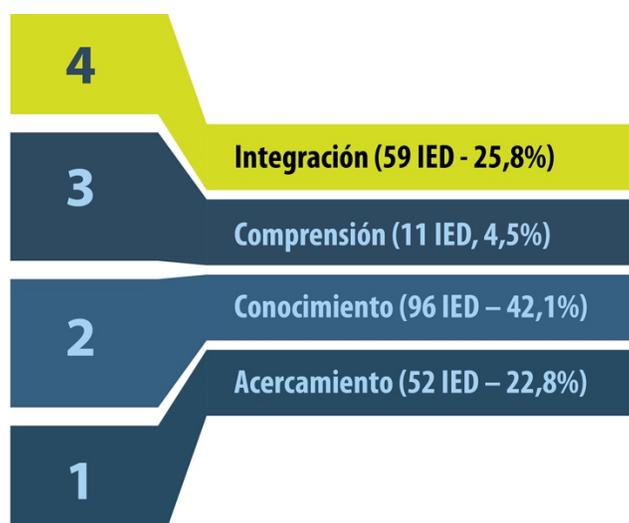
Ambientes de aprendizaje identificados:

https://public.tableau.com/profile/julian.alvarado2190#!/vizhome/SED_Final/SED

3.2 Reconocer los ambientes de aprendizaje de las IED de Bogotá

Así, una vez obtenidos los resultados para cada una de las variables y sus agrupaciones, en términos de la sección de la encuesta y la dimensión a la que corresponde, se realizó un ejercicio de reagrupación de estos resultados a la luz de la construcción teórica desarrollada en torno a ambientes de aprendizaje. Lo

anterior permitió, por las similitudes encontradas en las características identificadas a partir de la línea base, reconocer cuatro tipos de ambientes que han sido denominados en función de su avance en relación con el enfoque de educación STEM y la apropiación social del conocimiento: Acercamiento, Conocimiento, Comprensión e Integración. La clasificación de instituciones educativas por clúster se puede consultar como parte de los anexos de la Línea base y en el tablero “Ambientes de aprendizaje identificados” (disponible en el link: https://public.tableau.com/profile/julian.alvarado2190#!/vizhome/SED_Final/SED). La siguiente imagen muestra una síntesis de los tipos de ambientes de aprendizaje y el número de instituciones educativas correspondiente a cada uno.



A continuación, se presentan las características de estos tipos de ambientes de aprendizaje:

3.2.1 Ambiente de aprendizaje uno: Acercamiento

(52 IED – 22,8%)

Este clúster se caracteriza por el poco uso de los espacios, dispositivos o recursos, aunque cuenta con ellos. El único programa que les ha apoyado ha sido Saber Digital y tienen los puntajes más altos en relación con soporte técnico para todos los miembros de la comunidad. Aunque presenta el mayor puntaje en cuanto asuntos de gestión de la innovación, en especial en lo relacionado con el tiempo que reciben los docentes para explorar nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales y la mejora de los métodos de enseñanza y la experiencia en el uso de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, también, cuenta con puntajes bajos en cuanto a competencias digitales de estudiantes y docentes o incluso en el uso de tecnologías para comunicarse con los compañeros o amigos, por partes de los estudiantes.

Además, presenta el menor puntaje de tenencia de una estrategia digital y los puntajes más bajos en relación con la transformación de documentos institucionales o del currículo. También, presenta el puntaje más bajo en relación con el uso de redes sociales con fines de divulgación, incorporación o replicabilidad en experiencias educativas y en cuanto a la creación de comunidades de práctica y/o aprendizajes virtuales.

Finalmente, en cuanto a los procesos de participación y divulgación, se tienen puntajes bajos en relación con los procesos de comunicación a través de herramientas digitales, así como la incorporación de tecnologías en procesos de enseñanza y aprendizaje o de gestión de la IED. *Así, se puede observar que estas IED han avanzado en cuanto a acceso a infraestructura y han iniciado un **acercamiento** en cuanto a los métodos de enseñanza y aprendizaje en entornos virtuales.*

3.2.2 *Ambiente de aprendizaje dos: Conocimiento*

(96 IED – 42,1%)

El segundo tipo de ambiente de aprendizaje se caracteriza porque aún cuenta con algunas carencias en torno a espacios, dispositivos y recursos. Además, su conexión a internet tiene poca fiabilidad y velocidad. En relación con los aprendices y educadores, poseen competencias digitales bajas y, actualmente, ninguno de los docentes se encuentra cursando algún posgrado.

Por otra parte, se pueden identificar avances en torno a la gestión de la innovación dado que las IED han otorgado tiempo suficiente a sus docentes para la preparación de los materiales, quienes hacen uso de varios canales digitales de comunicación. Además, se cuenta con una estrategia digital en la que han participado todos los actores. Finalmente, estas instituciones han realizado alianzas interinstitucionales con universidades y empresas públicas y expresan haber automatizado algunos procesos tanto de gestión como de monitoreo.

Estos últimos aspectos, permiten identificar que las IED han adquirido **conocimiento** en torno a la educación STEM y la apropiación social de la ciencia y tecnología, lo que puede estar relacionado con las intervenciones de programas como el SENA, Saber Digital y EAFIT, lo que se ve reflejado en la participación de varios actores y en la construcción de una estrategia digital.

3.2.3 *Ambiente de aprendizaje tres: Comprensión*

(11 IED, 4,5%)

En términos generales se podría afirmar que este ambiente de aprendizaje se caracteriza por la que ha avanzado a la **comprensión** de las características de un ambiente de aprendizaje para la educación STEM y la apropiación social de la

ciencia y la tecnología. Por lo que se puede identificar una fortaleza en cuanto a infraestructura en lo que tiene que ver con el uso de recursos, dispositivos y espacios, así como por la fiabilidad y velocidad de sus conexiones de internet. Además, cuenta con un fuerte trabajo desarrollado por sus docentes, quienes destinan tiempo para liderar sus experiencias, cursan posgrados relacionados con el enfoque STEM, responden de manera efectiva los mensajes de sus estudiantes y participan en comunidades de práctica y de aprendizaje. No obstante, resulta interesante notar que aún no han desarrollado alianzas con otros actores ni tienen como fortaleza la creación de una estrategia digital ni la automatización de sus procesos administrativos y académicos, tan solo se ha automatizado la matrícula.

3.2.4 *Ambiente de aprendizaje cuatro: Integración*

(59 IED - 25,8%)

Las instituciones educativas que conforman este tipo de ambiente de aprendizaje, aunque manifiestan no usar la mayoría de los espacios, tienen altos puntajes en soporte técnico tanto a los miembros de la comunidad educativa como a la IE en general. Además, tienen un mayor acceso a dispositivos digitales conexión e Internet suficiente para soportar la enseñanza y aprendizaje remotos, inversión de fondos en tecnologías digitales y acceso a suficientes recursos digitales en línea. A su vez, presentan experiencias relacionadas con las tecnologías 4.0.

Por otra parte, tanto estudiantes como docentes tienen altas competencias digitales. En particular los docentes, se caracterizan por estar cursando posgrados relacionados competencias digitales y cuentan con el apoyo de la Institución en cuanto a asignación de tiempos para la exploración de nuevas tecnologías y la integración de estas a los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

También se puede observar un trabajo integrado y fuerte desde la gobernanza, pues, tienen el puntaje más alto en cuanto a tenencia de una estrategia digital, la transformación de documentos institucionales en aras de favorecer procesos digitales de la comunidad educativa y han experimentado cambios en su currículo como consecuencia de la incorporación de procesos de transformación digital. También han incorporado tecnologías y estrategias digitales en las actividades de: definición de indicadores académicos y de gestión, reportes y estadísticas de indicadores clave, y toma de decisiones a partir del análisis de información, lo que podría indicar una cultura de sistematización y cualificación de los procesos institucionales.

3.2.5 Un quinto ambiente de aprendizaje: hacia la apropiación como cambio en la cultura de la IED y de sus ambientes de aprendizaje

Además de la clasificación lograda a través de la línea base con apoyo en los referentes teóricos y el estudio de casos, se pudo identificar las características debería tener un Ambiente de aprendizaje para la educación STEM y la apropiación social del conocimiento (denominado **Apropiación**), en la cual las IED proponen cambios de manera consciente y reflexiva a partir de la integración de acciones que llevan a un cambio en su cultura con miras a la transformación de procesos y relaciones de la comunidad educativa.

El ambiente de aprendizaje, denominado **apropiación**, cuenta con la infraestructura suficiente (espacios, dispositivos y recursos) y el soporte técnico para los diferentes miembros de la comunidad. Estos dispositivos están disponibles para las actividades académicas y para los procesos de enseñanza y de aprendizaje remotos.

Además, tanto aprendices como educadores cuentan con competencias digitales para el uso de tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y aprovechan de manera efectiva la infraestructura tecnológica de la IED. Los estudiantes, por un

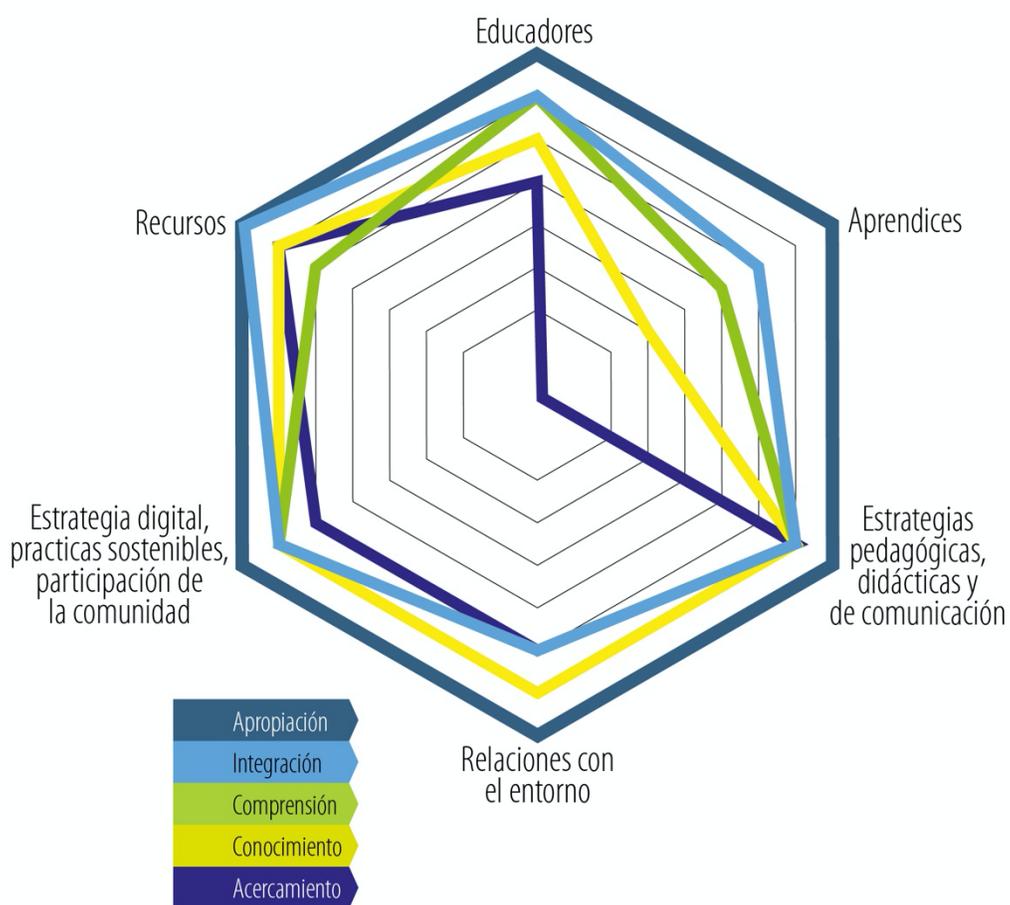
lado, viven en hogares en los que sus familias cuentan con competencias digitales y soporte técnico suficientes para los procesos de aprendizaje remotos. Por otro lado, los docentes han avanzado en el desarrollo profesional a través de formación continua y posgrados relacionados con tecnologías digitales y educación STEM; y cuentan con asignación de tiempo para la exploración y preparación de materiales y estrategias didácticas, así como para la implementación de estas. Además, los docentes se caracterizan por participar en redes y programas de desarrollo profesional o en comunidades de aprendizaje, en los que construyen aprendizaje y divulgan sus experiencias y prácticas pedagógicas.

En relación con los contenidos se puede observar un diseño curricular acorde con las problemáticas del contexto, en el que se ha dado integración curricular y, por lo tanto, se seleccionan e incorporan materiales y contenidos digitales para la apropiación social de la ciencia y la tecnología. Por lo que las estrategias pedagógicas, didácticas y de comunicación han trascendido el uso instrumental de la tecnología hacia un uso pedagógico, en el que se implementan estrategias que promueven el desarrollo de habilidades del siglo XXI, la investigación en el aula y la resolución de problemas, a partir de estrategias didácticas basadas en pedagogías activas e integración curricular. Esto permite un uso informado de los dispositivos, recursos y espacios presentes en la institución y el uso de canales de comunicación digital con la comunidad educativa.

Todo lo anterior implica que las IED que se encuentran en **apropiación** han trascendido su ambiente inmediato, para establecer relaciones y alianzas con empresas, universidades, parques y museos, para fortalecer y enriquecer sus procesos de formación y actividades extracurriculares con los estudiantes. Pero, también, estas alianzas les permiten divulgar sus experiencias para realimentarlas y transformarlas. Vale la pena aclarar que todo lo anterior es posible debido a la existencia de una

estrategia digital consolidada, en la que tanto prácticas de gestión como educativas se han transformado desde el enfoque educativo STEM de la institución y han incorporado prácticas sostenibles para el uso responsable del agua, la reducción de consumo energético y la generación de energías alternativas.

La relación de las características de los cuatro tipos de ambientes de aprendizaje identificados y el quinto tipo propuesto como un ambiente de aprendizaje de apropiación se pueden ver en el siguiente diagrama radial.



3.3 Delimitación de componentes de un ambiente de aprendizaje de Apropiación de la Educación STEM

31

Para definir los componentes de un ambiente de aprendizaje para la educación STEM se consideraron las definiciones de Apropiación Social del conocimiento y Ambientes de Aprendizaje así:

Sobre la apropiación social del conocimiento:

Se genera mediante la gestión, producción y aplicación de ciencia, tecnología e innovación, es un proceso que convoca a los ciudadanos a dialogar e intercambiar sus saberes, conocimientos y experiencias, promoviendo entornos de confianza, equidad e inclusión para transformar sus realidades y generar bienestar social (MinCiencias 2020).

En la apropiación se tienen en cuenta:

- El reconocimiento del contexto
- La participación de todos los actores
- El diálogo de saberes y conocimientos
- La confianza de los actores
- Y la reflexión crítica

Sobre los ambientes de aprendizaje:

Según el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP, 2016), los ambientes de aprendizaje son:

“apuestas de una comunidad académica por nuevas formas de relación con los aprendizajes. Surgen, principalmente, de una preocupación genuina de un docente o grupo docente por las necesidades de aprendizaje de sus

estudiantes. Estas apuestas se alimentan de reflexiones profundas de los docentes por su ejercicio profesional; por la forma en que configuran los espacios de aprendizaje, y por las maneras en las cuales estos proponen los procesos. En este sentido, los ambientes de aprendizaje se configuran como escenarios de interacción en los que se proponen otras formas posibles de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje.” (p. 240).

Según UNESCO (2012, 2019, 2020):

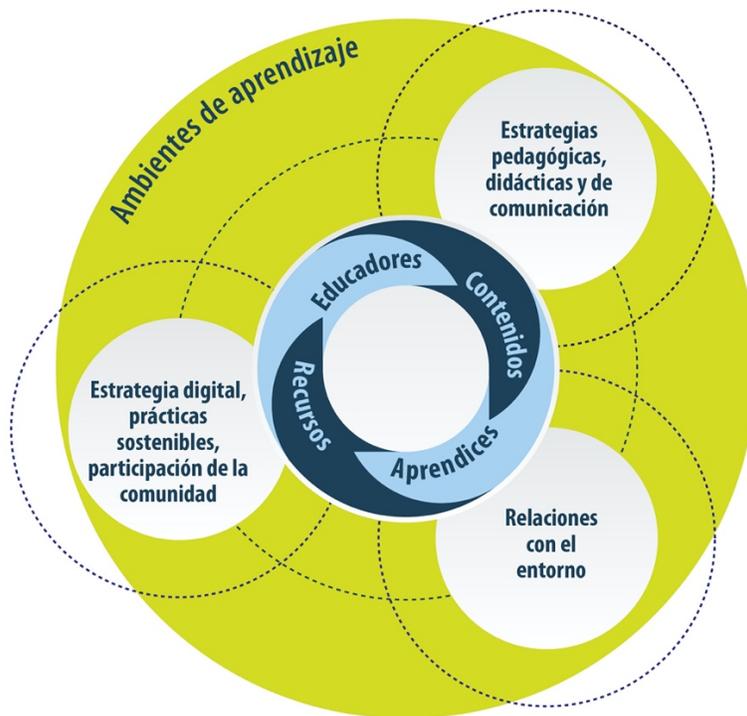
- Los espacios de aprendizaje como aulas de clase y laboratorios, la escuela, la comunidad y el sistema educativo hacen parte del ambiente de aprendizaje.
- Las escuelas del S. XXI requieren ambientes de aprendizaje inteligentes, inclusivos y sostenibles.
- Todos los actores del sistema educativo deben ser agentes de cambio en el ambiente de aprendizaje.

De acuerdo con lo anterior se reconocen los siguientes referentes:

- a. El modelo de la OCDE (2017) en el que se encuentra como centro el aspecto pedagógico y que presenta cuatro elementos principales: los recursos, los contenidos, los educadores y los estudiantes.
- b. Tres componentes que se deben considerar como parte de los ambientes de aprendizaje para la educación STEM y la apropiación social de la ciencia y la tecnología y que se relacionan con los elementos propuestos por la OCDE: Estrategias pedagógicas, didácticas y de comunicación; Relaciones con el entorno; Estrategia digital, prácticas sostenibles y participación de la comunidad.

La siguiente imagen presenta la propuesta de componentes de un ambiente de aprendizaje para la educación STEM:

33



A continuación, se precisan estos referentes.

3.3.1 Componentes propuestos por la OCDE en su manual para un entorno de aprendizaje innovador

Teniendo como núcleo lo pedagógico, la OCDE propone los siguientes elementos como básicos en un ambiente de aprendizaje:

- *Los aprendices*
- *Los educadores*
- *El contenido*
- *Los recursos*

Estos elementos básicos están conectados dinámicamente, es decir, se dan conexiones entre ellos de manera natural y ligada a la cultura de las instituciones. Dan forma a lo que sucede y posibilitan dinámicas de innovación en las que pueden repensarse las formas de enseñanza y reconocerse las maneras en que se aprende, lo que repercute en aspectos como la evaluación, la integración de áreas a partir de la colaboración entre docentes, los tiempos y agrupación de los estudiantes, entre otros.

3.3.2 Estrategias y relaciones

Estrategias pedagógicas, didácticas y de comunicación. Se relacionan con los usos de la infraestructura y dispositivos con los que se cuenta; las prácticas pedagógicas que involucran es uso de herramientas digitales, en la nube, para la colaboración; la manera como se gestionan las comunicaciones formales; el desarrollo de contenidos digitales como recursos de apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje; los canales digitales de comunicación usan los docentes para comunicarse con el resto de la comunidad educativa; las plataforma de interacción con padres de familia; el uso de entornos de aprendizaje virtual y de tecnologías de la industria 4.0.

Relaciones con el entorno. Refiere programas y aliados en la institución como por ejemplo Saber Digital, universidades; el objetivo con el que se han llevado a cabo dichas alianzas como formación de docentes, actividades con estudiantes, potenciar la enseñanza y aprendizaje remotos; desarrollo de proyectos, actividades o experiencias STEM/STEAM, entre otros.

Estrategia digital, prácticas sostenibles, participación de la comunidad. Tiene que ver con aspectos como el uso de redes sociales con fines de divulgación;

creación de comunidades de práctica y/o aprendizajes virtuales; aplicación de prácticas de sostenibilidad como reducción de consumo energético, programa institucional asociado al uso responsable del agua, la implementación de tecnologías para hacer uso eficiente y control del sistema eléctrico; tenencia de una estrategia de adopción de tecnologías digitales; participaron de la comunidad en el diseño e implementación de la estrategia de adopción de tecnologías digitales; transformación de los documentos institucionales en aras de favorecer procesos de transformación digital; procesos automatizados como inscripciones, matrículas, votaciones de gobierno escolar, actualización de datos de la comunidad educativa; incorporación de tecnologías y estrategias digitales en las actividades como definición de indicadores académicos y de gestión; toma de decisiones a partir del análisis de información.

3.4 Ambiente de aprendizaje de Apropiación

Como se explicó en el desarrollo de resultados de la Línea base, la identificación de cuatro tipos de ambientes de aprendizaje en las IED también permitió determinar las características de un ambiente de aprendizaje para la apropiación de la educación STEM. A continuación se describen las características de este tipo de ambiente de aprendizaje teniendo en cuenta los componentes definidos previamente.

Componentes	Ambiente de aprendizaje de Apropiación
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • La IE cuenta con dispositivos como: Computadores, Tabletas, Equipos de producción audiovisual, Teléfonos digitales, Kits robótica, Kits de electrónica, Sensores, Arduinos, Dispositivos de IoT, Tecnologías de fabricación digital, (impresora 3D, cortadora láser, ruteadora, etc.) • Cuentan con espacios como: Laboratorio de fabricación digital (FabLab), Laboratorio de creatividad y/o innovación, Plataforma virtual de aprendizaje, Laboratorio de física,

Estudio de grabación de audio y video, Bibliotecas digitales, Laboratorio de electrónica, Laboratorio de artes, Repositorios, Laboratorio de robótica, Contenido Open Access.

- La IE cuenta con soporte técnico acorde con su infraestructura y dispositivos tecnológicos.
- Las familias y acudientes reciben soporte técnico suficiente para ayudar a los estudiantes con el aprendizaje remoto
- La IE tiene Sitio Web
- La IE cuenta con redes sociales (Facebook, Instagram, otras)
- Hay disponibilidad de dispositivos tecnológicos para el desarrollo de la actividad académica
- Hay acceso a suficientes recursos digitales en línea
- Se cuenta con plataformas o ambientes virtuales de aprendizaje como: Moodle, Edmodo, Google for education o Microsoft 365 Education
- Se cuenta con las herramientas para actividades sincrónicas como Zoom, Google Meet o Microsoft Teams.
- La IE cuenta con materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología

Aprendices

- Cuentan con competencias digitales requeridas para el uso de tecnologías digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Se involucran fácilmente con el aprendizaje remoto
- Aprovechan la infraestructura y dispositivos tecnológico con que cuenta la IE en sus procesos de aprendizaje.
- Se comunican con los docentes y compañeros a través de canales digitales para favorecer sus procesos académicos
- Tienen acceso a dispositivos digitales que faciliten la enseñanza y aprendizaje presencial y remoto.
- Tienen conexión a internet confiable para la enseñanza y aprendizaje remotos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Viven en un hogar en el que sus familiares cuentan con competencias digitales suficientes para la enseñanza y el aprendizaje remotos
Educadores	<ul style="list-style-type: none"> • Avanzan en procesos de desarrollo profesional docente (postgrado y formación continua) • Hay docentes interesados en cursar o ha cursado un posgrado relacionado con competencias digitales, tecnologías 4.0 y educación STEM. • Cuentan con competencias digitales requeridas para el uso de tecnologías digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje. • Cuentan con el tiempo suficiente para responder a los mensajes de los estudiantes tras la clase remota. • Cuentan con asignación de tiempo para la planeación y desarrollo de la clase presencial y de forma remota • Cuentan con tiempo suficiente para la preparación de material para la enseñanza presencial y remota • Usan la tecnología para mantenerse en contacto con sus pares y estudiantes • Tienen las condiciones para explorar nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales. • La institución cuenta con docentes que lideran la educación STEM y la apropiación de la Ciencia en la IE • Los docentes participan de redes y programas de desarrollo profesional que favorecen el uso de tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje • Los docentes tienen formación en habilidades del siglo XXI, Investigación en el aula, Estrategias didácticas basadas en pedagogías activas, integración curricular, entre otras
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Se diseñan contenidos digitales propios para las áreas y la integración curricular • Se Aborda materiales y contenidos para la apropiación de la ciencia y la tecnología.

- Integración curricular a partir problemas del contexto.
- Se desarrollan experiencias para la incorporación de tecnologías 4.0 en la institución educativa (Por ejemplo, fabricación digital, realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial, internet de las cosas, computación en la nube, Big data, analítica de datos, simulación 3D, drones)

Estrategias pedagógicas, didácticas y de comunicación

- Se usa el correo electrónico institucional para gestionar las comunicaciones formales
- Se desarrollan contenidos digitales como recursos de apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje
- Hay uso de herramientas ofimáticas y trabajo colaborativo en la en la nube
- Se desarrolla trabajo colaborativo síncrono usando herramientas digitales en línea
- En las clases se usan espacios como: Laboratorio de fabricación digital (FabLab), Laboratorio de creatividad y/o innovación, Plataforma virtual de aprendizaje, Laboratorio de física, Bibliotecas digitales, Estudio de grabación de audio y video, Laboratorio de electrónica, Laboratorio de artes
- Repositorios, Laboratorio de robótica, Contenido Open Access, Diferentes dispositivos tecnológicos y recursos como computadores, tabletas, equipos de producción audiovisual, teléfonos digitales, kits robótica, kits de electrónica, sensores, arduinos, dispositivos de IoT y tecnologías de fabricación digital (impresora 3D, cortadora láser, ruteadora, etc.), median los aprendizajes
- Las redes sociales (Facebook, Instagram, otras) sirven como canal de comunicación y difusión de información a la comunidad educativa.
- Se usan ambientes virtuales de aprendizaje – plataformas como Moodle, Edmodo, Google for education, Microsoft 365 Education
- Se usan herramientas para actividades sincrónicas como Zoom, Google Meet y Microsoft Teams

	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación constante de las estrategias implementadas por la IE para la adopción de tecnologías digitales • Hay reconfiguración del uso instrumental de la tecnología hacia el uso pedagógico. • Se implementan estrategias que promueven el desarrollo de habilidades del siglo XXI, la investigación en el aula y la resolución de problemas a partir de estrategias didácticas basadas en pedagogías activas e integración curricular.
Relaciones con el entorno	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con aliados para el desarrollo de iniciativas relacionadas con educación STEM y apropiación de la ciencia. • Las alianzas con las que se cuenta aportan a los procesos de formación de docentes, actividades extracurriculares con estudiantes, desarrollo de Medía Técnica, ferias de ciencia y tecnología, participación en eventos, aprendizaje remoto. • La IE promueve el acceso de los estudiantes a espacios para desplegar experiencias de aprendizaje como universidades, empresas, museos, bibliotecas, entre otras
Estrategia digital, prácticas sostenibles, participación de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Existe uso de redes sociales con fines de divulgación, incorporación o replicabilidad en experiencias educativas • Las instituciones cuentan con programas institucionales asociado al uso responsable del agua, así como una gestión de los residuos sólidos que se producen en la institución educativa (GIE-PS) Solo con dos. • Se tiene una estrategia de adopción de tecnologías digitales • Los diferentes actores de la comunidad educativa participan en el diseño e implementación de la estrategia de adopción de tecnologías digitales • Aplica prácticas de sostenibilidad como: estrategias y/o experiencias asociadas a la reducción de consumo energético, tecnologías para la generación de energías alternativas, programa institucional asociado al uso responsable del agua e implementación de tecnologías para hacer uso eficiente y control del sistema

- Hay transformación de documentos institucionales en aras de favorecer procesos de transformación digital en su comunidad educativa.
- Se experimentan cambios en el currículo como consecuencia de la incorporación de procesos de transformación digital
- Existen procesos automatizados como: inscripciones, matrículas, votaciones de gobierno escolar, actualización de datos de la comunidad, préstamo de equipos, servicios de apoyo y bienestar, registro de seguimiento de enfermería o psicología, entre otros.
- Han incorporado tecnologías y estrategias digitales en las actividades como: definición de indicadores académicos y de gestión, reportes y estadísticas de indicadores clave, toma de decisiones a partir del análisis de información.
- Evaluación constante de las estrategias implementadas por la IE para la adopción de tecnologías digitales
- Se estructuran redes para compartir y fortalecer experiencias
- Se articulan esfuerzos intersectoriales e interinstitucionales para la implementación del enfoque
- Se cuenta con la sistematización de experiencias para ser transferidas.
- Se diseñan estrategias para promover la participación en actividades y experiencias relacionadas con ciencia y tecnología.
- La estrategia digital está definida a partir del análisis de resultados de aprendizaje.
- La institución educativa divulga las experiencias significativas a través de redes digitales, plataformas para transferencia de resultados, espacios digitales para el intercambio y a través del trabajo colaborativo de profesores, estudiantes y comunidad educativa.
- La institución educativa colabora con otros centros y organizaciones

4 Estrategia distrital de educación STEM para la transformación pedagógica.

41

4.1 Eje de Educación STEM

En este eje se busca desarrollar fortalezas en las IED, desde el reconocimiento del valor en el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje que potencien la integración de las disciplinas STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), tal como lo sugieren Nadelsona y Seifertb (2017), para aprender y resolver problemas transdisciplinarios.

Se propone una estrategia distrital de educación STEM integrada, entendiendo la integración como la posibilidad de aprendizaje en cualquier área a través de la ciencia y la tecnología, permitiendo así la transformación pedagógica de las instituciones educativas. Desde este enfoque integrado se retoman la definición de competencia STEM y el enfoque pedagógico dentro de la definición de STEM integrado.

UNESCO (2019) propone el concepto de competencia STEM para referirse a la capacidad de un individuo para aplicar el conocimiento, las habilidades y la actitud de STEM de manera apropiada en su vida diaria, lugar de trabajo o contexto educativo. Se consideran el “saber qué” y “saber cómo” como parte de las habilidades que requiere la cuarta revolución industrial. En esta competencia se reconocen habilidades y valores STEM:

Habilidades STEM

- Procesamiento de información: interpretación y análisis de datos

- Resolución de problemas y pensamiento de ingeniería
- Investigación científica
- Pensamiento computacional, alfabetidad digital
- *Design Thinking*, Creatividad e Innovación
- Habilidades manipulativas y tecnológicas
- Habilidades de colaboración y comunicación

Valores STEM

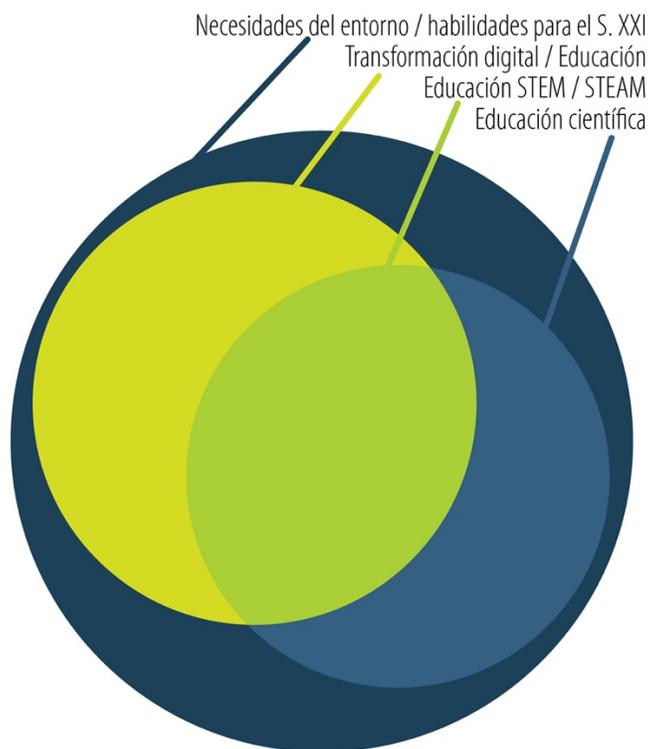
- Curiosidad
- Integridad
- Objetividad
- Mente abierta
- Diligencia y perseverancia
- Pensamiento sistemático
- Cooperatividad
- Responsabilidad
- Precisión
- Toma de decisiones éticas

De acuerdo con Kelley y Knowles (2016), la integración STEM puede desarrollarse de diferentes formas desde un enfoque que permite explorar la enseñanza y el aprendizaje no sólo de las disciplinas STEM, sino también entre estas y otras no STEM, con el propósito de mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Los enfoques de aprendizaje basado en proyectos, resolución de problemas y diseño resultan

apropiados para el diseño de experiencias STEM integrado, Kennedy y Odell (2014) plantean que los programas STEM deben incorporar:

- La tecnología y la ingeniería en los planes de ciencias y matemáticas.
- La promoción de la investigación científica y el proceso de diseño.
- Los enfoques de aprendizaje colaborativo que puedan conectar a estudiantes y educadores con las áreas STEM.
- Los puntos de vista globales y desde múltiples perspectivas.
- Las estrategias como el aprendizaje basado en proyectos desde donde se proporcionen experiencias de aprendizaje formales e informales.
- Las tecnologías para mejorar el aprendizaje.

43



Desde esta perspectiva, es innegable que, como efectos de la cuarta revolución industrial, la sociedad demanda, sin duda, de procesos de transformación digital en la educación y de una educación científica que desarrollen la competencia STEM por que no sólo integra componentes tradicionales de conocimiento, habilidades, valores y actitudes, sino también, la incorporación de otras dimensiones de la información y las tecnologías derivadas de la industria 4.0: big data, inteligencia artificial, Internet de las cosas, realidad virtual, realidad aumentada, fabricación digital, entre otras.

Para mayor información sobre los referentes normativos internacionales y los casos de éxito revisados, pueden consultarse los siguientes documentos:

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *Estudio analítico- descriptivo del contexto internacional, nacional y distrital para la educación en ciencia, tecnología e innovación.*

Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología -OCyT. (2021). *Estudio analítico - descriptivo de casos y programas en el sector educativo, con énfasis en casos exitosos y buenas prácticas en Educación STEM, Transformación digital y apropiación del conocimiento.*

4.2 Objetivo de una estrategia distrital de educación STEM

Dentro del Plan de Desarrollo Distrital: Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para la Bogotá del siglo XXI y la implementación del programa de innovación y transformación pedagógica en los colegios públicos para el cierre de brechas educativas de Bogotá, la implementación de la estrategia distrital de educación STEM responde a los objetivos de:

- Fortalecer los ambientes de aprendizaje y los procesos pedagógicos y didácticos de las IED para mejorar las habilidades comunicativas, digitales y científicas de los estudiantes y, responder a los cambios sociales, culturales y económicos del Siglo XXI.
- Mejorar el desarrollo profesional de los maestros y maestras a través de estrategias de formación docente, creación de redes y grupos de investigación y, acciones de reconocimiento social de su labor.

Dentro del contexto de demandas del entorno hacia el ecosistema educativo y la necesidad de un enfoque de la educación científica que responda a estas demandas, la estrategia se propone:

Mejorar el desempeño de las instituciones educativas y de sus actores en las áreas STEM e incrementar el interés y habilidad para aprender a través de la ciencia y la tecnología.

Como objetivos complementarios se propone:

- Reducir las brechas de participación de los actores haciendo énfasis en los enfoques de género, diferencial y de cultura ciudadana.
- Aumentar las oportunidades de interacción, participación y apropiación social del conocimiento para todos los actores de los ambientes de aprendizaje.
- Aumentar el interés por la ciencia y la tecnología y el desarrollo de vocaciones científicas en los actores de los ambientes de aprendizaje.

4.3 Educación STEM integrada y enfoque pedagógico

En tanto que la integración de la educación STEM se puede dar desde distintos enfoques, desde el fortalecimiento de las áreas STEM única y específicamente hasta

la integración curricular total con desarrollo de proyectos que combinan las áreas STEM con áreas no STEM, esta estrategia propone la integración desde el enfoque pedagógico de cada área, STEM y no STEM y el aprendizaje a través de la ciencia y la tecnología en la mayor cantidad posible de actividades de la institución educativa y por tanto, del ambiente de aprendizaje.

El enfoque pedagógico incluye:

- El énfasis en situaciones y solución de problemas reales en contextos reales (aprendizaje contextual)
- La exploración de retos para la aplicación de habilidades y competencia STEM (aprendizaje colaborativo)
- El aprendizaje basado en la investigación y exploración
- El aprendizaje basado en solución de problemas.

Y, a su vez se basa en los enfoques:

- interdisciplinario, con la integración de áreas
- transdisciplinar, combinando contenidos de áreas en situaciones reales
- neo-disciplinar, generando redes nuevas de contenido o conocimiento aprovechando los diversos escenarios del ambiente de aprendizaje

4.4 Modelo integral de implementación: Arquitectura para el despliegue de las orientaciones técnicas

Como base para la implementación de la educación STEM se ha definido una arquitectura que permita integrar sistémicamente los aspectos clave para el desarrollo de una Estrategia Distrital de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación para Preescolar, Básica y Media. Se plantea un modelo que se fundamenta en dimensiones y ejes que se deben potenciar en una IED, bajo las consideraciones y demandas

que desde el entorno emergen y plantean nuevos desafíos para el diseño de ambientes de aprendizaje más pertinentes e innovadores, que respondan a las necesidades de la sociedad en términos de desarrollo de habilidades para el Siglo XXI, cuarta revolución industrial, nuevos escenarios asociados al trabajo y la empleabilidad, así como nuevos enfoques de creación de valor desde la ciencia, la tecnología y la innovación, fundamentados en principios de sostenibilidad dentro de escenarios inciertos y complejos.

La arquitectura del modelo, se soporta en tres ejes clave que se potencian desde tres dimensiones habilitadoras, que al abordarlas integralmente, permitirán diseñar y desarrollar diferentes tipos de ambientes de aprendizaje en las IED, considerando las relaciones naturales que deben existir entre los diferentes actores que los potencian e enriquecen: estudiantes, docentes, comunidad, aliados, gestores y sector productivo, así como integrando los aspectos clave de la transformación digital, la educación STEM y la apropiación social del conocimiento. Esta aproximación de las relaciones entre ejes clave y dimensiones habilitadoras, se asegura desde dos dimensiones estratégicas que permiten abordar el desarrollo integral desde una perspectiva de gobernanza, así como del aprendizaje continuo desde procesos de monitoreo y evaluación.

En la siguiente imagen se presenta la arquitectura del modelo integral de implementación. En este se puede ver la relación entre los ejes y las dimensiones y como estas responden a la estrategia general de educación científica en el marco de las necesidades del entorno.



Entorno: demandas de la sociedad / Industria 4.0 (4R)
 Educación sostenible 2030 / Habilidades para el S.XXI
 Educación científica

Desde la lógica sistémica presentada anteriormente, se expone a continuación cada uno de los componentes fundamentales del modelo de implementación:

4.4.1 Ejes clave

Considerados como los pilares fundamentales desde la arquitectura propuesta, a partir de los que se soportan los elementos que configuran, aseguran y enriquecen los ambientes de aprendizaje y las relaciones que éstos pueden tener con los diferentes actores clave, de acuerdo con el propósito de cada ambiente de aprendizaje

diseñado y desplegado, así como del contexto en el que se desarrolla. Los ejes clave propuestos son:

- Educación STEM
- Desarrollo de capacidades pedagógicas y digitales
- Apropiación social del conocimiento

4.4.2 *Dimensiones habilitadoras*

Consideradas como las dimensiones que impulsan, significan y potencian los ejes clave, desde una mirada de creación de valor tanto para el desarrollo de la IED, así como para el desarrollo de diferentes tipos de ambientes de aprendizaje. Las dimensiones habilitadoras son:

- Gestión de la innovación educativa
- Gestión académico-administrativa
- Infraestructura física y tecnológica

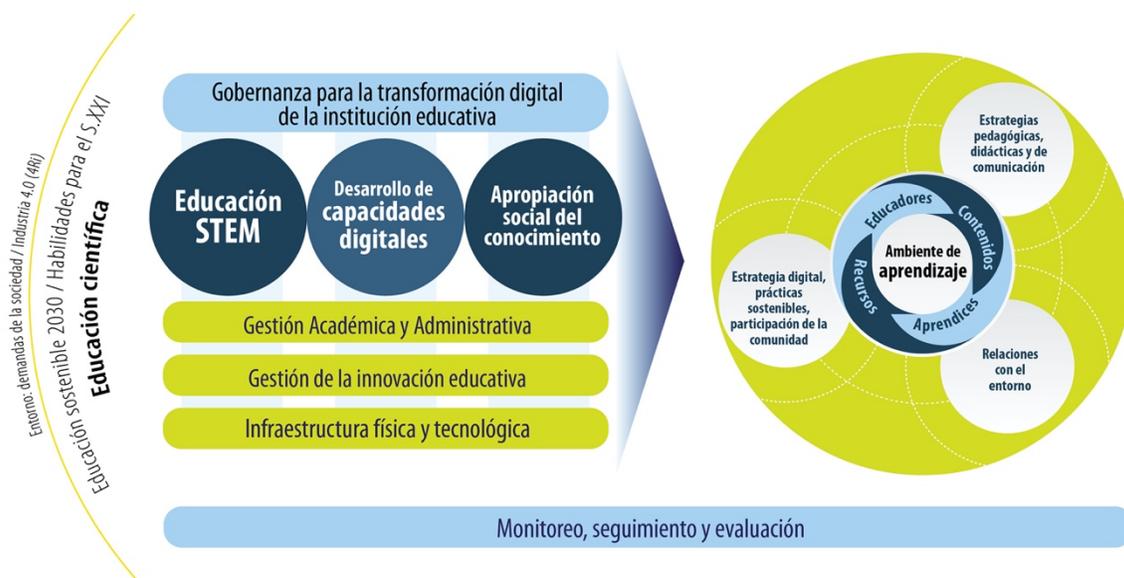
4.4.3 *Dimensiones estratégicas*

Consideradas como las dimensiones que aseguran, protegen y soportan el desarrollo integral de la IED, desde una perspectiva de potenciar la cadena de valor de la institución y que permite considerar las relaciones no sólo al interior de la IED, sino también las relaciones que deben existir con el ecosistema educativo del distrito y el país, respondiendo a las demandas de la sociedad y las tendencias a nivel nacional e internacional. Desde estas dimensiones estratégicas, es posible orientar planes tácticos, programas, proyectos y acciones, con el propósito de aportar al fortalecimiento integral y sistémico de la IED. Las dimensiones son:

- Gobernanza para la transformación digital de la institución educativa
- Monitoreo, seguimiento y evaluación

Esta última dimensión estratégica, “monitoreo, seguimiento y evaluación”, es la que tendrá la batería de indicadores que permitirán implementar por parte de la SED, modelos de evaluación del nivel de desarrollo que se va alcanzando en las IED, así como ser la base, para el desarrollo de tableros de indicadores que permiten tomar decisiones estratégicas, tácticas y operativas, de forma proactiva en la institución.

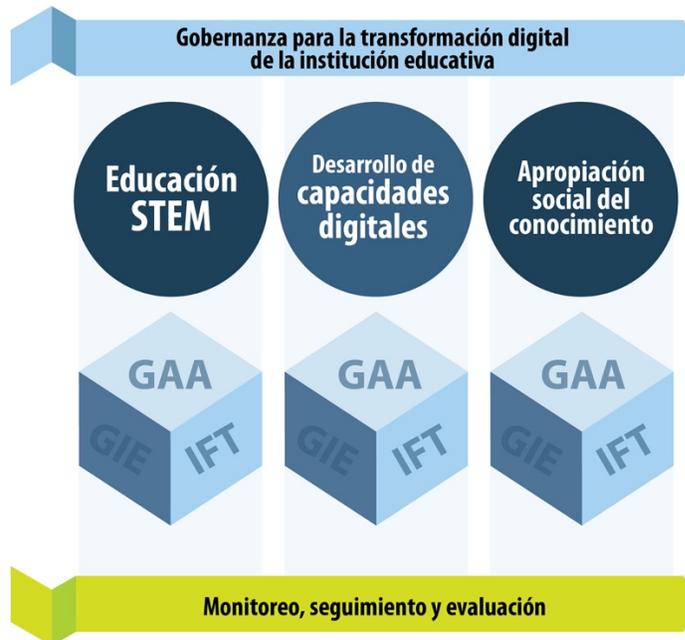
En la imagen se presenta el modelo integrado de implementación y su relación con el ambiente de aprendizaje:



4.5 Recomendaciones para la Secretaría de Educación

A partir de las definiciones descritas, a continuación, se presenta una matriz que permite comprender la relación de las orientaciones técnicas, desde una perspectiva sistémica de ejes clave, dimensiones habilitadoras y dimensiones estratégicas.

51



Principios orientadores para el eje de educación STEM desde cada dimensión:

4.5.1 Desde la dimensión de Gobernanza de la Transformación digital de la Institución Educativa:

- Formular la estrategia digital de la IED.
- Activar iniciativas operativas para el logro de la estrategia digital, identificando áreas con potencial para el cambio digital e introduciendo

nuevas ideas en los procesos, prácticas y actividades existentes en la IED.

- Liderar el proceso de transformación organizativa dentro de la IED
- Asignar responsabilidades dentro de la IED que aseguren su proceso de transformación digital.
- Proporcionar direccionamiento estratégico para el aseguramiento del cumplimiento de objetivos de desarrollo para la IED respecto a los ejes clave, dimensiones habilitadoras y dimensiones estratégicas.

4.5.2 Desde la dimensión de monitoreo, seguimiento y evaluación

- Implementar procesos de seguimiento y mejora continua desde el análisis de información e indicadores.
- Tomar decisiones y generar planes, programas, proyectos y/o acciones derivados de proceso de aprendizaje y mejora continua.
- Desarrollar rutas que le permitan a la IED evolucionar a nuevos estadios de madurez y desarrollo.

4.5.3 Desde la dimensión de Gestión académico – administrativa: Diseño y construcción

- Desarrollar un proceso de formación de docentes y directivos docentes en el enfoque educativo STEM
- Desarrollar procesos de integración curricular de áreas STEM
- Propiciar alianzas y relaciones con el entorno
- Captar fondos para dotación y/o desarrollo de experiencias

4.5.4 *Desde la dimensión de Gestión de la innovación educativa: Transformación – nuevas prácticas*

- Planear la integración curricular involucrando las conexiones disciplinares para resolver problemas del contexto
- Generar los espacios de intercambio para sistematización y transferencia de experiencias de instituciones educativas y actores del ambiente de aprendizaje
- Estructurar redes de trabajo en STEM con distintos enfoques
- Articular esfuerzos intersectoriales e interinstitucionales para la implementación del enfoque

4.5.5 *Desde la dimensión de Infraestructura física y tecnológica: Tecnología – Dotación*

- Captar de fondos para el desarrollo de experiencias y participación en actividades STEM.
- Configurar ambientes de aprendizaje STEM a partir de espacios y dispositivos y materiales y personas.

4.6 **Recomendaciones para las Instituciones educativas**

Reconociendo la importancia de la incorporación del enfoque educativo STEM en las estrategias de la SED para potenciar el diseño e implementación de innovadores y significativos ambientes de aprendizaje, se propone desde cada una de las dimensiones del modelo propuesto, las recomendaciones que resultan derivadas de los análisis tanto de los estudios técnicos, así como de la línea base y resultados de las mesas de trabajo.

Orientaciones desde las dimensiones al Eje enfoque educativo STEM

Gestión académico – administrativa	Gestión de la innovación educativa	Infraestructura física y tecnológica
<ul style="list-style-type: none"> • Generar espacios de aprendizaje flexibles, activos, inclusivos • Incorporar estrategias para el fomento de las habilidades y tecnologías de la industria 4.0 • Diseñar estrategias, planes programas y actividades para el desarrollo de habilidades para el siglo XXI, reconociendo su importancia en términos de productividad, inclusión social y desarrollo económico • Definir modelos integrales para el manejo y comprensión de información. • Diseñar y desplegar experiencias de aprendizaje para favorecer las habilidades STEM. • Implementar una ruta de capacitación para los docentes para soportar 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la ciencia y tecnología en el diseño de experiencias STEM. • Implementar proyectos dentro y fuera del aula para aplicar la ciencia a la vida cotidiana. • Incorporar tecnologías de la revolución 4.0 como parte del diseño de experiencias STEM. • Incorporar la educación STEM dentro del currículo desde una perspectiva de solución de problemas de la cotidianidad. • Integrar curricularmente en toda la IED considerando los diferentes espacios tanto en preescolar, así como en la básica y media, integrando diferentes actores del entorno. • Incorporar prácticas para el monitoreo y la evaluación del uso, acceso e impacto de las tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e implementar sistemas de información como estrategia de apoyo a la innovación. • Implementar espacios de co-creación, bajo enfoque Maker+STEM. • Diseñar y disponibilizar recursos digitales y tecnológicos que favorezcan el diseño de experiencias STEM. • Implementar programas para facilitar y fomentar el acceso y uso de las TIC como apoyo a la consolidación de la Sociedad del Conocimiento.

<p>la estrategia STEM de la IED.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conformar y/o fortalecer grupos, clubes o semilleros de investigación y desarrollo tecnológico, en articulación con redes, organizaciones sociales y culturales para la gestión del conocimiento y la innovación. • Diseñar programas de difusión y apropiación de los resultados de ejercicios de experimentación científica y tecnológica. • Producir, preservar y divulgar la producción de materiales educativos en diversos formatos. 	<p>digitales en la educación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño y despliegue de prácticas educativas innovadoras y con pensamiento científico. • Desarrollar estrategias para el uso efectivo de la información para la innovación, el desarrollo sostenible y el bienestar social. 	
---	---	--

5 Plan Saber Digital 4.0: transición hacia un modelo integral para la transformación de las IED

56

5.1 Antecedentes de Saber Digital

El Plan Saber Digital tiene como referente el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (2007- 2019), en el cual se identificaron dos puntos esenciales: Formación y promoción del espíritu científico, innovador y del conocimiento, y habilidades de la población; y el de infraestructura para la ciencia, la tecnología y la innovación.

Desde esta perspectiva, el Plan Saber Digital surge como modelo que propende al fortalecimiento y consolidación de innovación mediada por TIC por medio del desarrollo de competencias del siglo XXI como la colaboración, el pensamiento crítico, la comunicación, la autonomía y la creatividad. Adicionalmente, busca aportar al uso y apropiación de las tecnologías digitales en ambientes de aprendizaje, a través de los cuales fuera posible reconocer el progreso en la construcción de una cultura ciudadana donde estudiantes, docentes, padres de familia y directivos son protagonistas del progreso y desarrollo de la ciudad.

Por otro lado, el Plan Saber Digital tenía un enfoque en el uso y apropiación de las TIC centrado en la interacción entre la tecnología, el aprendizaje y la gestión educativa. Importante mencionar, que Saber Digital se refiere al uso y desarrollo de las tecnologías, la informática y la comunicación, para acceder y compartir conocimiento con el fin de promover ciudadanías activas, que aporte a la transformación de realidades y la construcción de nuevas maneras de comunicación a través del pensamiento tecnológico, el trabajo colaborativo

y las redes de aprendizaje (Universidad EAFIT, 2017).

De acuerdo con lo anterior, el horizonte estratégico del Plan visiona que los niños, niñas y jóvenes del distrito desarrollen la capacidad de aprender a aprender y su saber digital, de cara a los retos del ciudadano de la sociedad de la información y el conocimiento.

Por otra parte, se espera que con el acompañamiento del proyecto a las instituciones educativas sea posible cumplir la misión de desarrollar capacidades y competencias que permitan la transformación permanente de los ambientes de aprendizaje, en la puesta en marcha de iniciativas innovadoras que integran el uso de las tecnologías digitales.

Adicionalmente, se busca con el Plan Saber Digital contribuir a alcanzar los objetivos del Distrito Capital y que dan origen al marco de acción de diferentes proyectos de la Secretaría de Educación. Así, desde el comienzo Saber Digital sostuvo que sus 4 pilares estratégicos serían:

- Promover políticas y prácticas para aumentar la disponibilidad de la infraestructura física y tecnológica para el fortalecimiento de ambientes de aprendizaje, a través de estrategias soportadas en la sostenibilidad, la conciencia ambiental y los principios energéticos.
- Fortalecer en la comunidad educativa del distrito, las competencias y capacidades propias del Saber Digital y su relacionamiento con los otros saberes y lenguajes, mediante el uso de las tecnologías digitales.
- Instaurar, con la comunidad educativa, un sistema de gestión de la innovación que asegure, en las instituciones educativas del Distrito, el

buen uso de los recursos, la implementación de políticas de transformación institucional y el empoderamiento de los actores involucrados.

- Fortalecer los mecanismos digitales de circulación de contenidos y conocimientos que permitan a directivos, docentes y estudiantes, compartir sus experiencias, aprendizajes y prácticas.

Por otro lado, se define dentro del Plan Saber Digital tres fases para su despliegue:

- Fase 1: Activación y caracterización
 - Caracterización
 - Conocimiento, uso y apropiación TIC y ambiente escolar (docente, directivo)
 - Infraestructura eléctrica y conectividad
- Fase 2: Intervención
 - Aprendizaje
 - Tecnología
 - Gestión
 - Circulación de contenidos y conocimientos
- Fase 3: Innovación
 - Ambiente de aprendizaje (Días Saber Digital, talleres con monitores)
 - Gestión innovadora (equipo de gestión TIC, Plan Maestro de aprendizaje digital)
 - Circulación de contenidos y conocimiento (experiencias significativas, boletín Saber Digital)
 - Plataformas tecnológicas (aulas virtuales, soporte tecnológico)
 - Seguimiento, monitoreo, evaluación (resultados de la caracterización, visualización, sistemas de información)

El Plan Saber Digital plantea un modelo para lograr una intervención integral desde cinco líneas estratégicas interrelacionadas:

- Infraestructura Física y Tecnológica
- Ambientes de Aprendizaje y Colaborativos
- Gestión de la Innovación Educativa
- Circulación de Contenidos y Conocimientos y Monitoreo
- Seguimiento y Evaluación

Sin duda, los avances del Plan Saber Digital han permitido iniciar una ruta de trabajo con las IED desde la perspectiva de los objetivos trazados, y ha aportado al desarrollo proyectos y capacidades en las IED involucradas, es importante mencionar que el desarrollo integral del modelo propuesto para lograr una intervención sigue teniendo unos desafíos que, sin duda, ponen en evidencia la necesidad de plantear una transición a un modelo de transformación para las IED que responda a los desafíos que se han identificado en su desarrollo como:

- Consolidar un grupo de gestión de tecnología que acompañe los procesos de TI en la institución.
- Carencia de lineamientos estratégicos para la gestión de proyectos TI.
- Ausencia de un concepto de arquitectura TI que alinee las herramientas tecnológicas con los objetivos institucionales.
- Dificultades para la gestión de servicios TIC (conectividad, mantenimiento correctivo y preventivo).
- Falta de seguimiento y monitoreo a las cifras asociadas a la tecnología al interior de instituciones educativas.
- Ausencia de desarrollo de capacidades técnicas para el manejo de tecnología.

- Carencia de beneficios a causa de inversiones poco efectivas para las necesidades de los actores institucionales.
- Dificultades en transferencia e información en procesos de soporte técnico.
- Ineficiencia en los procesos comunicativos y en el flujo de información entre actores territoriales, instituciones educativas y aliados estratégicos.
- Falta de políticas para transferir conocimiento a las instituciones educativas en relación con la compra y adquisición de tecnología.

Además de estos desafíos, que aún persisten en diferentes escalas y que se evidencian en los resultados de línea base, también surgen nuevas necesidades de articulación y definición de planes de acción, que permitan, por ejemplo, considerar la visión del Plan Decenal de Educación -PNDE- 2016-2026, desde donde se busca desarrollar pensamiento crítico, creatividad, curiosidad, valores y actitudes éticas, y se fomenta el respeto de la diversidad étnica, cultural y regional, así como la participación activa y democrática en la organización política y social de la nación, en la construcción de una identidad nacional y en el desarrollo de lo público.

Adicional al Plan Decenal de Educación -PNDE- 2016-2026, es importante considerar algunos de los objetivos presentados en el CONPES 3975 del 2019 “Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial”, como la disminución de las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales en el sector privado y en el sector público, para facilitar la transformación digital del país.

Por otro lado, se resalta el CONPES 3988 del 2020 “Tecnologías para aprender: política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales”, que desde el ámbito educativo se menciona que las transformaciones requieren que los estudiantes desarrollen nuevas competencias acordes a los retos que plantea el siglo XXI, donde la generación del conocimiento sea un eje central que requiere que las personas, procesen y organicen información, además de ser capaces de analizarla, transformarla e interpretarla.

El mismo CONPES 3988, propone aumentar el acceso a tecnologías digitales en las sedes educativas oficiales para la creación de espacios de aprendizaje innovadores, así como impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales, para el desarrollo de competencias en los estudiantes de educación preescolar, básica y media del sector oficial, que les permita consolidar su proyecto de vida, y enfrentar los retos y oportunidades de la sociedad digital.

Se puede mencionar también, la importancia de considerar la educación para el desarrollo sostenible 2030, que invita a avanzar en el desarrollo de políticas que favorezcan esta aproximación y aporten a la transformación de los ambientes de aprendizaje, el fortalecimiento de las capacidades de los educadores, el empoderamiento y movilización de la juventud, así como acelerar acciones locales con perspectiva global.

En este sentido, se considera que los estudiantes pueden encontrar diferentes oportunidades para adquirir el conocimiento, habilidades, valores y actitudes necesario para promover el desarrollo sostenible, aprovechando los escenarios que puede proveer una institución educativa con enfoque a la educación para

desarrollo sostenible. Así mismo, los educadores pueden diseñar estrategias y encontrar oportunidades para desarrollar capacidades para fomentar la transformación social por un futuro sostenible.

A partir de estas consideraciones, tanto de lo que es el Plan Saber Digital y sus desafíos actuales, así como los elementos abordados desde planes y políticas nacionales, que se suman a posturas globales de transformación de la educación para la sostenibilidad, se plantea una propuesta de arquitectura de un modelo integral que reconoce las líneas estratégicas planteadas por el Plan saber Digital, y define un nuevo enfoque desde una perspectiva sistémica que permita a la SED desplegar planes de acción centrados en la creación de valor y transformación de las IED, con el objetivo de potenciar, dinamizar e innovar en términos de ambientes de aprendizaje.

5.2 Eje de Desarrollo de capacidades pedagógicas y digitales

El eje de desarrollo de capacidades pedagógicas y digitales, se convierte en neurálgico dentro de la estrategia de fortalecimiento y transformación de los ambientes de aprendizaje, al reconocer la importancia del desarrollo de competencias en directivos y docentes, que les permita asumir el reto de diseñar y desplegar la estrategia digital en la IED, generar programas, proyectos e iniciativas que potencien los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como el diseño de experiencias significativas e innovadoras a través de mediación TIC, que favorezcan nuevos modelos y formatos de ambientes de aprendizaje, dentro y fuera de la IED.

Dentro de las orientaciones técnicas que se sugieren para este eje desde cada una de las dimensiones habilitadoras del modelo, reconociendo, el resultado de los análisis de los estudios técnicos, la línea base y las mesas de trabajo, se pueden destacar los siguientes aspectos a considerar:

- La importancia del empoderamiento tanto a directivos como docentes de las IED, reconociendo las capacidades endógenas de la institución.
- La incorporación de novedosos modelos de mentoría y trabajo de pares, dentro y fuera de la IED.
- La consolidación de redes y/o comunidades de práctica, investigación, aprendizaje/participación de múltiples actores del ecosistema e involucrados en el diseño, despliegue y aseguramiento de los ambientes de aprendizaje.
- La adopción de plataformas abiertas y accesibles, así como de contenidos y recursos digitales educativos que potencien nuevas modalidades y brinden soporte para los procesos asociados al aprendizaje remoto.
- La participación en proyectos que involucren aliados tanto del sector productivo, instituciones de educación superior, gobierno y sociedad civil en procesos de diseño de experiencias de aprendizaje que reconocen el contexto, así como para la transferencia, apropiación y creación de conocimiento.

5.3 Modelo de redireccionamiento desde Saber Digital

Los desafíos identificados en el desarrollo de Saber Digital ponen en evidencia la necesidad de plantear una transición a un modelo donde puedan converger las necesidades de transformación digital en las instituciones educativas con la implementación y desarrollo de la educación STEM y el desarrollo de estrategias que promuevan el interés por la ciencia y la tecnología y la formación de vocaciones científicas.

Se propone un modelo de redireccionamiento que revisa las dimensiones y áreas de acción desarrollados previamente por Saber Digital; y, respondiendo a los

desafíos identificados los re-formula en un modelo donde la educación STEM y la apropiación social del conocimiento se integran a Saber Digital; y, como se explicó en el apartado referido a la implementación de la educación STEM, se propone una arquitectura que permite integrar sistémicamente los aspectos clave para el desarrollo de una Estrategia Distrital de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación para Preescolar, Básica y Media.

Como se señaló previamente, la arquitectura del modelo, se soporta en tres ejes clave (educación STEM, desarrollo de capacidades pedagógicas digitales y apropiación social del conocimiento) que se potencian desde tres dimensiones habilitadoras (gestión académico-administrativa, gestión de la innovación educativa, infraestructura física y tecnológica), que al abordarlas integralmente, permitirán diseñar y desarrollar diferentes tipos de ambientes de aprendizaje en las IED, considerando las relaciones naturales que deben existir entre los diferentes actores que los potencian e enriquecen: estudiantes, docentes, comunidad, aliados, gestores y sector productivo, así como integrando los aspectos clave de la transformación digital, la educación STEM y la apropiación social del conocimiento. Esta aproximación de las relaciones entre ejes clave y dimensiones habilitadoras, se asegura desde dos dimensiones estratégicas que permiten abordar el desarrollo integral desde una perspectiva de gobernanza, así como del aprendizaje continuo desde procesos de monitoreo y evaluación.

En la siguiente imagen se presenta la arquitectura del modelo integral de implementación. En este se puede ver la relación entre los ejes y las dimensiones y como estas responden a la estrategia general de educación científica en el marco de las necesidades del entorno.



Entorno: demandas de la sociedad / Industria 4.0 (4R)
 Educación sostenible 2030 / Habilidades para el S.XXI
 Educación científica

5.4 Recomendaciones para la Secretaría de Educación

A partir de las definiciones descritas en el eje de educación STEM, a continuación, se presentan las orientaciones técnicas, desde una perspectiva sistémica de ejes clave, dimensiones habilitadoras y dimensiones estratégicas.

Principios orientadores desde cada dimensión:

5.4.1 Desde la dimensión de Gobernanza de la Transformación digital de la Institución Educativa

- Formular la estrategia digital de la IED.

- Activar iniciativas operativas para el logro de la estrategia digital, identificando áreas con potencial para el cambio digital e introduciendo nuevas ideas en los procesos, prácticas y actividades existentes en la IED.
- Liderar el proceso de transformación organizativa dentro de la IED
- Asignar responsabilidades dentro de la IED que aseguren su proceso de transformación digital.
- Proporcionar direccionamiento estratégico para el aseguramiento del cumplimiento de objetivos de desarrollo para la IED respecto a los ejes clave, dimensiones habilitadoras y dimensiones estratégicas.

5.4.2 *Desde la dimensión de Monitoreo, seguimiento y evaluación*

- Definir batería de indicadores por eje clave y dimensión habilitadora
- Implementar procesos de seguimiento y mejora continua desde el análisis de información e indicadores.
- Tomar decisiones y generar planes, programas, proyectos y/o acciones derivados de proceso de aprendizaje y mejora continua.
- Desarrollar rutas que le permitan a la IED evolucionar a nuevos estadios de madurez y desarrollo.

5.4.3 *Desde la dimensión de Gestión académico – administrativa: Diseño y construcción*

- Actualizar a docentes y directivos docentes en habilidades digitales y pedagógicas
- Diseñar contenidos digitales propios para las IED
- Configurar estrategias y plataformas para el trabajo remoto.

5.4.4 *Desde la dimensión de Gestión de la innovación educativa: Transformación – nuevas prácticas*

- Definir una estrategia digital partiendo de análisis de resultados de aprendizaje
- Avanzar en la reconfiguración del uso instrumental de la tecnología hacia el uso pedagógico
- Potenciar el uso de contenidos abiertos
- Estructurar redes para compartir y fortalecer experiencias de transformación digital
- Reducir el consumo energético y/o generación de energías alternativas
- Desarrollar estrategias para la gestión del agua y de los residuos sólidos

5.4.5 *Desde la dimensión de Infraestructura física y tecnológica: Tecnología – Dotación*

- Actualizar herramientas y aplicaciones con que cuentan las IED
- Dotar a las IED con plataformas para la educación virtual o remota

5.5 **Recomendaciones para las Instituciones Educativas**

En la Tabla se presentan las orientaciones técnicas sugeridas para el eje de desarrollo de capacidades pedagógicas y digitales, desde la perspectiva de las dimensiones propuestas en la arquitectura del modelo para la transformación integral de las IED, así como considerando los análisis tanto de los estudios técnicos, así como de la línea base y resultados de las mesas de trabajo.

Orientaciones desde las dimensiones al Eje de Desarrollo de capacidades pedagógicas y digitales

Gestión académico – administrativa	Gestión de la innovación educativa	Infraestructura física y tecnológica
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e implementar programas para la alfabetización digital básica, el manejo de datos y el razonamiento cuantitativo. • Desplegar e integrar iniciativas con el currículo asociadas a una educación inclusiva y para la sostenibilidad. • Diseñar programas y rutas de capacitación para asegurar el uso significativo de equipos y herramientas tecnológicas puestas al servicio de la IED. • Desarrollar programas que reconozcan el perfil digital de directivos, docentes y estudiantes para el desarrollo de competencias TIC. • Desarrollar espacios institucionales que acerquen a la comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar acciones que favorezcan la mejora de habilidades de los educadores en términos enfoques educativos como el aprendizaje basado en proyectos, la cultura maker y el STEM. • Implementar espacios para reconocer experiencias de educadores expertos en STEM que inspiren y motiven el diseño de experiencias dentro de la institución educativa. • Concretar alianzas con actores de la ciudad que fomenten espacios de aprendizaje para el desarrollo de competencias para el trabajo y el emprendimiento. • Incorporar la ciencia y tecnología para el diseño de ambientes y experiencias de 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer los recursos destinados a I+D. • Aportar desde la IED al fortalecimiento y uso de plataformas virtuales y de contenidos digitales educativos existentes en distrito. • Implementación y/o actualización de infraestructura y aplicaciones digitales a través de proyectos colaborativos con terceros. • Plan de monitoreo y actualización de recursos tecnológicos de la IED. • Diseñar e implementar sistemas de información para el fomento y el apoyo a la innovación. • Implementar

<p>educativa a asuntos de contexto, cambios económicos y sociales que conlleva la incorporación de las tecnologías de la cuarta revolución industrial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar planes institucionales que promuevan el desarrollo tecnológico sostenible y la innovación dentro de la institución y el entorno de impacto directo. • Implementar programas de formación para una ciudadanía con pensamiento crítico, creativo y responsable. • Desarrollo de estrategias, programas, proyectos y actividades de formación y promoción del espíritu científico e innovador. • Fomentar espacios y oportunidades de trabajo colaborativo, movilidad, co-creación e innovación entre pares y redes locales, regionales, nacionales e 	<p>aprendizaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar tecnologías de la cuarta revolución industrial en diferentes espacios de la institución. • Certificar a los educadores a través de aliados y/o proveedores tecnológicos • Fomentar la creación de semilleros de formación virtual para docentes de la media técnica. • Incorporar tecnologías de acceso abierto para la creación y diseño de experiencias de aprendizaje. • Fomentar la participación de los educadores en estrategias de ciudad para la formación a maestros que creen, innoven, investiguen, aporten y validen, considerando el desarrollo humano, la formación situada, la reflexión metodológica y la investigación. • Crear condiciones habilitantes para la 	<p>ambientes para el fomento de las actividades científicas y tecnológicas (aulas especializadas, parques interactivos, centros comunales para clubes de ciencias).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar estrategias de vigilancia tecnológica con fines de actualización y/o innovación dentro de la institución. • Diseñar estrategias para asegurar recursos destinados a ciencia y tecnología. • Diseñar e implementar programas para facilitar y fomentar el acceso y uso de las TIC como apoyo a la consolidación de la Sociedad del Conocimiento.
--	---	---

<p>internacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear intercambios, pasantías, campamentos científicos, entre otros, tanto para educadores como para estudiantes que permitan reflexionar y aportar a las políticas de Estado en materia educativa. • Promover la producción y publicación de materiales educativos en diversos formatos • Incorporar como parte de los programas de capacitación tecnológica el contexto de la institución y necesidades de las comunidades involucrada, desde un enfoque pedagógico y de interacción. • Implementar procesos continuos de renovación curricular y extra-curricular para la promoción y desarrollo del espíritu científico, pensamiento tecnológico, innovador y emprendedor. • Promover 	<p>innovación digital en la IED, con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital de la institución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer alianzas con el sector productivo, que permita identificar las necesidades de formación que demanda el mercado en el territorio. • Fomentar la investigación y la innovación responsable. • Promover la apropiación de las tecnologías digitales para la innovación en las prácticas educativas. • Fomentar la incorporación de saberes y conocimientos sobre problemas socio-científicos y socio-tecnológicos complejos. Desarrollar competencias científicas para aportar a la empleabilidad y emprendimiento basado en conocimiento y/o tecnología. 	
---	--	--

<p>decididamente la investigación en didáctica de las ciencias en relación estrecha con la investigación en ciencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar programas para la reducción de brecha digital – alfabetización digital para todos los actores que intervienen en los ambientes de aprendizaje de la institución. • Renovar continuamente los programas de educación preescolar, básica y media, en articulación con instituciones de educación superior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar prácticas educativas con enfoque en la sostenibilidad. 	
---	--	--

6 Ambientes para la apropiación social del conocimiento

6.1 Eje de Apropiación social del conocimiento

72

Desde este eje se proponen orientaciones que favorezcan la apropiación social del conocimiento, que se genera mediante la gestión, producción y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación, desde procesos que convocan a los ciudadanos a dialogar e intercambiar sus saberes, conocimientos y experiencias, promoviendo entornos de confianza, equidad e inclusión para transformar sus realidades y generar bienestar social (MinCiencias, 2020).

Otro aspecto a resaltar en este eje, se refiere a la formación de vocaciones en ciencia, tecnología e innovación, desde donde se debe propender por el desarrollo de procesos de mediación que permitan a niños, niñas, adolescentes y jóvenes participar de diferentes prácticas relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación a partir de las cuales se identifican y se potencian capacidades y habilidades que les permitirán a mediano y largo plazo insertarse en diferentes espacios (académicos, sociales, culturales, productivos, científicos), así como fortalecer sus proyectos de vida y contribuir a la construcción de una sociedad que gestiona, valora y apropia el conocimiento (MinCiencias, 2019).

Las orientaciones de este eje al combinarlas con las del eje de educación STEM y las del eje de desarrollo de capacidades pedagógicas y digitales, sin duda impactan directamente a la educación científica y, por tanto, al desarrollo de ambientes de aprendizaje que, desde la articulación con los diferentes actores del entorno, permitan entre otras:

- Promover una cultura de pensamiento científico e inspirar a los jóvenes a utilizar el razonamiento basado en la evidencia para la toma de decisiones.
- Asegurar que los ciudadanos tengan la confianza, los conocimientos y las habilidades para participar activamente en un mundo científico y tecnológico complejo.
- Desarrollar las competencias para la resolución de problemas y la innovación, así como pensamiento crítico y analítico.
- Inspirar a niños, niñas y jóvenes a aspirar a carreras científicas, así como a otras ocupaciones y profesiones desde donde se usa de forma intensiva el conocimiento, la tecnología y la innovación.
- Potenciar la participación activa y responsable en la comunicación, los debates y las decisiones científicas públicas desde un compromiso activo de los ciudadanos.

6.2 Recomendaciones para la Secretaría de Educación

Principios orientadores en cada eje clave desde cada dimensión:

6.2.1 Desde la dimensión de Gobernanza de la Transformación digital de la Institución Educativa

- Formular la estrategia digital de la IED.
- Activar iniciativas operativas para el logro de la estrategia digital, identificando áreas con potencial para el cambio digital e introduciendo nuevas ideas en los procesos, prácticas y actividades existentes en la IED.
- Liderar el proceso de transformación organizativa dentro de la IED
- Asignar responsabilidades dentro de la IED que aseguren su

proceso de transformación digital.

- Proporcionar direccionamiento estratégico para el aseguramiento del cumplimiento de objetivos de desarrollo para la IED respecto a los ejes clave, dimensiones habilitadoras y dimensiones estratégicas.

6.2.2 Desde la dimensión de Monitoreo, seguimiento y evaluación

- Definir batería de indicadores por eje clave y dimensión habilitadora
- Implementar procesos de seguimiento y mejora continua desde el análisis de información e indicadores.
- Tomar decisiones y generar planes, programas, proyectos y/o acciones derivados de proceso de aprendizaje y mejora continua.
- Desarrollar rutas que le permitan a la IED evolucionar a nuevos estadios de madurez y desarrollo.

6.2.3 Desde la dimensión de Gestión académico – administrativa: Diseño y construcción

- Definir el origen de los materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología.
- Seleccionar los materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología.
- Distribuir los materiales seleccionados
- Involucrar otros actores que potencien la apropiación de la ciencia y la tecnología en las IED

6.2.4 *Desde la dimensión de Gestión de la innovación educativa: Transformación – nuevas prácticas*

- Diseñar ambientes de participación
- Promover la participación en actividades y experiencias relacionadas con ciencia y tecnología-

6.2.5 *Desde la dimensión de Infraestructura física y tecnológica: Tecnología – Dotación*

- Dotar las IED con materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología

6.3 Recomendaciones para las Instituciones educativas

En la Tabla se presentan las orientaciones técnicas sugeridas para el eje de apropiación social del conocimiento, desde la perspectiva de las dimensiones propuestas en la arquitectura del modelo para la transformación integral de las IED, así como considerando los análisis tanto de los estudios técnicos, así como de la línea base y resultados de las mesas de trabajo.

Gestión académico – administrativa	Gestión de la innovación educativa	Infraestructura física y tecnológica
<ul style="list-style-type: none"> • Definir el origen de los materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología. • Seleccionar los materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología. • Distribuir los materiales seleccionados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar ambientes de participación en actividades y experiencias relacionadas con ciencia y tecnología- • Potenciar las alianzas estratégicas que favorezcan la aplicación de la ciencia y la tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar planes para asegurar la disponibilidad y acceso a materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología. • Incorporar sistemas de información para el fomento de la innovación.

<ul style="list-style-type: none"> • Involucrar otros actores que potencien la apropiación de la ciencia y la tecnología en las IED. • Diseñar estrategias para la búsqueda de recursos/aliados para el desarrollo de iniciativas de apropiación social y responsable de la ciencia y la tecnología. • Fomentar el diseño de espacios para el aprendizaje de la curiosidad, indagación, investigación, bajo enfoque de proyectos y problemas. • Diseñar programas de articulación de educación media con educación técnica, tecnológica y superior para el desarrollo y promoción del espíritu científico y del pensamiento innovador. • Potenciar capacidades y habilidades que permitan insertarse en diferentes espacios no solo académicos, sino sociales, culturales, productivos y científicos, para contribuir a la construcción de una sociedad que gestiona, 	<p>en la vida cotidiana.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover el desarrollo de competencias para la generación de conocimiento desde el procesamiento, organización, análisis, transformación e interpretación de información. • Crear condiciones habilitantes para la innovación digital con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital. • Fortalecer la institucionalidad del quehacer de la ciencia, la tecnología y la innovación en la IED a través de la coordinación, articulación y divulgación de programas, proyectos y/o actividades en ciencia, tecnología e innovación. • Promover la utilización de la mega diversidad biológica (terrestre y marina) y la cultural, para afrontar el cambio climático y el manejo del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar programas para el fomento y acceso a tecnologías digitales como apoyo a la consolidación comunidades creativas.
--	--	---

<p>valora y apropia el conocimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar las asociaciones de padres que, conjuntamente con los gobiernos locales y la sociedad civil, produzcan intercambios sobre acciones ciudadanas relacionadas con el cuidado del medio ambiente, la salud y la participación. • Diseñar espacios formativos para una ciudadanía con pensamiento crítico, creativo y responsable. • Generar comunidades científicas, redes, cooperación. • Promover canales y espacios para la difusión y aplicación de los resultados investigación, experimentación científica y tecnológica. • Promover la producción y publicación de materiales educativos en diversos formatos. • Desarrollar estrategias, programas, proyectos y/o actividades para el fomento de vocaciones en ciencia, tecnología e innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar procesos de transformación desde la ciencia para aportar a la equidad en la producción, acceso y aplicación del conocimiento. • Incentivar la formación y promoción del espíritu científico, el pensamiento tecnológico e innovador y las capacidades de educadores y estudiantes, en busca del incremento de la cultura científica y tecnológica. • Incorporar las TIC para la innovación y la generación de una economía de alto valor agregado. 	
---	---	--

<ul style="list-style-type: none"> • Crear grupos y actividades extracurriculares que potencien el interés de los estudiantes por la ciencia y tecnología, y brinden orientación vocacional. • Diseñar estrategias para la vinculación colaborativa entre la educación formal, los museos, los clubes de ciencias y todos aquellos espacios dedicados a formar científicamente a niños y jóvenes. • Crear programas de articulación que favorezcan la formación de educadores, en todas sus etapas, inicial, permanente y posgrado, a los espacios donde se produce el saber científico. 		
---	--	--

6.4 Ambientes de aprendizaje para la apropiación del conocimiento

A continuación se presentan las definiciones de estos espacios formuladas por COLCIENCIAS (2015) en el documento de Lineamientos para recoocimiento de centros de ciencia:

6.4.1 Centros de ciencia

En esta categoría se clasifican espacios como: Bioespacios, Espacios para las ciencias exactas, físicas, sociales y la tecnología, Espacios de construcción ciudadana en

6.4.2 *Colaboratorios*

Institución que carece de colecciones y en la que se combinan las nociones de colaboración y laboratorio, con lo que se apunta a facilitar el encuentro abierto entre académicos, investigadores, estudiantes y público en general interesado en la conformación de espacios de aprendizaje en red que sean flexibles y participativos y permitan establecer un fondo común de recursos a disposición de los participantes (COLCIENCIAS, 2015).

Comunidad de práctica

Este tipo de laboratorio se caracteriza por estar conformado por grupos autónomos que generan conocimiento y aumentan sus capacidades a partir del uso de diferentes estrategias y herramientas sincrónicas y asincrónicas. Las personas que conforman esta comunidad no tienen necesidad de información específica para sus procesos de investigación, pero comparten intereses comunes con la comunidad (COLCIENCIAS, 2015).

Comunidad tipo consorcio

En este tipo de laboratorio confluyen comunidades con un objetivo común, que se lleva a cabo por medio de investigaciones comunitarias donde se analizan problemáticas del contexto (COLCIENCIAS, 2015).

Colaboratorio de ciencias sociales

Espacio de intercambio, reflexión y creación colectiva que se fundamenta en escenarios de trabajo colaborativo donde se comparten conocimientos y se construye colectivamente. En este laboratorio las dinámicas están determinadas

por las interacciones que provienen de la sociedad del conocimiento (COLCIENCIAS, 2015).

6.4.3 Espacios maker

Institución que no contiene colecciones y donde se combinan intereses educativos con procesos de manufactura para que las personas diseñen, prototipen y creen proyectos propios y autónomos por medio del trabajo en equipo. Los espacios maker se vinculan al movimiento maker (Maker Movement) que se fundamenta en los principios del DIY (Do It Yourself; Hazlo tú mismo) y el DIWO (Do It With Others; Hazlo con otros). El primer principio (DIY) se vincula a los procesos tecnológicos que se lideran en los espacios maker, en los cuales se busca modificar elementos existentes o darles otros usos. Se parte de procesos básicos hasta exploraciones tecnológicas sofisticadas por medio de procesos autónomos de aprendizaje, creación, reparación y modificación de dispositivos o inventos. El segundo principio (DIWO) se fundamenta en los proyectos en equipo relacionando la cultura colaborativa, el trabajo conjunto y el código abierto. En este punto convergen el saber hacer y los aprendizajes nuevos. (COLCIENCIAS, 2015)

Biblioteca Maker

Estas bibliotecas son espacios donde las personas trabajan colaborativamente, se relacionan con la comunidad, se estimula el pensamiento creativo y la búsqueda de soluciones a necesidades específicas. Son lugares para la experimentación, el juego y el aprendizaje (COLCIENCIAS, 2015).

Laboratorio maker o hacker

Institución que fomenta la investigación, la experimentación y el aprendizaje

mediante el trabajo en equipo de expertos y aficionados con intereses y conocimientos diversos, pero que convergen en el desarrollo de proyectos con alcance social (COLCIENCIAS, 2015).

Talleres ciudadanos

Institución que reúne personas con diferentes conocimientos sobre distintas disciplinas para trabajar colaborativamente en proyectos que despliegan la capacidad innovadora de la ciudadanía para su propio beneficio social, cultural o económico. Es un espacio para experimentar con otras formas de producir objetos y trabajar por medio de procesos participativos y colaborativos que propendan por el desarrollo de tejido social (COLCIENCIAS, 2015).

6.4.4 *FabLabs*

Los FabLabs o laboratorios de fabricación digital son formas de organización certificada que permiten mediante distintas técnicas digitales, la fabricación de prototipos y elementos, objetos o partes de cualquier desarrollo. Aunque la participación en los laboratorios de fabricación digital requiere de un proceso de capacitación específico se ha constituido en una de las maneras más disruptivas de transformación de las instancias de participación de comunidades educativas o de fuera de la escuela.

7 Niveles de implementación y avance

Considerando que no todas las IED tienen los mismos puntos de partida, línea base, así como diferentes niveles de desarrollo y articulaciones dentro del ecosistema, se plantean tres niveles para agrupar las IED, de tal forma que facilite a la SED desarrollar planes de acción pertinentes con cada IED, a la vez que reconoce el estadio de avance de cada una de ellas para ir empoderándolas para que sigan evolucionando desde sus capacidades desarrolladas, e ir disminuyendo las dependencias de asistencia y soporte continuo, migrando a un modelo de ecosistema red, donde cada IED independiente de su nivel de desarrollo, aporta desde las articulaciones, espacios, programas y proyectos que fomente la SED, y de esta forma cada IED ir incorporando todo aquello que estratégicamente la potencia y evoluciona, es decir, ir trazando una ruta para migrar a comunidades de práctica empoderadas, proactivas y auto lideradas.



En la imagen se muestran los niveles de desarrollo propuestos para ubicar a las IED desde la apropiación de las orientaciones técnicas a través de las estrategias y planes de acción específicos definidos por la SED, considerando la perspectiva sistémica propuesta en este documento, son:

7.1 Nivel 1 Acercamiento: Conocer/Integrar

Una IED en este nivel, se caracteriza por contar con algunos procesos definidos, algunas prácticas identificadas y algunas experiencias desarrolladas, pero aún hay falta de capacidad en varios aspectos de los ejes clave definidos en el modelo, y existe el riesgo de fracaso o entrega insostenible y desperdicio de recursos a través de una duplicación innecesaria de esfuerzos al no tener aseguradas las dimensiones habilitadoras y estratégicas.

7.2 Nivel 2 Progreso: Apropiar/Aplicar

IED que ya incorpora no sólo aspectos de los ejes clave, sino que usa planes de desarrollo para asegurar los resultados y son capaces de administrarse de manera efectiva al incorporar, gestionar y asegurar, aspectos de las dimensiones habilitadoras y estratégicas. Una IED en este nivel opera efectivamente gracias a que ha definido claramente cómo se debe realizar un proceso dado para asegurar niveles y dimensiones, sin embargo, esto no significa que todos los actores (administrativo, docentes, estudiantes, etc.) de la institución siga la orientaciones o guías generadas.

7.3 Nivel 3 Transferencia: Crear/Gestionar/Transferir

IED que se preocupa por la forma en la que gestiona la implementación del proceso de aseguramiento de ejes clave y dimensiones, además de garantizar la calidad de los resultados. La capacidad dentro de esta dimensión refleja el

grado de medición y control de los resultados y la forma en que el personal de la institución las usa para aprender, anticiparse y desarrollar planes de desarrollo futuro. Adicionalmente, por su fuerte articulación con el entorno y la creación de relaciones de valor, que aporten al desarrollo de la IED.

84

Considerando la perspectiva de ejes clave y dimensiones estratégicas y habilitadoras, se propone una implementación de las recomendaciones para las instituciones educativas que responda a las características de su ambiente de aprendizaje y de la cual se pueda hacer seguimiento al avance desde la reflexión sobre estos niveles.

Se recomienda generar una intervención centralizada, donde las instituciones educativas, a partir del diagnóstico de sus ambientes de aprendizaje y el modelo de recomendaciones e implementación integrado puede generar una ruta de trabajo propia, reconociendo y definiendo sus propias metas y sus áreas de prioridad en relación con las características y actores del ambiente de aprendizaje.

8 Evaluación y seguimiento

8.1 Definición de indicadores que orientan el diseño, desarrollo y evaluación de Ambientes de Aprendizaje para la educación STEM

85

En este documento se entenderá por Indicador como una herramienta que permitirá a las IED identificar los cambios y resultados en relación con el progreso en cuanto a la Educación STEM y a la apropiación social del conocimiento de acuerdo con los componentes establecidos para un ambiente de aprendizaje. Esto es, los indicadores posibilitarán que las IED reconozcan dónde se encuentran y hacia dónde deben dirigir sus esfuerzos para alcanzar sus metas y para el caso particular, el fortalecimiento de sus ambientes de aprendizaje.

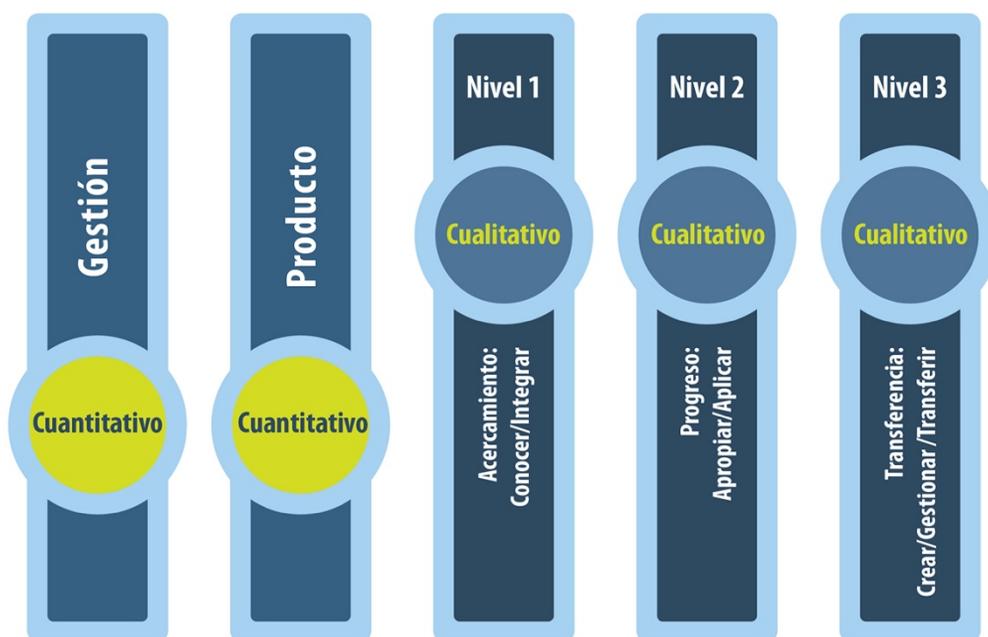
Los indicadores pueden ser cuantitativos y cualitativos. De acuerdo con el documento “Hacia la medición del impacto de las prácticas de apropiación social de la ciencia y la tecnología: propuesta de una batería de indicadores” propuesto por Maloka y el ICyT (2015), los primeros miden resultados de acuerdo con recursos y materiales económicos dispuestos. Los segundos, consideran los resultados en términos de cambios bajo la visión y participación de diferentes actores y de un ejercicio de reflexión y autoevaluación de acuerdo con las condiciones particulares de dichos actores.

Partiendo de lo anterior, se presentan, a continuación, una batería de indicadores cuantitativos y cualitativos. Los primeros, cuantitativos, se formulan teniendo en cuenta los lineamientos del DNP en su documento *Guía Metodológica para la formulación de Indicadores* (2019), donde se plantea que existen indicadores de gestión, cuyo objetivo es cuantificar y medir dos elementos como cantidad de insumos utilizados o acciones realizadas e indicadores de producto cuyo objetivo es cuantificar y medir, por ejemplo, bienes y servicios entregados, beneficiarios de

bienes y servicios entregados.

Los segundos, cualitativos, se espera permitan a las IED determinar los cambios bajo la visión y participación de diferentes actores y de un ejercicio de reflexión permanente, de autoevaluación y monitoreo constante que derive la gestión de acciones para fortalecer los ambientes de aprendizaje de acuerdo con las condiciones de las que se parte.

Para los indicadores cualitativos propuestos se retoman los niveles de desarrollo en los que se espera que las IED avancen. Para ello es necesario que se comprenda que los indicadores se mueven en los tres niveles. Esto a razón de que pasar de un nivel a otro requiere acercarse, conocer, comprender e integrar tecnologías y prácticas, lo que implica partir de las características, necesidades, condiciones y experiencia de cada institución educativa.



Al respecto, cada nivel puede ubicar a una IED en un proceso o momento particular, para algunos indicadores, para otros, requiere avanzar entre ellos de tal manera que puede observarse una transición y un nivel de desarrollo inicial a superior.

8.2 Indicadores Cuantitativos

Unidad de Medida: *Número / Porcentaje*

Aprendices

Indicador	Tipo de indicador	
	Gestión	Producto
Plataforma virtual para aprendizaje remoto de los estudiantes adquirida	X	
Estudiantes que participan en actividades de aprendizaje remoto		X
Infraestructura y dispositivos tecnológico para procesos de aprendizaje de estudiantes.	X	
Estudiantes que tienen acceso a infraestructura y dispositivos tecnológico		X
Estudiantes que participan en experiencias STEM		X

Educadores

Indicador	Tipo de indicador	
	Gestión	Producto
Alianzas para de desarrollo profesional docente (postgrado y formación continua)	X	
Procesos de desarrollo profesional docente (postgrado y formación continua)		X
Asignación de tiempo para responder a los mensajes de los estudiantes tras la clase remota.	X	
Respuesta a los mensajes de los estudiantes tras la clase remota.		X
Asignación de tiempo para la planeación y desarrollo de la clase presencial y de forma remota	X	
Clases presenciales y remotas planeadas		X
Asignación de tiempo para la preparación de material para la enseñanza presencial y remota	X	
Material para la enseñanza presencial y remota preparado		X
Docentes que lideran la educación STEM y la apropiación social de la Ciencia y la Tecnología en la IED		X

Contenido

Indicador	Tipo de indicador	
	Gestión	Producto
Asignación de tiempo para el diseño de contenidos digitales propios para las áreas y la integración curricular	X	
Contenidos digitales propios diseñados para las áreas y la integración curricular		X
Materiales y contenidos abordados para la apropiación de la ciencia y la tecnología.		X
Incorporación de tecnologías 4.0 en la institución educativa en diferentes actividades de la IED	X	

89

Estrategias pedagógicas, didácticas y de comunicación

Indicador	Tipo de indicador	
	Gestión	Producto
Contenidos digitales usados como recursos de apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje		X
Herramientas ofimáticas y trabajo colaborativo usadas en la nube		X
Trabajo colaborativo síncrono usando herramientas digitales en línea		X

Actividades de clases en las que se usan espacios como: Laboratorio de fabricación digital (FabLab), Laboratorio de creatividad y/o innovación, Plataforma virtual de aprendizaje, Laboratorio de física, Bibliotecas digitales, Estudio de grabación de audio y video, Laboratorio de electrónica, Laboratorio de artes, Repositorios, Laboratorio de robótica, Contenido Open Access, etc.		X
Actividades de clase en las que usan diferentes dispositivos tecnológicos y recursos como computadores, tabletas, equipos de producción audiovisual, teléfonos digitales, kits robótica, kits de electrónica, sensores, arduinos, dispositivos de IoT y tecnologías de fabricación digital (impresora 3D, cortadora láser, ruteadora, etc.), que median los aprendizajes		X
Experiencias y actividades difundidas en las redes sociales (Facebook, Instagram, otras) de la IED a la comunidad educativa.		X
Actividades en las que se usan ambientes virtuales de aprendizaje – plataformas como Moodle, Edmodo, Google for education, Microsoft 365 Education		X
Actividades en las que se usan herramientas para la comunicación sincrónica como Zoom, Google Meet y Microsoft Teams.		X
Actividades que promueven el desarrollo de habilidades del siglo XXI, la investigación en el aula y la resolución de problemas		X

Relaciones con el entorno

Indicador	Tipo de indicador	
	Gestión	Producto
Alianzas para el desarrollo de iniciativas relacionadas con educación STEM y apropiación social de la ciencia y la tecnología.	X	
Alianzas conformadas para la formación de docentes, actividades extracurriculares con estudiantes, desarrollo de Medía Técnica, ferias de ciencia y tecnología, participación en eventos, aprendizaje remoto.		X
Alianzas conformadas para el desarrollo de actividades extracurriculares con estudiantes.		X
Alianzas conformadas para el desarrollo de programas de Medía Técnica.		X
Alianzas conformadas para el desarrollo de ferias de ciencia y tecnología, participación en eventos, aprendizaje remoto		X
Alianzas conformadas para la participación de estudiantes en eventos.		X
Alianzas que promueven el acceso de los estudiantes a espacios para desplegar experiencias de aprendizaje como universidades, empresas, museos, bibliotecas, entre otras.	X	
Participación de estudiantes en espacios para desplegar experiencias de aprendizaje como universidades, empresas, museos, bibliotecas, entre otras.		X

Estrategia digital, prácticas sostenibles, participación de la comunidad

Indicador	Tipo de indicador	
	Gestión	Producto
Redes sociales usadas con fines de divulgación, incorporación o replicabilidad en experiencias educativas		X
Programas institucionales asociados al uso responsable del agua.	X	
Programas institucionales asociados a la gestión de los residuos sólidos.	X	
Programa de adopción de tecnologías digitales	X	
Prácticas de sostenibilidad asociadas a la reducción de consumo energético.		X
Prácticas de sostenibilidad asociadas a la generación de energías alternativas.		X
Prácticas de sostenibilidad asociadas al uso responsable del agua.		X
Procesos automatizados como: inscripciones, matrículas, votaciones de gobierno escolar, actualización de datos de la comunidad, préstamo de equipos, servicios de apoyo y bienestar, registro de seguimiento de enfermería o psicología, entre otros.		X
Redes para compartir y fortalecer experiencias.		X

92

Experiencias STEM sistematizadas.		X
Experiencias STEM transferidas.		X
Estrategias para promover la participación en actividades y experiencias relacionadas con ciencia y tecnología diseñadas.		X
Experiencias significativas divulgadas por la institución educativa divulga las a través de redes digitales, plataformas para transferencia de resultados, espacios digitales para el intercambio y a través del trabajo colaborativo de profesores, estudiantes y comunidad educativa.		X
Actividades de colaboración con otros centros y organizaciones	X	

Recursos

Indicador	Tipo de indicador	
	Gestión	Producto
Dispositivos con los que cuenta la IED como: computadores, tabletas, equipos de producción audiovisual, teléfonos digitales, kits robótica, kits de electrónica, sensores, arduitos, dispositivos de IoT, tecnologías de fabricación digital (impresora 3D, cortadora láser, ruteadora, etc.)	X	
Espacios con los que cuenta la IED como: Laboratorio de fabricación digital (FabLab), Laboratorio de creatividad y/o innovación, Plataforma virtual de aprendizaje, Laboratorio de física, Bibliotecas digitales, Estudio de grabación de audio y	X	

video, Laboratorio de electrónica, Laboratorio de artes, Repositorios, Laboratorio de robótica, Contenido Open Access, etc.		
Sitio Web de la IED en funcionamiento		X
Redes sociales (Facebook, Instagram, otras) con las que cuenta las IED	X	
Recursos digitales en línea a los que tiene acceso la IED	X	
Plataformas o ambientes virtuales de aprendizaje como Moodle, Edmodo, Google for education o Microsoft 365 Education a los que tiene acceso la IED	X	
Herramientas para actividades sincrónicas como Zoom, Google Meet o Microsoft Teams a los que tiene acceso la IED	X	
Materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología con los que cuenta la IED	X	

8.3 Indicadores Cualitativos

Unidad de Medida: *Descripción de avance de acuerdo con niveles*

Estudiantes

95

Indicador	Niveles de desarrollo		
	Nivel 1 -Acercamiento: Conocer/Integrar	Nivel 2 -Progreso: Apropiar/Aplicar	Nivel 3 -Transferencia: Crear/Gestionar /Transferir
Desarrollo de competencias digitales para el uso de tecnologías digitales en los procesos de aprendizaje.	X	X	
Involucramiento desde el interés y la motivación en el aprendizaje remoto	X		
Aprovechamiento de la infraestructura y dispositivos tecnológico con que cuenta la IED en los procesos de aprendizaje.	X	X	
Comunicación con los docentes y compañeros a través de canales digitales para favorecer los procesos académicos	X	X	
Conexión a internet confiable para la enseñanza y aprendizaje remotos.	X		
Posesión de competencias digitales suficientes por parte de las familias para apoyar el aprendizaje remoto.	X	X	
Desarrollo de competencias para colaborar, trabajar en equipo, liderar actividades entre estudiantes y comunicarse asertivamente.	X	X	X

Interés por los problemas del contexto y por darles solución desde la ciencia y la tecnología.		X	X
--	--	---	---

Profesores

Indicador	Niveles de desarrollo		
	Nivel 1 - Acercamiento: Conocer/Integrar	Nivel 2 - Progreso: Aplicar/Transferir	Nivel 3 - Transferencia: Crear/Gestionar/Transferir
Participación en procesos de desarrollo profesional docente (postgrado y formación continua)	X	X	
Cursar un posgrado relacionado con competencias digitales, tecnologías 4.0 o educación STEM.	X	X	
Desarrollo de competencias digitales para el uso de tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje.	X	X	
Respuesta oportuna a los mensajes de los estudiantes tras la clase remota.	X	X	
Preparación y uso de material para la enseñanza presencial y remota.	X	X	X
Contacto con pares y estudiantes a través de la tecnología de la que se dispone.	X	X	X
Exploración permanente de nuevas formas de enseñanza con tecnologías digitales.	X	X	X

Liderazgo de la educación STEM y la apropiación de la Ciencia en la IED	X	X	X
Participación en redes y programas de desarrollo profesional que favorecen el uso de tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje	X	X	
Formación en habilidades del siglo XXI, Investigación en el aula, Estrategias didácticas basadas en pedagogías activas, integración curricular, entre otras	X	X	
Aplicación de competencias para colaborar, trabajar en equipo, liderar actividades entre pares, comunicarse asertivamente.	X	X	X

Contenido

Indicador	Niveles de desarrollo		
	Nivel 1 -Acercamiento: Conocer/Integrar	Nivel 2 -Progreso: Apropiar/Aplicar	Nivel 3 -Transferencia: Crear/Gestionar /Transferir
Resolución de problemas del contexto a partir de la integración curricular y el uso de metodologías activas.		X	X
Diseño de contenidos digitales propios para las áreas y la integración curricular	X	X	

Apropiación de la ciencia y la tecnología con apoyo de materiales que son utilizados para tal fin.	X		
Apropiación de la ciencia y la tecnología a través de temas que se desarrollan e integran en el aula para tal fin.	X	X	
Integración curricular a partir problemas del contexto.		X	X
Desarrollo experiencias para la incorporación de tecnologías 4.0 en la institución educativa (Por ejemplo, fabricación digital, realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial, internet de las cosas, computación en la nube, big data, analítica de datos, simulación 3D, drones)		X	X

Recursos y Estrategias pedagógicas, didácticas y de comunicación

Se aclara que los indicadores del componente *Estrategias pedagógicas, didácticas y de comunicación* se agrupan con los indicadores del componente de *Recursos*. Esto a razón de que en los indicadores cuantitativos ya se presentan los aspectos más relevantes que deben ser medidos en cuanto a la infraestructura y dispositivos con los que debe contar una IED, lo que corresponde al tipo de indicadores de gestión y de producto.

Indicador	Niveles de desarrollo		
	Nivel 1 -Acercamiento: Conocer/Integrar	Nivel 2 -Progreso: Apro- piar/Aplicar	Nivel 3 -Transferencia: Crear/Gestionar /Transferir
Gestión de comunicaciones formales en la IED a través del uso de correo electrónico	X	X	
Desarrollo de contenidos digitales como recursos de apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje		X	X
Uso de herramientas ofimáticas y trabajo colaborativo en la en la nube que fortalecen las dinámicas de aula.	X	X	
Desarrollo de trabajo colaborativo síncrono usando herramientas digitales en línea	X	X	
Uso y aprovechamiento en actividades de aula de espacios como: Laboratorio de fabricación digital (FabLab), Laboratorio de creatividad y/o innovación, Plataforma virtual de aprendizaje, Laboratorio de física, Bibliotecas digitales, Estudio de grabación de audio y video, Laboratorio de electrónica, Laboratorio de artes, Repositorios, Laboratorio de robótica, Contenido Open Access, etc.	X	X	X
Uso y aprovechamiento en actividades de aula de diferentes dispositivos tecnológicos y recursos como computadores, tabletas, equipos de producción audiovisual, teléfonos digitales, kits robótica, kits de electrónica, sensores,	X	X	X

arduinios, dispositivos de IoT y tecnologías de fabricación digital (impresora 3D, cortadora láser, ruteadora, etc. Que median los aprendizajes			
Comunicación y difusión de información institucional a la comunidad educativa a través de redes sociales (Facebook, Instagram, otras).	X	X	
Uso de ambientes virtuales de aprendizaje – plataformas como Moodle, Edmodo, Google for education, Microsoft 365 Education en actividades y estrategias diseñadas por los docentes.	X	X	
Uso de herramientas sincrónicas como Zoom, Google Meet y Microsoft Teams en actividades y estrategias diseñadas por los docentes.	X	X	
Conexión a una red de internet fiable y de alta velocidad que permite la interacción, comunicación y acceso al conocimiento.	X	X	
Evaluación constante de las estrategias implementadas por la IE para la adopción de tecnologías digitales.	X	X	X
Reconfiguración del uso instrumental de la tecnología hacia su uso pedagógico.	X	X	X
Implementación de estrategias que promueven el desarrollo de habilidades del siglo XXI, la investigación en el aula y la resolución de problemas a partir de estrategias didácticas basadas en pedagogías activas e integración curricular.	X	X	X

Relaciones con el entorno

Indicador	Niveles de desarrollo		
	Nivel 1 -Acercamiento: Conocer/Integrar	Nivel 2 -Progreso: Apro- piar/Aplicar	Nivel 3 -Transferencia: Crear/Gestionar /Transferir
Interacción con aliados para el desarrollo de iniciativas relacionadas con educación STEM y apropiación de la ciencia.		X	X
Aportes de las alianzas a los procesos de formación de docentes, actividades extracurriculares con estudiantes, desarrollo de programas de Medía Técnica, participación ferias de ciencia y tecnología y en eventos de educación STEM.		X	X
Promoción del acceso de los estudiantes a espacios para desplegar experiencias de aprendizaje como universidades, empresas, museos, bibliotecas, entre otras.		X	X

Estrategia digital, prácticas sostenibles, participación de la comunidad

102

Indicador	Niveles de desarrollo		
	Nivel 1 -Acercamiento: Conocer/Integrar	Nivel 2 -Progreso: Apro- piar/Aplicar	Nivel 3 -Transferencia: Crear/Gestionar /Transferir
Usos de redes sociales con fines de divulgación, incorporación o replicabilidad de experiencias educativas	X	X	
Diseño y desarrollo de programas institucionales asociados al uso responsable del agua, así como una gestión de los residuos sólidos que se producen en la institución educativa		X	X
Diseño y ejecución de estrategia de adopción de tecnologías digitales		X	X
Participación de los diferentes actores de la comunidad educativa en el diseño e implementación de la estrategia de adopción de tecnologías digitales		X	X
Implementación de prácticas de sostenibilidad como: estrategias y/o experiencias asociadas a la reducción de consumo energético, tecnologías para la generación de energías alternativas, programa institucional asociado al uso responsable del agua e implementación de tecnologías para hacer uso eficiente y control del sistema-		X	X

Transformación de documentos institucionales en aras de favorecer procesos de transformación digital en la comunidad educativa.		X	X
Experimentación de cambios en el currículo como consecuencia de la incorporación de procesos de transformación digital.	X	X	X
Existencia de procesos automatizados como: inscripciones, matrículas, votaciones de gobierno escolar, actualización de datos de la comunidad, préstamo de equipos, servicios de apoyo y bienestar, registro de seguimiento de enfermería o psicología, entre otros, como evidencia de la transformación digital de la IED.		X	X
Incorporación de tecnologías y estrategias digitales en las actividades como: definición de indicadores académicos y de gestión, reportes y estadísticas de indicadores clave, toma de decisiones a partir del análisis de información.		X	X
Evaluación constante de las estrategias implementadas por la IE para la adopción de tecnologías digitales.		X	X
Estructuración redes para compartir y fortalecer experiencias de educación STEM y apropiación de la ciencia y la tecnología.		X	X
Articulación de esfuerzos intersectoriales e interinstitucionales para la implementación de la educación STEM.	X	X	X

Sistematización de experiencias para ser transferidas.		X	X
Diseño de estrategias para promover la participación en actividades y experiencias relacionadas con ciencia y tecnología.	X	X	
Definición de la estrategia digital de la IED a partir del análisis de resultados de aprendizaje.		X	X
Divulgación de experiencias significativas a través de redes digitales, plataformas para transferencia de resultados, espacios digitales para el intercambio y a través del trabajo colaborativo de profesores, estudiantes y comunidad educativa.		X	X
Colaboración con otros centros y organizaciones para potenciar la experiencia de apropiación de la ciencia y la tecnología de la IED	X	X	X

9 Recomendaciones

La matriz que se representa en la Tabla sugiere algunas orientaciones de alto nivel para cada eje clave desde la mirada de cada una de las dimensiones habilitadoras, con el objetivo de empezar a identificar los elementos clave a desarrollar en una IED, a la vez que se convierten en punto de partida para las orientaciones técnicas que se presentan en mayor nivel de detalle en el siguiente apartado.

105

Tabla 1. **Matriz de principios orientadores en cada eje clave desde cada dimensión habilitadora.**

Gobernanza para la transformación digital de la institución educativa

- Proporcionar direccionamiento estratégico para el aseguramiento del cumplimiento de objetivos de desarrollo para la IED respecto a los ejes clave, dimensiones habilitadoras y dimensiones estratégicas.
- Liderar el proceso de transformación organizativa dentro de la IED
- Formular la estrategia digital de la IED.
- Activar iniciativas operativas para el logro de la estrategia digital, identificando áreas con potencial para el cambio digital e introduciendo nuevas ideas en los procesos, prácticas y actividades existentes en la IED.
- Asignar responsabilidades dentro de la IED que aseguren su proceso de transformación digital.

Educación STEM

Desarrollo de capacidades digitales

Apropiación social del conocimiento

Gestión Académica y Administrativa

- Formar a docentes y directivos docentes en el enfoque educativo STEM.
- Desarrollar procesos de integración curricular de áreas STEM.
- Propiciar alianzas y relaciones con el entorno.
- Captar fondos para dotación y/o desarrollo de experiencias.

- Actualizar a docentes y directivos docentes en habilidades digitales y pedagógicas.
- Diseñar contenidos digitales propios para las IED.
- Configurar estrategias y plataformas para el trabajo remoto.

- Definir el origen de los materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología.
- Seleccionar los materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología.
- Distribuir los materiales seleccionados.
- Involucrar otros actores que potencien la apropiación de la ciencia y la tecnología en las IED.

Gestión de la innovación educativa

- Planear la integración curricular involucrando las conexiones disciplinares para resolver problemas del contexto.
- Sistematizar experiencias para ser transferidas.
- Estructurar redes para compartir y fortalecer experiencias.
- Articular esfuerzos intersectoriales e interinstitucionales para la implementación del enfoque.

- Definir una estrategia digital partiendo de análisis de resultados de aprendizaje.
- Avanzar en la reconfiguración del uso instrumental de la tecnología hacia el uso pedagógico.
- Potenciar el uso de contenidos abiertos.
- Estructurar redes para compartir y fortalecer experiencias de transformación digital.
- Reducir el consumo energético y/o generación de energías alternativas.
- Desarrollar estrategias para la gestión del agua y de los residuos sólidos.

- Diseñar ambientes de participación.
- Promover la participación en actividades y experiencias relacionadas con ciencia y tecnología.

Infraestructura física y tecnológica

- Captar de fondos para el desarrollo de experiencias y participación en actividades STEM.
- Configurar ambientes de aprendizaje STEM a partir de espacios y dispositivos y materiales y personas.

- Actualizar herramientas y aplicaciones con que cuentan las IED.
- Dotar a las IED con plataformas para la educación virtual o remota.

- Dotar las IED con materiales para la apropiación de la ciencia y la tecnología.

Monitoreo, seguimiento y evaluación

- Definir batería de indicadores por eje clave y dimensión habilitadora
- Implementar procesos de seguimiento y mejora continua desde el análisis de información e indicadores.

10 Referencias

- Alcaldía mayor de Bogotá secretaria de educación del distrito. (2017). *Plan de Fortalecimiento de la Lectoescritura 2017-2020*.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. Plan de Desarrollo Distrital 2020-2024. Bogotá durante y después de la pandemia. Un nuevo contrato social y ambiental para el S. XXI. (2020).
- Bahrum, S., Wahid, N., & Ibrahim, N. (2017). Integration of STEM Education in Malaysia and Why to STEAM. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(6), 645–654. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v7-i6/3027>
- Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and ‘Making’ in Education: The Democratization of Invention. In *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors* (pp. 1–21). Retrieved from <https://tltl.stanford.edu/sites/default/files/files/documents/publications/2013.Book-B.Digital.pdf>
- Blikstein, P., & Krannich, D. (2013). The makers’ movement and fablabs in education: Experiences, technologies, and research. *ACM International Conference Proceeding Series*, (November), 613–616. <https://doi.org/10.1145/2485760.2485884>
- British Council. (2016). *Diálogos de política pública STEM Education for the Future Diálogos de política pública*.
- Cano, L. M., & Ángel, I. C. (2019). *Medellín Territorio STEM + H Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad*.
- Cano, L. M., & Ángel, I. C. (2019). *Medellín Territorio STEM + H Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad*.
- Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), 17–30. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>
- COLCIENCIAS - Gobierno de Colombia. Lineamientos para el Reconocimiento de Centros de Ciencia en Colombia (2015). Retrieved from papers2://publication/uuid/478D4968-793E-4855-8CF1-4A4B1D894CD1

- Comisión distrital de ciencia tecnología e innovación. (2007). *Plan de ciencia, tecnología e innovación Bogotá D.C 2007-2019. "Bogotá sociedad del conocimiento"*.
- CONPES 3975: *Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial*. (2019). Consejo Nacional de Política Económica y Social - República de Colombia.
- CONPES 3988: *tecnologías para aprender: política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales*. (2020). Consejo Nacional de Política Económica y Social - República de Colombia.
- Daza-Caicedo, S., Maldonado, O., Arboleda-Castrillón, T., Falla, S., Moreno, P., Tafur-Sequera, M., & 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. *Historia, Ciencias, Saude - Manguinhos*, 24(1), 145–164. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702017000100004>
- de Vries, M. (2018). *Handbook of Technology Education. Department of Science Education and Communication Delft University of Technology Delft, The Netherlands : Springer International Publishing AG*. Retrieved from <http://www.springer.com/series/6189>
- Flórez, R., Castro, J., Galvis, D., Acuña, L., & Zea, L. (2017). *Ambientes de aprendizaje y sus mediaciones en el contexto educativo de Bogotá. Investigación IDEP*.
- Furman, M. (2018). *Aprender ciencias en las escuelas primarias de América Latina: ¿dónde estamos y cómo podemos mejorar? Foro CILAC 2018*.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Informe - índice multivariado de uso y apropiación tic aplicación para 2019 (2019)
- Informe de resultados con el índice multivariado TIC. Progreso y participación de las diferentes estrategias del Plan para las 41 instituciones educativas distritales en Fase 3 -innovación (2018)
- Insumos para la elaboración del plan sectorial de educación. Dirección de ciencias, tecnologías y medios educativos - 25 de agosto de 2020
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

- Louis S. Nadelsona and Anne L. Seifertb. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The journal of educational research*. VOL. 110, NO. 3, 221–223. <http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>
- Macedo, B. (2016). *Educación científica. Foro CILAC 2016*.
- MinCiencias. (2020). *Lineamientos para formentar la vocación científica en niños, niñas y adolescentes*.
- Ministerio de Educación de Colombia. (2019). *Educación activa con enfoque STEM + A Estudio técnico*.
- Misión de Sabios. (2019). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Informe de la misión internacional de sabios 2019 por la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación*.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *Journal of Educational Research*, 110(3), 221–223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>
- Nota técnica Saber Digital – Documento de trabajo (2020). EAFIT- SED
- OCDE. (2017). *The Next Production Revolution. The Next Production Revolution*. <https://doi.org/10.1787/9789264271036-en>
- OCYT. (2019). *Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2019*.
- OECD. (2006). *21st Century Learning Environments. 21st Century Learning Environments*. <https://doi.org/10.1787/9789264006508-en>
- OECD. (2017). *The OECD Handbook for Innovative Learning Environments. Oecd*. <https://doi.org/10.1787/9789264277274-en>
- OECD. (2019). *Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives. Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives*. <https://doi.org/10.1787/9789264312012-en>
- República de Colombia - Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Plan Decenal de Educación 2016-2026*.
- Taheri, P., Robbins, P., & Maalej, S. (2020). Makerspaces in first-year engineering education. *Education Sciences*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/educsci10010008>
- Todd R. Kelley and J. Geoff Knowles. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education* 3-11.

- UNESCO. (2012). *A place to learn: lessons from research on learning environments. Prospects*. <https://doi.org/10.1007/BF02195654>
- UNESCO. (2015). *The Digital Transformation of Education: Connecting Schools, Empowering Learners. Harvard Business Review (Analytic Services Report)*.
- UNESCO. (2017). *In pursuit of smart learning environments for the 21st century. Current and Critical Issues in the Curriculum and Learning (Vol. 12)*.
- UNESCO. (2019). Exploring STEM competences for the 21st century. *In-Progress Reflection*, (30), 1–53. Retrieved from unesdoc.unesco.org/in/rest/anno
- UNESCO. (2020). *Designing a Contemporary STEM Curriculum. In-Progress Reflection No. 39*.
- UNESCO. (2020). *Embracing Diversity: Toolkit for Creating Inclusive, Learning-Friendly Environments*.
- Vartiainen, J., & Kumpulainen, K. (2019). Makerspaces, multiliteracies and early science education. *Enhancing Digital Literacy and Creativity*, (September), 38–52. <https://doi.org/10.4324/9780429243264-4>
- World Economic Forum. (2020). Schools of the future: Defining new models of education for the fourth industrial revolution. *World Economic Forum Reports 2020*, (January), 1–33. Retrieved from www.weforum.org