

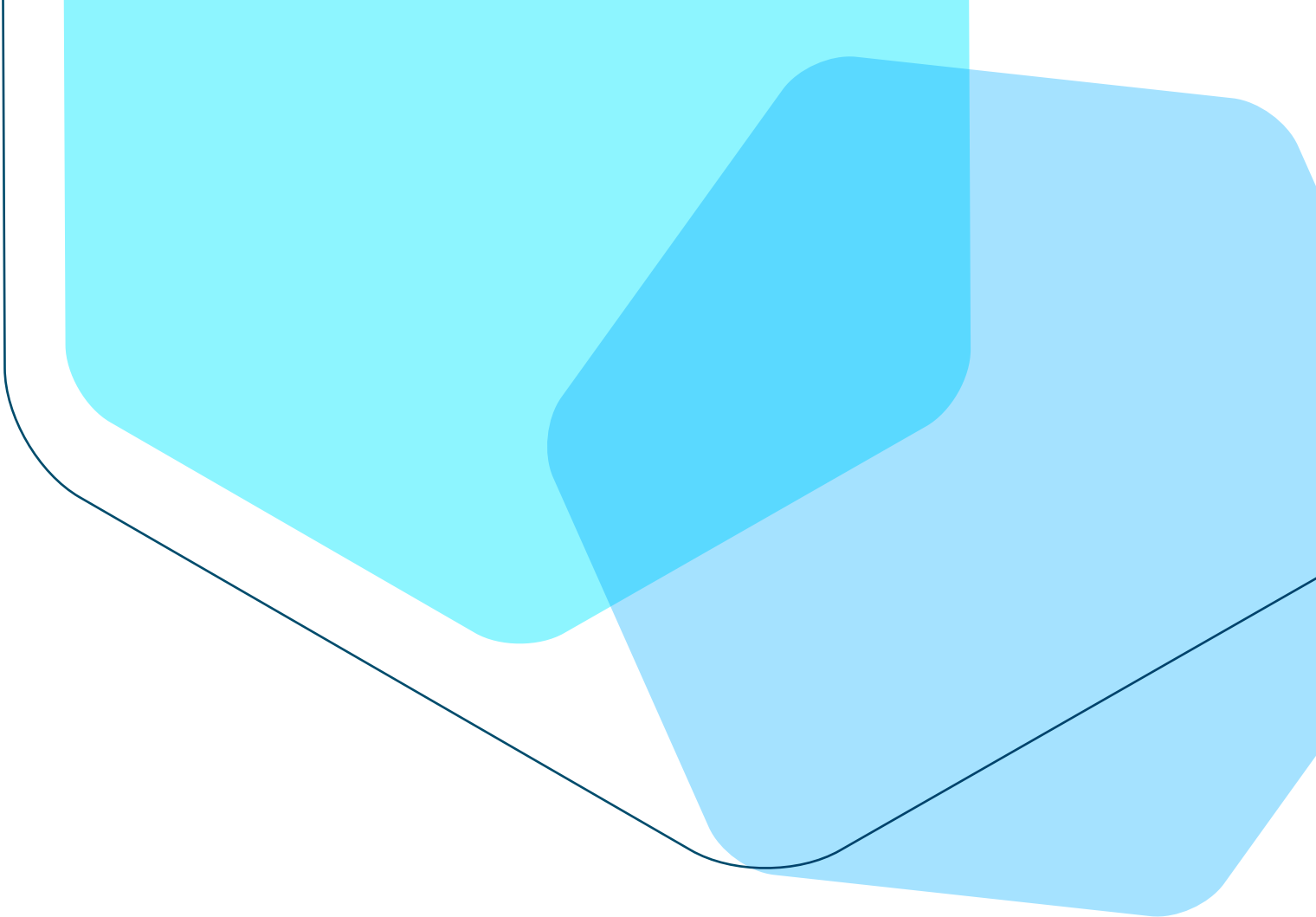


Cómo planificar la CONECTIVIDAD

Siete pasos para garantizar una
buena conexión wifi en las escuelas

Marcelo Pérez Alfaro • Thomaz Galvao
Ana Luiza Prado de Almeida • Lilian Raquel da Silva Costa





Adaptación del diseño gráfico y diagramación: Estudio LABIRIN.TO
Diseño gráfico: MOKA.Diseño

Copyright © 2026 Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Esta obra se encuentra sujeta a una Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento 4.0 de Creative Commons CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.es>).

Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

Todas las disputas que surjan en relación con esta licencia y que no puedan resolverse de manera amistosa se resolverán de acuerdo con el siguiente procedimiento. Mediante una notificación de mediación comunicada por medios razonables por usted o el licenciante a la otra parte, la disputa será sometida a mediación no vinculante de conformidad con el Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Cualquier disputa que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo, y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, su Directorio Ejecutivo ni de los países que representan.



Cómo planificar la conectividad

Siete pasos para garantizar una buena conexión
wifi en las escuelas

AUTORES

Marcelo Pérez Alfaro • Thomaz Galvao
Ana Luiza Prado de Almeida • Lilian Raquel da Silva Costa

Banco Interamericano de Desarrollo



Índice

Resumen ejecutivo	5
Introducción	7
Metodología.....	9
Paso 1: Conocer el punto de partida	10
1.1. Relevamiento inicial	11
1.2. Análisis geoespacial.....	12
Paso 2: Definir parámetros a partir de la visión de éxito	15
2.1. Indicadores de calidad	15
2.2. Parámetros de conectividad.....	17
Paso 3: Elegir la tecnología de conexión	21
3.1. Conexiones cableadas.....	21
3.2. Conexiones inalámbricas.....	22
Paso 4: Entender la infraestructura interna necesaria	24
4.1. Distribución de la señal de wifi.....	26
4.2. Mantenimiento del servicio.....	27
4.3. Seguridad digital.....	28
Paso 5: Realizar un estudio de mercado	29
Paso 6: Mapear los recursos disponibles y estimar costos	31
6.1. Fuentes de recursos.....	31
6.2. Costo por CE	32
Paso 7: Monitorear y hacer ajustes continuos	34
7.1. Ejemplos internacionales.....	35
Conclusión	37
Bibliografía	39



Resumen ejecutivo

El presente documento ofrece a los/las gestores/as públicos/as de América Latina y el Caribe una hoja de ruta clara, práctica y bien fundamentada para la planificación de la implementación de servicios de conectividad educativa en las redes de enseñanza y centros educativos.

Junto con el acceso a dispositivos digitales, recursos y plataformas educativas, competencias digitales y pedagógicas docentes, y una gobernanza robusta, la conectividad significativa en los centros educativos es uno de los cinco pilares esenciales para garantizar que las inversiones en tecnología puedan contribuir efectivamente a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, ampliar el acceso y la permanencia escolar, y aumentar la eficiencia de la gestión educativa.¹ Para que su implementación sea exitosa, es necesario garantizar que la conexión: (1) llegue al interior del centro educativo; y (2) se distribuya por sus espacios interiores, de manera que realmente sirva para las finalidades pedagógicas propuestas.

Los siete pasos sugeridos en este documento para la planificación de este proceso se derivan del análisis de la implementación de la conectividad en países de la región, así como de las lecciones aprendidas a partir del trabajo de MegaEdu – una organización sin ánimo de lucro que trabaja para llevar Internet a los centros educativos públicos de Brasil. La tabla siguiente resume los aspectos destacados de cómo realizar cada uno de los pasos.

A su vez, el proceso de contratación del servicio de conectividad – que también es fundamental para llevar Internet a los centros educativos – se describe en el documento “Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe”, complementario a este estudio. Con base en las lecciones aprendidas en las experiencias de Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Perú, Surinam y Uruguay, el informe también recomienda pasos y parámetros ideales que deben seguirse para que el proceso de licitación – que incluye la evaluación de los modelos de contratación disponibles y más apropiados, así como el diseño y la ejecución del proceso de compra – permita transformar de hecho la banda ancha en una política pública sostenible.

1. Arias Ortiz et al. (2025).

Juntos, estos dos documentos sirven como una guía técnica que detalla procesos, comparte consejos y recopila prácticas esenciales para apoyar a otros países de América Latina y el Caribe a superar retos similares, fortalecer capacidades institucionales de los sistemas educativos de la región y avanzar hacia políticas de conectividad escolar eficaces, sostenibles, equitativas y en consonancia con las prioridades pedagógicas establecidas.

Cuadro 1. Siete pasos para garantizar una buena conexión wifi en las escuelas

Pasos de la Planificación		Acciones
1	Conocer el punto de partida	Realizar un diagnóstico contextualizado de la realidad de conectividad, incluyendo el análisis geoespacial de la red.
2	Definir parámetros a partir de la visión de éxito	Determinar, a partir de un objetivo pedagógico claro, los requisitos técnicos, indicadores de calidad y parámetros de conectividad que deben seguirse en la contratación e implementación de Internet.
3	Elegir la tecnología de conexión	Entender los diferentes tipos de tecnología existentes (conexiones cableadas e inalámbricas) y definir cuál es la más apropiada para cada perfil territorial.
4	Entender la infraestructura interna necesaria	Saber medir la intensidad y la distribución de la red wifi en el centro educativo, definir criterios y plazos para el servicio de mantenimiento y elegir una solución de seguridad digital.
5	Realizar un estudio de mercado	Comparar alternativas y asegurar la viabilidad técnica, la relación costo-beneficio y la sostenibilidad de la solución seleccionada.
6	Mapear los recursos disponibles y estimar costos	Identificar las fuentes de financiamiento existentes y la viabilidad financiera de la solución wifi, y estimar la inversión necesaria a partir de costos fijos y variables.
7	Monitorear y hacer ajustes continuos	Implementar un sistema de acompañamiento que considere datos técnicos, pedagógicos y de gestión.

Fuente: Elaboración propia, con base en Giga & BCG (2021).



Introducción

La implementación de la conectividad en la educación es una prioridad global, ya que es la base para el proceso de transformación digital de los países.

Como señala la UNESCO, “el derecho a la educación es, cada vez más, sinónimo de derecho a la conectividad adecuada; sin embargo, hay desigualdad en el acceso”.² En un contexto en el que la desigualdad digital sigue siendo un reto significativo, la adopción de políticas nacionales que garanticen el acceso a Internet en todas las escuelas públicas también es un paso crucial para promover la equidad educativa.

Junto con el acceso a dispositivos digitales, recursos y plataformas educativas, competencias digitales y pedagógicas docentes, y una gobernanza robusta, la conectividad significativa en las escuelas es uno de los cinco pilares esenciales para garantizar que las inversiones en tecnología realmente contribuyan a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, ampliar el acceso y la permanencia escolar, y aumentar la eficiencia en la gestión educativa.³

Por lo tanto, la conectividad no se limita a la disponibilidad técnica de Internet. La conectividad alinearse con los uso pedagógicos previstos, para asegurar que las tecnologías digitales – que incluyen herramientas de aprendizaje adaptativo, tutores basados en IA y plataformas de gestión escolar – puedan integrarse efectivamente a la vida escolar cotidiana. Además de fortalecer los procesos administrativos, la presencia de Internet de calidad viabiliza el uso de metodologías de enseñanza innovadoras, fomenta el aprendizaje colaborativo y permite la utilización de recursos educativos digitales, mejorando los resultados educativos y contribuyendo al alcance de los objetivos y metas nacionales.

Para ofrecer una conectividad educativa significativa, dos componentes son fundamentales: **velocidad de conexión** apropiada y una buena **infraestructura de wifi**. La velocidad apropiada permite que docentes y estudiantes accedan a contenidos pedagógicos, herramientas digitales y recursos en línea de modo eficiente, mientras una red wifi bien distribuida asegura que la señal de Internet esté disponible en todos los espacios pedagógicos del centro educativo, para que su utilización pedagógica no se limite a un único espacio – por ejemplo, a un laboratorio de informática.

Para garantizar estos dos componentes en los centros educativos, es necesario realizar una planificación minuciosa y completa de la política de conectividad. En el presente documento, este proceso consta de siete pasos que abarcan desde el mapeo de la situación actual de la red en términos financieros, tecnológicos y sociales, pasando por la definición de parámetros, estudio de mercado y estimación de costos y recursos, hasta llegar al monitoreo y a los ajustes continuos. Cada una de estas etapas incluye consejos, evidencias y herramientas que pueden ayudar a gestores/as educativos/as a realizar su propia planificación para implementar la conectividad con más fundamentación y foco.

La puesta en práctica de este plan mediante el proceso de licitación es el tema del documento “Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe”, que detalla distintas maneras de contratar conectividad, así como la importancia de tener claro quién es responsable de la contratación y decidir el modelo con los proveedores. Su contenido complementa este estudio y cierra el ciclo de orientaciones sobre la implementación de la política de conectividad, aportando relatos de las experiencias de siete países en América Latina y el Caribe en esta trayectoria (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Perú, Surinam y Uruguay).

2. UNESCO (2025).

3. Arias Ortiz et al. (2025).



Metodología

Esta guía se desarrolló a partir del estudio realizado por MegaEdu con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que investigó las buenas prácticas en la implementación de soluciones wifi eficaces en centros educativos públicos de Brasil. El estudio incluyó entrevistas con más de 50 expertos/as, gestores/as públicos/as y proveedores de servicios, además de revisar más de 100 contratos de compras públicas para la sistematización de buenas prácticas.⁴

Se mencionan también algunas experiencias de Estados Unidos, Estonia, Unión Europea, España, Irlanda, Uruguay, Perú, Surinam, Costa Rica, Chile y Colombia.

⁴. El conocimiento adquirido en este estudio fue fundamental para apoyar la definición de parámetros nacionales bajo la Estrategia Nacional de Escuelas Conectadas (ENEC), una iniciativa del gobierno federal de Brasil para coordinar las diversas políticas y los recursos existentes para la agenda de conectividad. Los parámetros se oficializaron en julio de 2024, cuando el gobierno publicó la Resolución CE-ENEC nº 3. Brasil, Ministério da Educação (s.f.-a); Diário Oficial da União (2024b).

Paso 1

Conocer el punto de partida

Llevar conectividad a un centro educativo (CE) es una tarea compleja que requiere no sólo instalar cables: es necesario mapear la situación de cada CE, evaluar costos, conocer ofertas tecnológicas disponibles en la región y estructurar estrategias sostenibles de implementación.

Aunque este diagnóstico sea indispensable, realizarlo es una etapa retadora por diversos motivos. primero, porque una gran parte de la información oficial sobre conectividad – la presencia o ausencia de Internet, el tipo de tecnología utilizada (fibra, radio, satélite, móvil), la velocidad contratada o el estatus real del servicio – se basa en datos autoinformados por los propios directores escolares mediante censos institucionales, formularios administrativos o encuestas periódicas, y muchos de estos profesionales no están familiarizados con el tema, que es muy técnico. Aunque son útiles, estos datos suelen ser incompletos, subjetivos o no verificables, lo que genera inconsistencias.

Además, sigue siendo común que la información sobre conectividad escolar – proveedores, contratos activos, ubicación, velocidades, infraestructura y costos – esté dispersa entre diferentes entidades (de telecomunicaciones, educación, empresas públicas, gobiernos subnacionales, órganos reguladores). La ausencia de una coordinación institucional clara no significa falta de datos, sino que los datos están desagregados o son inconsistentes o no interoperables.

Otro problema recurrente es la dificultad para identificar la ubicación exacta de los CE y entender el territorio y los distintos contextos de los centros como parte estructural de este mapeo.

Finalmente, la mayoría de los diagnósticos nacionales se limita a verificar si hay un servicio contratado o no, sin evaluar la infraestructura interna para el uso de la conectividad con fines educativos. Esto incluye equipos, energía eléctrica, mantenimiento y soporte técnico. Así, muchos CE siguen, en la práctica, “desconectados” por falta de infraestructura interna funcional de capacidad local de gestión.⁵

Para hacer frente a estos problemas, es importante considerar el relevamiento de información básica y relevante, y realizar un análisis geoespacial que comprenda con precisión la realidad tecnológica, geográfica, financiera y social del entorno de cada centro educativo.

5. Esto es lo que ocurre en países como Surinam, Colombia y Chile, tal como se detalla en “Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe” de Méndez et al. (2026)

Investigaciones estadísticas con este foco pueden ayudar a enriquecer las discusiones iniciales sobre el tema, pero, idealmente, este análisis debe realizarse con datos censitarios, ya que contar con estos datos del CE contribuye a la planificación e implementación de las políticas públicas. **Así, este relevamiento inicial debe responder a preguntas sencillas, pero fundamentales, como:**

- > ¿Cuántos CE existen en el sistema público de educación y dónde se ubican?
- > ¿Cuántos, entre ellos, ya cuentan con contratos de Internet activos?
- > ¿Cuál es la calidad del servicio contratado?
- > ¿Cuál es el precio medio pagado por los servicios?
- > ¿Cuál es la ubicación de las redes de conectividad con relación a la ubicación de los CE?

Organizar esta información es esencial para calcular costos, estimar demandas y planificar inversiones, a fin de establecer el tamaño del desafío que se debe superar.



EN LA PRÁCTICA: Para inferir si los CE contaban con soluciones de wifi adecuadas, el estudio realizado por MegaEdu con el apoyo del BID en Brasil analizó documentos oficiales de contratación de solución wifi para escuelas (efectuadas por entidades gubernamentales) y utilizó datos públicos.

El Censo Escolar⁶ – la principal investigación sobre escuelas a nivel nacional – proporcionó datos como acceso a Internet y cantidad de espacios pedagógicos en cada CE. A su vez, el Guia Edutec⁷, que también tiene alcance nacional, consolidó tanto datos relevantes cuantitativos (cantidad de puntos de acceso instalados) como cualitativos (si la escuela tiene wifi, si hay acceso a Internet en todas las aulas, si un grupo entero logra conectarse a Internet simultáneamente, entre otros).

A partir del cruce de estos datos, se definió que para considerar una solución como “solución adecuada de wifi”, un centro educativo debía cumplir con dos premisas:⁸

- > **Cualitativa:** tener acceso a Internet en todas las aulas y al menos un grupo entero puede conectarse y navegar al mismo tiempo;
- > **Cuantitativa:** verificar si la cantidad de puntos de acceso (AP) declarados cumple la proporción de al menos un punto no par cada dos aulas.

Consejos:

- > *Es fundamental contar con bases de datos bien estructuradas y amplias para realizar análisis de diagnóstico y estimaciones de costos.*
- > *En la recopilación de datos, las preguntas no deben tener jerga técnica, o se debe proporcionar todo el contexto necesario para garantizar respuestas más precisas de acuerdo con el nivel de conocimiento de los encuestados.*

6. INEP (2025).

7. CIEB (2025).

8. Para evaluar la precisión de la inferencia, se contactó a algunas escuelas que tuvieron resultado de “solución adecuada de wifi” y se constató una tasa de aciertos del 79%. Nuevos análisis e inferencias se realizaron después de la finalización del estudio y actualmente, la metodología de inferencia más utilizada separa las premisas cuantitativas y cualitativas de forma inclusiva. O sea, para que se considere una escuela como adecuada, ya no es necesario cumplir con ambas premisas, sino solo una de ellas.

Experiencias internacionales muestran que políticas eficaces de conectividad educativa incorporan criterios de equidad territorial. En México, por ejemplo, la definición explícita de cupos mínimos de atención en zonas rurales e indígenas permitió ampliar el alcance de la política más allá de las áreas urbanas más rentables. En Brasil, iniciativas como el programa Norte Conectado⁹ surgieron para hacer frente a los desafíos específicos de la Amazonía, donde la baja densidad poblacional y la geografía imponen altos costos de infraestructura.

Así, identificar la ubicación exacta de los CE es una acción fundamental, porque permite distinguir dos tipos de desafíos. El primero radica en los casos de los CE ubicados en zonas remotas o aisladas, que suelen requerir el uso de tecnologías alternativas y más costosas, como las conexiones por satélite o radio. El segundo está en los CE ubicados en zonas urbanas o de fácil acceso, donde la infraestructura de fibra óptica ya está disponible. En este caso, el principal reto se refiere a la capacidad financiera de las redes para contratar y mantener planes de servicios adecuados.

Para hacerlo, es necesario no sólo conocer la infraestructura existente y la oferta tecnológica disponible en el territorio, sino también su ubicación con relación a la red troncal, los costos de instalación teniendo en cuenta la orografía, la hidrografía y la accesibilidad, las características de la población y el número de estudiantes matriculados/as. Sin este diagnóstico geoespacial, existe un alto riesgo de tomar decisiones equivocadas, priorizar áreas menos cruciales, generar ineficiencias, profundizar desigualdades y aumentar costos.



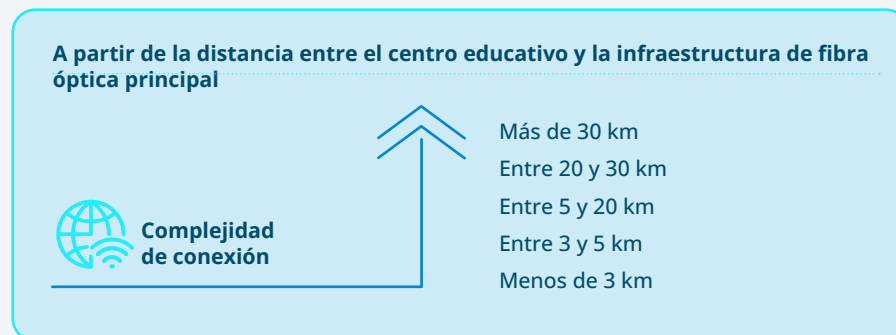
EN LA PRÁCTICA: El BID, mediante la División de Conectividad, Mercados y Finanzas (IFD/CMF) y la División de Educación (SCL/EDU), con el apoyo técnico de Deloitte, desarrolló una metodología de análisis geoespacial para evaluar brechas y planificar la implementación de infraestructuras de conectividad digital en centros educativos.

La herramienta agrega capas geoespaciales a datos sobre centros educativos, población, redes de fibra óptica, infraestructura de telecomunicaciones, hidrografía, orografía e infraestructura civil. Datos educativos – como matrícula, nivel o ciclo escolar y región administrativa – se vinculan a cada edificio escolar. Cuando están disponibles, los atributos de la infraestructura de conectividad existente en cada CE también son incorporados. Si los datos no están disponibles a nivel de CE, el modelo produce estimaciones con base en la conectividad disponible en el área, así como en variables contextuales. Una vez integradas estas capas de datos educativos y de telecomunicaciones, se organiza el conjunto de variables para apoyar la toma de decisiones a partir de perspectivas complementarias.

Una dimensión fundamental del análisis es la distancia entre cada escuela y la infraestructura de fibra óptica principal, que permite clasificar los CE en diferentes rangos, representando niveles de viabilidad técnica y esfuerzo económico distintos. Así, la cantidad total de CE desconectados en el país se distribuye entre cinco grupos, como se muestra en el cuadro siguiente.

9. Brasil, Ministério das Comunicações (s.f.).

Cuadro 2. Niveles de viabilidad técnica y esfuerzo económico para garantizar la conectividad



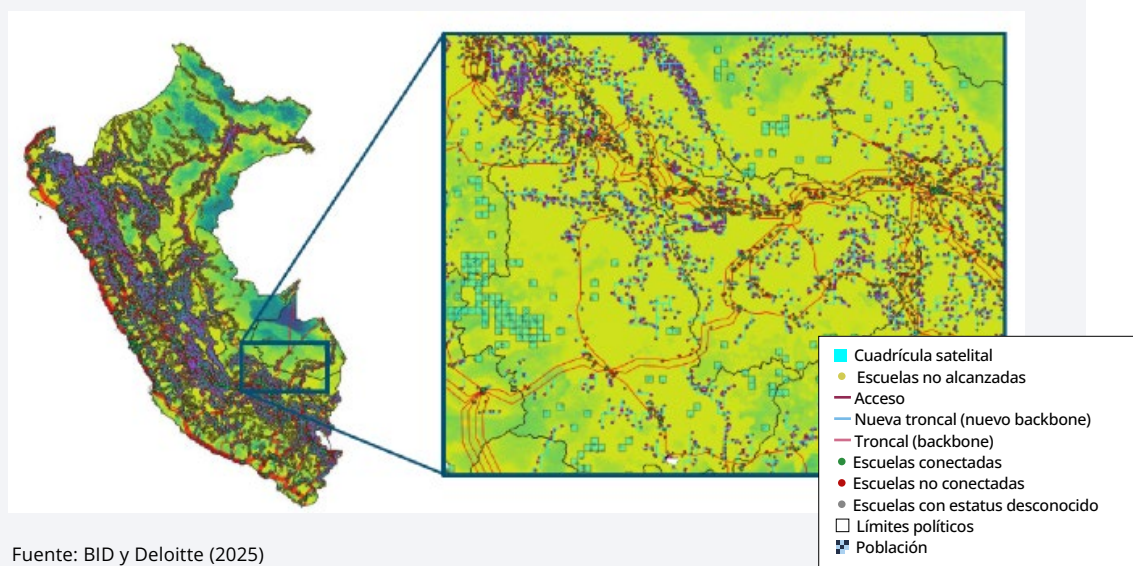
Fuente: Deloitte para BID (2025).

Los centros ubicados a menos de 5 km de la red principal son los más sencillos de conectar, ya que un proveedor necesita simplemente extender un nodo de fibra hasta la escuela. A medida que los CE se clasifican en los otros rangos, esta conexión se vuelve más compleja – o sea, requiere una nueva instalación de fibra de transporte y acceso, o soluciones alternativas como enlaces de radio o satélites de órbita terrestre baja.

Además, con base en la intersección de múltiples variables, se atribuye a cada grupo una inversión anual estimada, la cual puede desglosarse por nivel administrativo.

El modelo también permite estimar los costos asociados a cada solución tecnológica, mediante la incorporación de variables como distancia de la red principal, densidad poblacional, infraestructura existente, condiciones topográficas y obstáculos naturales como ríos, bosques o regiones montañosas. Esto permite el cálculo tanto de la inversión inicial (CAPEX) como de los costos recurrentes de operación y mantenimiento (OPEX), generando escenarios comparables entre diferentes tecnologías y contextos.

Figura 1. Intersección de variables geospaciales utilizadas en el modelo de estimación de costos



Fuente: BID y Deloitte (2025)

Así, esta clasificación permite evaluar la secuencia ideal de instalación, priorizando conjuntos de CE con base en criterios de eficiencia, equidad territorial e impacto educativo. En consonancia con esta lógica de priorización, la herramienta permite proyectar el alcance potencial de cada escenario, estimar el número de CE y estudiantes que se verían beneficiados y calcular el área de infraestructura estimada y la cobertura territorial resultante.

Con base en este diagnóstico contextualizado, los/las gestores/as públicos/as pueden distinguir la naturaleza de los retos, estimar el tamaño real de la demanda y definir estrategias más apropiadas de intervención. A partir de ahí, se vuelve posible avanzar hacia las etapas siguientes – como dimensionar las necesidades técnicas y analizar modelos de suministro.

¿POR QUÉ FUNCIONA?

- > *Proporciona a los sectores de educación y telecomunicaciones información simétrica, clara y relevante para sus respectivas áreas de actuación;*
- > *Enriquece el diálogo técnico con estimaciones de costos e impactos de diferentes opciones que deben considerarse en la toma de decisiones ejecutivas;*
- > *Facilita una coordinación más eficiente con las partes interesadas privadas y subnacionales, permitiendo una comprensión más clara sobre las implicaciones técnicas y presupuestarias asociadas a diferentes grupos de CE;*
- > *Incorpora explícitamente una perspectiva de equidad, al identificar con precisión los CE y las comunidades que se enfrentan a mayores barreras de acceso.*

Paso 2

Definir parámetros a partir de la visión de éxito

Después de la realización del diagnóstico, el paso siguiente es definir la dirección estratégica y la visión de éxito para la conectividad en las instituciones educativas.

El objetivo es establecer metas claras, mensurables y alineadas con la política educativa, evitando que la contratación de Internet se limite únicamente a parámetros técnicos, como la velocidad o capacidad de banda, o a la oferta disponible en el mercado.

Más que un servicio contratado, la conectividad debe entenderse como un instrumento pedagógico planificado a partir de las necesidades del proceso educativo. Por esta razón, es esencial que las metas estén articuladas a una visión educativa definida por el gobierno, en respuesta a las preguntas fundamentales: quiénes usarán el servicio, cómo lo usarán y en qué contextos pedagógicos.

La visión de éxito de una solución de red wifi implementada en una escuela es, por lo tanto, una en la cual grupos enteros logran conectarse simultáneamente a la red wifi y acceder con seguridad, y sin interrupciones, a contenidos pedagógicos y plataformas educativas en cualquier espacio pedagógico de la escuela, viabilizando el uso de todo el potencial del enlace de Internet contratado.

Para lograr este nivel, es necesario establecer indicadores de calidad y definir parámetros de conectividad que sostengan el uso de la tecnología en el aula.

2.1 Indicadores de calidad

En la mayoría de los casos, los contratos de Internet en América Latina y el Caribe suelen considerar únicamente la tasa de descarga. Pero hay otras métricas que ayudan a medir la estabilidad de la conexión, las cuales influyen sobre el uso pedagógico, según la tecnología utilizada. La tabla siguiente muestra, en la práctica, cómo se usan esas métricas en función de las actividades realizadas en los CE.

Cuadro 3. Métricas de calidad de la conexión y sus usos pedagógicos

Métricas de Conexión		
Métrica	¿Qué se mide?	Ejemplos de uso
TCP Download	Velocidad de recepción de datos	Cargar vídeos educativos; descargar archivos
TCP Upload	Velocidad de envío de datos	Enviar trabajos en plataformas, realizar videollamadas
Latencia	Tiempo de respuesta entre el envío y la recepción	Ejecutar juegos educativos, realizar videollamadas
Jitter	Variación de la latencia	Realizar clases síncronas y videoconferencias
Pérdida de Paquetes	Porcentaje de datos que no llegan a su destino	Perjudica las actividades de streaming, transmisiones y la estabilidad general

Fuente: GICE (2022).

O sea, mientras ver un vídeo grabado requiere una alta tasa de descarga, videollamadas en tiempo real requieren baja latencia y jitter. Los videojuegos en modo multijugador son aún más sensibles a la latencia, mientras que las actividades de streaming de vídeo representan uno de los mayores retos para la infraestructura escolar. Cada tecnología tiene un límite de rendimiento y la elección de la herramienta debe tenerlo en cuenta.

El cuadro siguiente presenta una clasificación de los principales usos de Internet en el contexto escolar y los indicadores de calidad necesarios para que cada uno de ellos funcione adecuadamente. La propuesta es ofrecer una visión más sistémica sobre el rendimiento de la red, al traducir cómo diferentes tipos de actividades requieren velocidades y niveles de estabilidad distintos.

Cuadro 4. Usos de Internet en el contexto escolar y los indicadores de calidad

Tipos de actividades	Ejemplos	Indicadores de calidad			Requisitos técnicos para el buen funcionamiento
		TCP Download (velocidad mínima) ¹⁰	Latencia (retraso máximo) en milisegundos ¹¹	Pérdida de paquetes ¹²	
Audio	Uso de podcasts, plataformas de streaming y llamadas de voz por Internet (VoIP)	0,27 Mbps	128 ms	Hasta un 2%	– Poca banda; – Conexión estable, sin interrupciones o retrasos perceptibles
Uso general	Navegación en sitios, envío y lectura de correo electrónico, acceso a redes sociales e intercambios de mensajes	1 Mbps	300 ms	Hasta un 2%	– Requisitos modestos, excepto cuando ocurre de forma simultánea entre diversos usuarios – posible sobrecarga de la red escolar
Descarga de archivos	Materiales didácticos en formato .pdf o vídeos grabados	5 Mbps	80 ms	Hasta un 2%	– Mayor capacidad de transferencia de datos, especialmente para archivos pesados
Juegos educativos	Videojuegos jugados individualmente o en modo multijugador	3,75 Mbps	90 ms	Hasta un 1%	– Conexión de baja latencia y estabilidad constante – pequeños retrasos de respuesta pueden comprometer la experiencia
Streaming de vídeo	Videollamadas y transmisiones en resolución HD o 4K	3,44 a 8,25 Mbps	60 ms	Hasta un 0,5%	– Buena velocidad, latencia y jitter para que el vídeo se integre de forma fluida – El consumo de banda crece de forma exponencial a medida que se amplía la calidad de la imagen

Fuente: GICE (2022).

2.2 Parámetros de conectividad

Después de tener claros los requisitos técnicos e indicadores de calidad necesarios para cada actividad escolar, se presenta el momento de definir parámetros claros de conectividad para que la contratación e implementación de Internet en los CE atiendan efectivamente las demandas pedagógicas. Sin criterios definidos, hay el riesgo de que la infraestructura y la conexión sean insuficientes, inestables o incompatibles con el uso simultáneo de recursos digitales por estudiantes y docentes.

10. FCC (2014), Stocker y Whalley (2016), Dilley (2017), Liu et al. (2017), OECD (2014), Warner (2018), Gonzalez (2020), George (2019) y Slattery (2014), citados en Bettega, Marin y Kuester Neto (2020, p. 151).

11. Anders (2019), Liu et al. (2017), Microsoft (2020), George (2019), OECD (2014), Slattery (2014) y Gridelli (2019), citados en Bettega, Marin y Kuester Neto (2020, p. 151).

12. John y Oyekanlu (2010), Betts (2019), Metzler y Metzler (2015), OECD (2014) y Gridelli (2019), citados en Bettega, Marin y Kuester Neto (2020, p. 151).

En los últimos años, diversos países establecieron **estándares técnicos mínimos** para garantizar una conectividad educativa significativa:

- > **Estados Unidos:** la organización *Education Superhighway* recomienda que cada estudiante tenga acceso a **al menos 1 Mbps**, para garantizar experiencias de aprendizaje digital estables y eficaces.¹³
- > **Estonia:** un referente mundial en términos de digitalización educativa, el *Tiger Leap Program* asegura desde 2015 **1 Gbps por CE**, con cobertura wifi en todas las aulas.¹⁴
- > **Unión Europea:** la **Comisión Europea** recomienda **velocidades entre 30 Mbps y 100 Mbps por aula**, dependiendo de la madurez digital del CE y de los tipos de actividades pedagógicas desarrolladas.¹⁵
- > **España:** el programa *Escuelas Conectadas* estipula la velocidad de **100 Mbps por CE**, siguiendo los lineamientos del *Plan de Cultura Digital en la Escuela*.¹⁶
- > **Irlanda:** el programa nacional de banda ancha escolar conectó todos los CE del nivel de bachillerato con velocidad mínima de **100 Mbps**.¹⁷
- > **Brasil:** la **Estrategia Nacional de Escuelas Conectadas (ENEC)**¹⁸ liderada por el **Ministerio de Educación** recomienda una velocidad mínima de **1 Mbps por estudiante** para garantizar el uso efectivo de las tecnologías digitales en el aula.

Estos ejemplos demuestran que hay diferentes formas de establecer este parámetro: ya sea considerando la demanda total de la institución educativa, o el uso promedio por estudiante, o la necesidad de cada aula. En todos los casos, la infraestructura de conectividad debe tratarse como un requisito fundamental para la equidad educativa.



EN LA PRÁCTICA: en Brasil, el Grupo Interinstitucional de Conectividad en la Educación (GICE) desarrolló una fórmula que ayuda a calcular la velocidad ideal de Internet para cada CE. Esta fórmula tiene en cuenta la cantidad de estudiantes conectados/as simultáneamente y el tipo de actividad pedagógica realizada.

Dado que ver videos es la actividad que más requiere rendimiento de la red, el cálculo se basa en esta situación como su referencia máxima. Por lo tanto, si la conexión es suficiente para transmisiones de video, ella también será capaz de soportar acciones menos intensivas, como búsquedas en línea o el uso de plataformas educativas.

Figura 2. Fórmula del GICE para estimar la velocidad ideal de Internet

número de estudiantes	x	% de estudiantes con acceso a Internet	x	% de estudiantes que ven videos en línea	x 3	=	velocidad de Internet (Mbps) a contratar
+ número de estudiantes	x	% de estudiantes con acceso a Internet	x	(1-% de estudiantes que ven videos en línea)			
0,8						[suponiendo que el proveedor proporcione un 80% del ancho de banda]	

Fuente: GICE (2021).

Como podemos ver, esta es una fórmula general que tiene como premisa la posibilidad de estimar cuántos/as estudiantes verán videos simultáneamente en el día a día escolar. En la práctica, es con frecuencia irreal esperar que directores o técnicos hagan este cálculo

13. EducationSuperHighway (s.f.).

14. Education Estonia (s.f.).

15. European Commission (2019).

16. Red.es (s.f.).

17. HEAnet (s.f.).

18. Diário Oficial da União (2024a).

detallado. Además, aunque los CE puedan adaptarla estimando el uso máximo simultáneo, su aplicación a toda la red educativa – que reúne contextos e infraestructuras muy distintos – es impracticable para formuladores/as de políticas que necesitan definir velocidades mínimas contratadas.

> Por lo tanto, con base en esta fórmula, la velocidad mínima recomendada es 1 Mbps por estudiante.

Este parámetro se diseñó para atender la mayor parte de las actividades escolares — considerando accesos simultáneos y el uso frecuente de recursos de vídeo, que requieren más datos — y para servir como una guía práctica y objetiva para la contratación de servicios de Internet, especialmente en situaciones en las que un análisis detallado de todas las variables del modelo no es viable.

La tabla a continuación describe las posibilidades de uso pedagógico de Internet con base en la recomendación de 1 Mbps por estudiante para diferentes CE, con tres escenarios de uso práctico que ofrecen a los/las gestores/as públicos/as una rápida referencia de consulta para la planificación de la velocidad de Internet.

Cuadro 5. Escenarios de uso pedagógico de Internet

Ejemplos	Escenarios de uso	Cantidad de estudiantes que ven vídeos	Cantidad de estudiantes navegando	Cantidad total de estudiantes en línea (considerándose la actividad realizada y el total de Internet proporcionado por el CE)
1 CE con 500 estudiantes y 500 Mbps	Solamente actividades básicas como navegación, búsquedas o el uso de plataformas educativas	0	500	500
	Actividades básicas de navegación y streaming de vídeos al mismo tiempo	83	167	250
	Solamente streaming de vídeo	160	0	160
2 CE con 200 estudiantes y 500 Mbps	Solamente actividades básicas de navegación, como búsquedas o el uso de plataformas educativas	0	200	200
	Actividades básicas de navegación y streaming de vídeos al mismo tiempo	150	50	200
3 CE con 500 estudiantes y 250 Mbps	Solamente actividades básicas de navegación, como búsquedas o el uso de plataformas educativas	0	250	250
	Actividades básicas de navegación y streaming de vídeos al mismo tiempo	20	180	200

Fuente: GICE (2022)

Las estimaciones anteriores pueden servir tanto como meta de referencia como punto de partida para gestores/as que quieran definir la banda apropiada para cada contexto escolar. Este enfoque también nos ayuda a evitar tanto la subprovisión (o sea, CE grandes con velocidades insuficientes, como muestra el tercer ejemplo) como la sobreprovisión (CE pequeños con velocidades exageradas, como en el segundo ejemplo). Al mismo tiempo, este enfoque proporciona una premisa más realista para la estructuración de convocatorias y contratos.

Sin embargo, la realidad de muchos CE, sobre todo los atendidos únicamente por conexión satelital, puede volver inalcanzable la meta de 1 Mbps por estudiante. En estas situaciones, se puede adoptar, con carácter excepcional, velocidades más bajas o parámetros diferenciados.

A partir del parámetro de 1 Mbps por estudiante, se puede definir un horizonte de calidad a alcanzar, que será diferente para cada CE en función del contexto pedagógico de uso de la conectividad. El punto importante es que cada paso esté en consonancia con el objetivo principal: garantizar que el uso de Internet pueda cumplir con su función pedagógica.

Cuadro 6. Niveles de conectividad y contextos pedagógicos correspondientes

Nivel de conectividad	Meta de uso de la conectividad	Contexto pedagógico adecuado (Atiende los CE que...)
1	Todos los/las estudiantes de la jornada podrán hacer uso general de Internet al mismo tiempo, por ejemplo, accediendo a correo electrónico o sitios de noticias o realizando búsquedas en Google.	Hacen poco uso de juegos pedagógicos o vídeos, pero buscan integrar a los/las estudiantes en el mundo digital.
2	La mitad de los/las estudiantes de la jornada podrán acceder a Internet al mismo tiempo y, de ellos/as, uno/a de cada tres podrá realizar actividades con vídeo.	Usan la Internet más frecuentemente en las prácticas pedagógicas, con grupos de estudiantes que ven recursos de vídeo de forma compartida.
3	1/4 de los/las estudiantes de la jornada podrán realizar actividades con vídeo en Internet simultáneamente.	Utilizan de forma sistemática actividades en vídeo en determinado momento para cada aula.

Fuente: GICE (2022).

Un patrón observado en los procesos de contratación en América Latina y el Caribe es que la región tiende a establecer parámetros desconectados del uso pedagógico. Por ejemplo, en algunos países, como Surinam y Costa Rica, se definieron valores uniformes de velocidad por centro educativo (por ejemplo, 10 Mbps por CE o rangos únicos de 15 a 500 Mbps por CE), sin tener en cuenta el número de matrículas, la cantidad de aulas o las necesidades digitales reales. Este enfoque “simétrico” puede ser suficiente para trámites administrativos, pero es claramente insuficiente para soportar plataformas educativas, videoconferencias, bibliotecas digitales o herramientas de IA generativa; y cuando estos valores se incorporan sin ajustes en las convocatorias, terminan resultando en contratos que no logran sostener el uso real de la tecnología en el aula.

Paso 3

Elegir la tecnología de conexión

Para alcanzar los requisitos de calidad necesarios, la decisión más importante se refiere al tipo de tecnología elegida. El mercado actual ofrece diversas opciones de tecnologías de conexión a Internet y la elección entre ellas tiene impacto directo sobre la calidad de la conexión, los costos de implementación y mantenimiento y, consecuentemente, sobre la viabilidad de las políticas públicas de conectividad en la educación.

Existen dos categorías de tecnologías disponibles: cableadas o inalámbricas. Cada tipo de conexión tiene ventajas, limitaciones y costos específicos, que deben evaluarse con base en criterios objetivos como disponibilidad geográfica, estabilidad, capacidad de banda, escalabilidad y relación costo-beneficio.

3.1 Conexiones cableadas

Las tecnologías cableadas normalmente ofrecen mayor estabilidad y velocidad, y menor latencia. Por lo tanto, son la opción más recomendada, siempre que estén disponibles en una región. **En este grupo, se destacan tres tecnologías principales:**

- > **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line):** utiliza la infraestructura existente de líneas telefónicas. Aunque haya sido una solución ampliamente utilizada en el pasado, se considera que la ADSL es actualmente insuficiente para las demandas de educación digital moderna, ya que ofrece velocidades muy bajas y alta inestabilidad.
- > **Cable coaxial:** opera mediante redes de TV por cable y proporciona velocidades superiores a las de la ADSL. Sin embargo, presenta limitaciones de disponibilidad y compartición de banda entre usuarios, pudiendo afectar el rendimiento.
- > **Fibra óptica:** es la tecnología más avanzada disponible, permitiendo alcanzar velocidades extremadamente altas (puede superar 1 Gbps), baja latencia y alta confiabilidad. La fibra óptica es altamente escalable y se considera la solución prioritaria para la conectividad escolar, siempre que esté disponible en la región.

3.2

Conexiones inalámbricas

Las tecnologías inalámbricas son esenciales para ampliar el acceso en áreas sin infraestructura cableada, como regiones con baja densidad poblacional o con particularidades del terreno (bosques, ríos, montañas). No obstante, tienden a presentar mayor inestabilidad, latencia elevada y costos más altos por megabit en comparación con las conexiones cableadas. Las principales soluciones disponibles incluyen:

- > **Celular (4G/5G):** utiliza redes móviles y puede implementarse rápidamente, mediante enrutadores con chip (SIM card), módems o dispositivos móviles. A pesar de su practicidad, el alto costo por gigabyte, los límites de datos y la variación de la señal limitan su uso como solución principal de conectividad para los CE.
- > **Radio:** permite la transmisión de señal a través de antenas, sin necesidad de cables físicos hasta los CE. Es una alternativa interesante para lugares aislados, pero está sujeta a interferencias climáticas, de relieve y de obstáculos físicos (edificios, árboles y nubes), lo que puede comprometer la calidad de la conexión.
- > **Satélite:** utiliza equipos posicionados en la órbita terrestre para establecer la conexión. El proveedor envía la señal de Internet a una gran antena en tierra, que la transmite a través de ondas de radio al satélite. A su vez, el satélite refleja la señal a una antena parabólica en los CE, hogares, etc. Esta opción debe considerarse cuando otras formas de conexión no están disponibles, ya que presenta inestabilidad y velocidades de descarga limitadas. La solución satelital puede ser del tipo GEO (Órbita Geoestacionaria) o LEO (Órbita Terrestre Baja). La tabla siguiente describe mejor cada una de estas opciones comparativamente.

Cuadro 7. Tipos de satélites: órbita geoestacionaria u órbita terrestre baja

Características	GEO (Órbita Geoestacionaria)	LEO (Órbita Terrestre Baja)
Altitud	35.786 km sobre la Tierra	500 a 1.200 km (hasta 2.000 km)
Latencia	Alta: 500-700 ms (retraso perceptible)	Baja: 20-50 ms (similar a la banda ancha terrestre)
Cobertura	Muy amplia: un satélite puede cubrir un continente	Pequeña: cada satélite cubre una zona pequeña, requiriendo constelaciones de miles de satélites
Uso más indicado	Áreas extremadamente remotas, donde no existe otra opción y la latencia no es un factor crítico (por ejemplo: acceso básico a la información)	Regiones rurales y desconectadas que necesitan de Internet de calidad para actividades interactivas como educación a distancia y telemedicina

Fuente: Elaboración propia.

Para el contexto escolar, la recomendación general es priorizar la opción de fibra óptica, que ofrece mayor estabilidad y velocidad de descarga máxima. Siempre que esté disponible con precio accesible, esta opción debe adoptarse. Sin embargo, en zonas remotas de América Latina y el Caribe, donde la infraestructura es limitada, alternativas como satélite o radio siguen siendo necesarias.

Para facilitar la comparación entre las tecnologías de conexión, el cuadro a continuación resume los principales datos sobre estas tecnologías y señala los casos en los que se recomienda su utilización.

Cuadro 8. Principales datos sobre las tecnologías de conexión y cuándo se recomienda su uso

Tecnología de acceso	Velocidad media (megabits por segundo)	Latencia (retraso en milisegundos)	Ventajas	Limitaciones	Uso recomendado
ADSL	1–24 Mbps	30–100 ms	– Bajo costo – Utiliza redes telefónicas existentes – Amplia disponibilidad urbana	– Baja velocidad – Capacidad de carga (upload) muy limitada – Conexión inestable y obsoleta para las demandas digitales actuales	Normalmente no recomendado.
Cable Coaxial	25–300+ Mbps	10–40 ms	– Más rápido y estable que ADSL – Fácil implementación donde existe infraestructura de TV por cable	– Limitado a áreas con red de TV por cable – Banda compartida reduce el desempeño en horarios punta	Normalmente no recomendado.
Radio	1–50 Mbps	20–100+ ms	– Alcance en zonas remotas – Implementación rápida – No requiere cableado	– Inestabilidad posible debido al clima o interferencia – Alta latencia – Velocidad variable	Recomendado para CE en casos específicos.
Móvil (4G)	15–50 Mbps	30–60 ms	– Movilidad – Amplia cobertura – Instalación sencilla	– Límites de datos (data caps) – Alto costo por GB – Inestabilidad de señal en zonas remotas o con congestión del tráfico de Internet	Recomendado para CE en casos específicos.
Fibra Óptica	100 Mbps – 10 Gbps	<10–20 ms	– Velocidad muy alta – Baja latencia – Conexión estable – Escalable	– Alto costo inicial de instalación – Cobertura limitada a áreas urbanas e redondezas	La mejor opción.
Satélite GEO	10–100 Mbps	500–700 ms	– Cobertura global y estable (llega a cualquier lugar) – Pocos satélites necesarios – Posición fija, facilitando el apuntamiento de las antenas	– Alta latencia – no es apropiado para actividades en tiempo real (Ej.: clases síncronas) – Velocidades más bajas en comparación con la banda ancha moderna – Límites de datos – Alto costo – Dependiente de las condiciones climáticas	Recomendado en lugares donde ninguna otra opción es viable.
Satélite LEO	50–250 Mbps	20–50 ms	– Amplia cobertura – Latencia más baja, en comparación con el GEO (apropiada para videoconferencias, enseñanza remota y videojuegos) – Velocidades más altas y estables – Planes de datos ilimitados	– Necesidad de miles de satélites – Cobertura todavía en ampliación en algunas regiones – Alto costo inicial – Costos elevados de infraestructura y mantenimiento (superior a redes cableadas)	Recomendado en áreas remotas cuando la opción de fibra no está disponible.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4

Entender la infraestructura interna necesaria

Dentro de los centros educativos (CE), la solución completa de red wifi cableada consta básicamente de los siguientes elementos:

- > **Estabilidad eléctrica;**
- > Activos centrales de red, como **firewall** con funciones de seguridad y **switch de distribución;**
- > Capa de servicios de **mantenimiento y gestión** de la solución;
- > **Puntos de acceso** (AP) cableados.

Cuadro 9. Representación de los componentes de una solución wifi

Solución recomendada					
Estabilidad eléctrica	Red interna			Servicio	
	Enrutamiento y seguridad	Distribución	Cobertura de señal		
UPS	Enrutador/ firewall	Switch + cableado	Punto de acceso	Mantenimiento	Gestión
Protege los equipos de oscilaciones eléctricas y actúa como una batería en el caso de caída de energía.	Conecta la red interna a Internet y tiene funciones de seguridad como filtro de contenido, protección de datos, etc.	Distribuye acceso cableado a todos los dispositivos de la red	Distribuye la señal de forma inalámbrica (wifi) por los espacios del centro educativo	Servicio de soporte y mantenimiento, cuando es necesario	Tableros y acceso remoto centralizado a centros educativos y equipos

Fuente: Elaboración propia.

Es fundamental recordar que todos los equipos y materiales que conforman la red lógica de un CE hasta los AP deben tener capacidad de manejar el tráfico a la velocidad total del enlace de Internet contratado, permitiendo el uso potencial de toda la banda contratada en cualquier punto de la red.

En Brasil, a pesar de la predominancia de proyectos de solución wifi con AP cableados, hay otros tipos de soluciones de red inalámbrica.¹⁹ La tabla siguiente presenta una comparación entre ellos.

Cuadro 10. Comparación entre soluciones de conectividad wifi para centros educativos

Solución tradicional con wifi cableado	Wifi Mesh	5G FWA
		
• Solución: Puntos de acceso se conectan por cable con presencia o no de switch (permite que dispositivos compartan datos), además del firewall o enrutador con funciones de seguridad y UPS.	• Solución: Puntos de acceso se conectan mutuamente sin el uso de cables; solo uno o algunos terminales reciben la entrada de Internet	• Solución: Recibe y retransmite la señal de 5G donde el cableado de fibra no alcanza. Se considera más como una solución de acceso, pero hay una propuesta de prueba de concepto (POC) en curso con el Ministerio de Comunicaciones de Brasil (MCom) del 5G FWA como una solución de wifi que debe profundizarse.
 Ventajas: • Ha sido probada para educación en Brasil y en el mundo • Segura • Más económica  Desventajas: • Requiere cableado	 Ventajas: • Segura • No requiere cableado de Internet  Desventajas: • Más cara • Todavía requiere cableado (al menos eléctrico) • La calidad de la señal es un poco menor	 Ventajas: • Segura • No requiere cableado • Sus equipos no son fijos y pueden trasladarse a las aulas  Desventajas: • Equipo más caro • Requiere conexión confiable e ilimitada de 5G • Su aplicación de wifi todavía no está consolidada
Se considera la mejor solución para los centros educativos	Sin ventaja clara, en comparación con la solución tradicional	Esta tecnología aún carece de validación para uso en el contexto de los CE

Fuente: Elaboración propia.

Entre las opciones presentadas, la solución de wifi tradicional con AP cableados fue unánimemente mencionada como la más confiable.²⁰ **Así, y con base en la visión de éxito descrita en el Paso 2, los componentes de una solución adecuada de wifi se enumeran y describen a continuación.**

19. Las soluciones wifi Mesh y 5G FWA se mencionaron en las entrevistas del estudio realizado por MegaEdu y BID (s.f.).

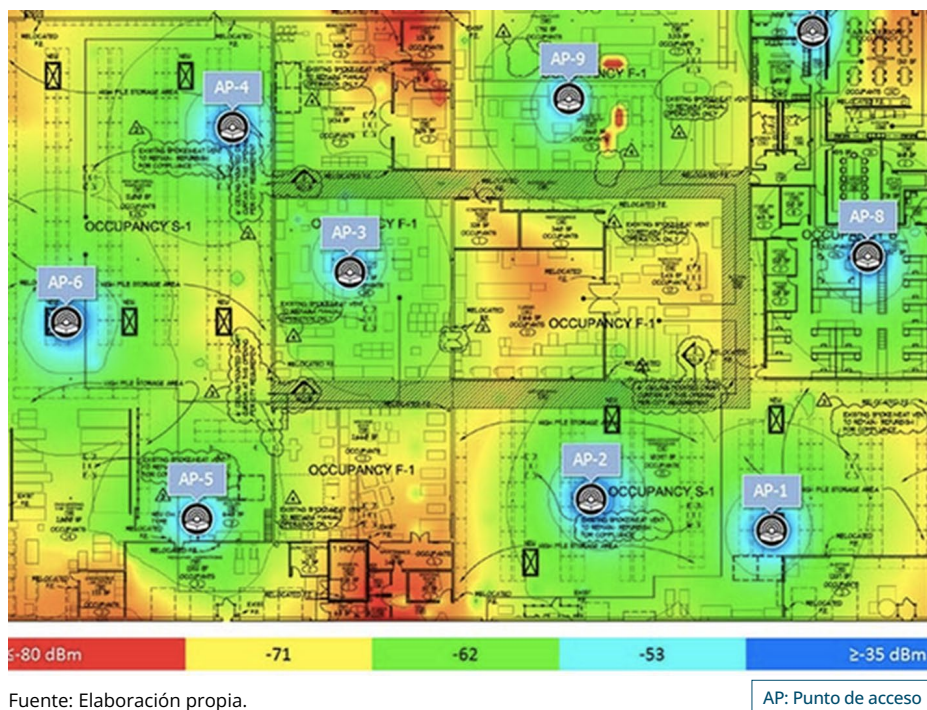
20. De acuerdo con las entrevistas realizadas en el estudio de MegaEdu y BID (s.f.) sobre las mejores prácticas para la implementación de soluciones eficaces de wifi en escuelas públicas de Brasil.

4.1 Distribución de la señal de wifi

La forma más común de medir la intensidad de la señal de wifi es en dBm (decibelio-milivatio), que se expresa como un número negativo que va de 0 a -100. **Cuanto más alejado de 0 y más próximo a -100dBm, peor es la intensidad de la señal de wifi.** Publicaciones brasileñas²¹ e internacionales²² indican una intensidad de señal de wifi superior a -70dBm como el nivel mínimo necesario para viabilizar actividades de “uso general” en Internet, como búsquedas en la web, la lectura de noticias y el envío de correos electrónicos, entre otras.

Idealmente, se recomienda la realización de un relevamiento *in loco* (*site survey*) para garantizar una cobertura o “iluminación” de señal de wifi de calidad en todos los espacios, con validación presencial después de la instalación. Esto también puede realizarse antes de la instalación y de forma remota, mediante softwares de mapa de calor que utilizan el plano de la escuela. En estos casos, se recomienda considerar un margen de error, ya que, como toda simulación en software, los valores pueden diferir de la realidad, resultando en espacios con intensidad de señal inferior a la prevista.

Figura 3. Ejemplo de site survey en software de mapa de calor



El estudio realizado por MegaEdu con el apoyo del BID en Brasil recomienda la instalación de **un punto de acceso (AP) para cada dos espacios escolares**, buscando instalarlos de manera que optimice la distribución de la señal de wifi en todo el centro educativo. Si bien esta proporción no siempre da como resultado la cantidad exacta de AP necesarios para un CE, es una aproximación conocida en el mercado y ha sido señalada repetidas veces en las entrevistas realizadas en el estudio como una buena estimación cuando la validación lógica es inviable.

21. NetSpot (s.f.).

22. MetaGeek (s.f.).

4.2 Mantenimiento del servicio

En materia de tecnología, la capacidad de brindar servicios de soporte y mantenimiento es esencial para garantizar la permanencia de la solución wifi implementada. Perú y Costa Rica son ejemplos de países de la región donde los servicios se instalaron, pero no contaron con mecanismos adecuados de mantenimiento, llevando a interrupciones frecuentes. Así, la disponibilidad o contratación de estos servicios debe asegurar el pleno funcionamiento de la solución de red wifi durante la vigencia del contrato, pudiendo incluir el mantenimiento preventivo, programado y correctivo.

Para esto, los criterios y plazos para el tiempo de respuesta a solicitudes deben estar bien definidos en el Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA) del contrato firmado con el proveedor de servicios. Si, por un lado, plazos excesivamente largos perjudican la experiencia de los centros educativos, por otro, plazos muy exigentes pueden aumentar los costos del contrato, principalmente en los casos de redes que incluyen CE remotos y de difícil acceso.



EN LA PRÁCTICA: Para optimizar la relación costo-beneficio del SLA, defina un plazo de respuesta que se base en dos variables:

- > Urgencia del problema;
- > Distancia entre el CE y la capital o centros urbanos.

Centros educativos más cercanos o problemas más urgentes deben tener plazos de atención más exigentes, mientras los centros más remotos o problemas menos urgentes pueden contar con límites más amplios, permitiendo un tiempo mayor de atención y resolución de incidencias, como muestra la tabla a continuación.

Cuadro 11. Clasificación de las solicitudes de soporte al cliente y plazos de atención según la distancia del CE

Clasificación de la solicitud	Descripción	Tiempo hasta el inicio de la respuesta	Tiempo de resolución para CE distantes hasta 50 km de la ciudad-polo ²³ más cercana	Tiempo de resolución para CE distantes hasta 100 km de la ciudad-polo más cercana	Tiempo de resolución para CE distantes a más de 100 km de la ciudad-polo más cercana
1. Urgente	Indisponibilidad de los activos de red e identificación de falla en la solución con interrupción del servicio en todo el centro educativo	Hasta 4 horas	Hasta 8 horas	Hasta 12 horas	Hasta 24 horas
2. Muy importante	Errores o problemas reincidentes que impactan sobre el acceso a los activos y contenidos educativos	Hasta 6 horas	Hasta 12 horas	Hasta 24 horas	Hasta 36 horas
3. Importante	Reconfiguración de activos instalados en la infraestructura	Hasta 8 horas	Hasta 24 horas	Hasta 48 horas	Hasta 48 horas
4. Continuo	Consulta técnica, dudas en general, monitoreo y gestión de la infraestructura	Soporte remoto			

Fuente: Elaboración propia.

Consejo: Para viabilizar la atención en los servicios de mantenimiento en grandes extensiones territoriales, es importante permitir que la empresa contratada tercerice la atención en determinadas regiones a través de socios locales. En este caso, también se exigirá el cumplimiento de los SLA acordados con la empresa principal en el servicio desempeñado por el socio externo.

²³. Se considera como "Ciudad polo" los municipios clasificados como "Capital regional C" o clasificación superior de acuerdo con REGIC 2018. Parámetros similares pueden estructurarse a partir de esta metodología, según la realidad de cada país. IBGE (2018).

4.3 Seguridad digital

La seguridad digital es la práctica de proteger sistemas, redes y programas contra amenazas virtuales. **En el contexto escolar, se recomienda que una solución de seguridad digital permita, al menos:**

- > Aplicar **filtros de contenido** para el control o bloqueo de acceso a determinados sitios y aplicaciones;
- > **Monitoreo y análisis** del contenido accedido para fines de seguridad;
- > **Protección** contra amenazas externas e internas, y la protección de los datos personales de los/las usuarios/as.

La utilización de datos personales es común en el ámbito educativo para fines de acompañamiento del desempeño de los/las estudiantes, evaluaciones docentes y formulación de políticas educativas. Pero es esencial que el uso de estos datos se haga con responsabilidad y precaución, especialmente cuando se trata de información de niños/as y adolescentes. A escala global, la protección de datos personales ha sido regulada en diversos países para garantizar el derecho a la privacidad y al control de la información individual.

La definición de los contenidos que deben filtrarse es un aspecto crucial que debe quedar a cargo de un grupo multidisciplinar conformado por educadores/as, gestores/as y expertos/as técnicos/as. Además, la promoción de una ciudadanía digital es un factor fundamental para concientizar a los/las estudiantes y educadores/as sobre el uso responsable y seguro de las tecnologías digitales, pudiendo alentar reflexiones críticas y buenas prácticas en el entorno en línea.

Finalmente, las redes educativas deben asegurar la disponibilidad de estructura tecnológica adecuada, incluyendo sistemas de gestión capaces de configurar filtros de contenido, monitorear el uso seguro y proteger los datos de los/las usuarios/as.

Paso 5

Realizar un estudio de mercado

El principal objetivo del estudio de mercado es comparar alternativas y asegurar la viabilidad técnica, la relación costo-beneficio y la sostenibilidad de la solución. Una investigación sólida permite no solo conocer las opciones disponibles, sino también anticipar lo que se puede exigir – evitando así que la estrategia de contratación se base en premisas irreales.

Los pasos enumerados en esta guía sirven como un proceso incremental del estudio de mercado. Diagnosticar la realidad de los centros educativos, definir parámetros técnicos y entender qué tecnologías e infraestructuras son necesarias para llevar la conectividad al interior del aula son formas de acercar la demanda educativa a la oferta disponible. Sin embargo, solamente una investigación de mercado estructurada permite responder con realismo: ¿qué pone a disposición el mercado – y en qué condiciones – para viabilizar una conectividad significativa?

Un estudio riguroso debe ir más allá de la identificación de proveedores e incluir:

- > La disponibilidad real de tecnología por territorio;
- > Las capacidades de banda y limitaciones de la infraestructura existente;
- > La cobertura geográfica (urbana, periurbana, rural y remota);
- > Costos vigentes, condiciones contractuales, capacidad de mantenimiento y continuidad del servicio.

Asimismo, el estudio de mercado debe identificar la estructura real del mercado y la disposición de los proveedores de participar. Países que promovieron consultas técnicas y diálogos con el mercado - como Chile y Brasil – lograron ajustar requisitos técnicos y reducir el riesgo de licitaciones fallidas. En lugares donde estas acciones no ocurrieron – por ejemplo, en Perú y Costa Rica –, se observaron procesos declarados desiertos o inviables.

Las experiencias de diferentes países latinoamericanos²⁴ también muestran que es un error asumir, sin comprobación previa, que lo que se desea contratar es técnicamente viable. En Chile, pretender el uso de fibra en zonas remotas implicaba costos desproporcionados. En Perú, la licitación fue cancelada por falta de asignación presupuestaria y por sobreestimar la capacidad del mercado. Así, el estudio debe partir de un diagnóstico realista de la infraestructura disponible y de las tecnologías apropiadas para cada contexto.

²⁴. Para más detalles sobre estas experiencias, consulte el documento “Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe”. Méndez et al. (2026).

La combinación de tecnologías, como se observó en Brasil – fibra en zonas densas, enlaces de radio en zonas intermedias y acceso por satélite en localidades remotas – mostró que el estudio de mercado también es una oportunidad para ampliar soluciones, no sólo para verificarlas.

Otro componente fundamental es la segmentación apropiada de zonas o lotes, valiéndose de criterios técnicos y geográficos. En países donde los lotes se dimensionaron sin considerar la capacidad real de los proveedores, se observó una baja participación, poca competitividad y costos elevados. A su vez, en lugares donde se efectuó una segmentación por zonas más homogéneas, por ejemplo, en partes de Chile y Brasil, hubo un mayor atractivo para el mercado.

Consejo: *Diversos fabricantes en el mercado proveen buenos modelos de punto de acceso (AP) y atienden a nivel nacional. Incluso, los modelos básicos de AP de las principales marcas actualmente disponibles ya son capaces de atender las necesidades del entorno escolar. La recomendación es que se garantice que los equipos wifi comprados sean efectivamente equipos de AP (es decir, equipos corporativos), y no enrutadores “domésticos”, que, por muchos motivos – como su capacidad de gestionar conexiones simultáneas, su potencia de señal y otros – no se recomiendan para entornos con un gran número de usuarios, como en el caso de un centro educativo.*

Paso 6

Mapear los recursos disponibles y estimar costos

Esta etapa es fundamental para que se pueda entender la viabilidad financiera de la implementación y la sostenibilidad de la solución wifi en todos los centros educativos del territorio. Ese proceso incluye identificar las fuentes de financiamiento existentes y estimar las inversiones necesarias para proveer infraestructura, equipos, servicios de conectividad y mantenimiento a escala regional o nacional.

6.1 Fuentes de recursos

Además de los recursos propios de los gobiernos locales, los fondos y programas nacionales desempeñan un papel esencial en la financiación de soluciones de conectividad a gran escala, garantizando que la inversión llegue a todos los CE de forma equitativa y sostenible, y colaborando para la democratización del acceso a Internet.

Tomando como ejemplo el contexto de Brasil, se destacan iniciativas como:

- > **FUST (Fondo de Universalización de los Servicios de Telecomunicaciones):** creado para promover la universalización de los servicios de telecomunicaciones, el FUST recientemente empezó a financiar infraestructura de telecomunicaciones en zonas remotas y tiene un potencial acumulado de más de BRL 20 mil millones.
- > **Ley 14.172/2021:** Determina la transferencia de BRL 3,5 mil millones a estados y municipios para que inviertan en conectividad y dispositivos para escuelas públicas, priorizando la inclusión digital de estudiantes y docentes.
- > **Programa de Innovación Educación Conectada (PIEC):** Programa nacional orientado a la implementación de conectividad e infraestructura digital en las escuelas públicas, con recursos del gobierno federal y socios.
- > **Subasta del 5G:** Parte del valor recibido con la subasta de espectro 5G (2021) se destina a la construcción de redes de fibra óptica para conectar escuelas públicas, con una inversión estimada de BRL 3,1 mil millones.

Es sumamente importante reflexionar sobre el foco y el alcance de cada fuente de recursos, para definir en qué se gastará el recurso y quiénes deben recibirlo, buscando evitar superposiciones y cubrir la mayor cantidad posible de CE. Diseñar esa coordinación es esencial para su efectividad. Recursos destinados a la contratación del enlace de Internet, por ejemplo, deben estar en consonancia con los recursos para solución wifi, ya que un enlace de alta velocidad no atiende a los/las alumnos/as sin una solución wifi y viceversa.

En Brasil, se creó la Estrategia Nacional de Escuelas Conectadas (ENEC),²⁵ que trata, entre otras atribuciones, de pensar sobre la coordinación de políticas y recursos relacionados con la conectividad.

6.2

Costo por CE

De acuerdo con las entrevistas realizadas en el estudio de MegaEdu con apoyo del BID en Brasil, es esencial contar con información sobre diferentes variables para definir el costo total de una solución wifi para un centro educativo. Esto significa tener en cuenta que:

- > La **cantidad de espacios** donde se desea distribuir señal de wifi influye sobre la cantidad de equipos de red necesarios.
- > El **área de los espacios** que deben iluminarse influye sobre la potencia que deben tener los puntos de acceso (AP) para iluminar un área mayor o menor.
- > La **densidad de usuarios/as** por espacio influye sobre la robustez de los equipos que deben gestionar más o menos conexiones simultáneas.
- > Características del edificio, disposición espacial de los espacios en la planta, ancho y material de las paredes, etc.

Sin embargo, el estudio mostró que es posible estimar el costo de implementación de una solución wifi, dividiéndolo en dos categorías principales: costo fijo, que es independiente de las características físicas del CE; y costo variable, que depende principalmente del tamaño del CE. Cada una de esas categorías enfoca diferentes variables, como demuestra la tabla a continuación.

Cuadro 12. Composición de los costos fijos y variables de una solución wifi por centro educativo

	Costo fijo	Costo variable
Activos de red	Activos de redes centrales, como firewall y switch	Cantidad de AP necesarios para iluminar los espacios previstos
Capa de servicio	Instalación y mantenimiento de los activos listados anteriormente (sólo una unidad por CE, independientemente de su tamaño), desplazamiento hasta el CE, etc.	La instalación y mantenimiento aumentan de forma proporcional a la cantidad de activos de red instalados. O sea, cuanto más grande sea el CE, mayor será la cantidad de AP.

Fuente: Elaboración propia.

25. Para conocer más sobre la experiencia de Brasil con la contratación de conectividad en las escuelas, consulte la Parte 2 del documento “Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe” de Méndez et al. (2026).

Así, la cantidad de espacios que deben conectarse es el principal factor para la estimación del costo total de la solución wifi por CE²⁶ y, consecuentemente, del país. **Con base en la tabla anterior, este cálculo sigue los siguientes pasos:**

- 1 Utilizando el parámetro mencionado de un AP para cada dos espacios del CE, se estima el número necesario de AP por CE, a partir de la cantidad de espacios de cada CE²⁷.
- 2 Con la cantidad de AP que deben instalarse en cada CE y el costo estimado de la solución wifi para cada cantidad de AP,²⁸ se calcula el costo específico por CE.
- 3 Con los costos específicos de todos los CE, se estima el costo total para el país.²⁹

Consejo: Fuentes de datos estructurados con información detallada y actualizada de cada centro educativo son esenciales tanto para la realización del diagnóstico de la situación actual (Paso 1) como para el cálculo del costo total de la implementación de wifi en todo el país. Sin esta información, la complejidad de esta estimación sería mucho mayor.

26. Una referencia de costo de implementación de *wifi como servicio (WaaS, por sus siglas en inglés)* en escuelas públicas brasileñas puede encontrarse en la convocatoria publicada por CG-FUST (el comité oficial vinculado al gobierno brasileño que supervisa las inversiones en conectividad) punto 2 del documento “Diretrizes para abertura de edital de projeto Não Reembolsável – 1 – OGU”. Los costos pueden variar entre diferentes países. CG-FUST (s.f.).

27. En Brasil, la fuente de esta información es el Censo Escolar. INEP (s.f.).

28. En Brasil, la estimación de costo utilizada se encuentra en la convocatoria publicada por CG-FUST, el comité oficial vinculado al gobierno brasileño que supervisa inversiones en conectividad. CG-FUST (s.f.).

29. Los datos del diagnóstico realizado para conocer el punto de partida pueden restarse de la estimación del costo total, excluyendo el total de escuelas que ya cuentan con una solución apropiada.

Paso 7

Monitorear y hacer ajustes continuos

El monitoreo transforma la conectividad escolar en una política viva, capaz de adaptarse, corregir rumbos y responder a las necesidades reales de los centros educativos. Cuando los países implementan sistemas permanentes de acompañamiento, el diagnóstico deja de ser una fotografía inicial y se transforma en un instrumento dinámico de gestión.

Diversos casos de América Latina y el Caribe muestran que un monitoreo eficaz integra tres capas:

- > Datos técnicos (velocidad, estabilidad, red interna, fallas);
- > Datos de gestión (contratos, cobertura, costos, proveedores de servicios);
- > Datos pedagógicos (uso educativo, cantidad de usuarios/as, plataformas y aplicaciones).

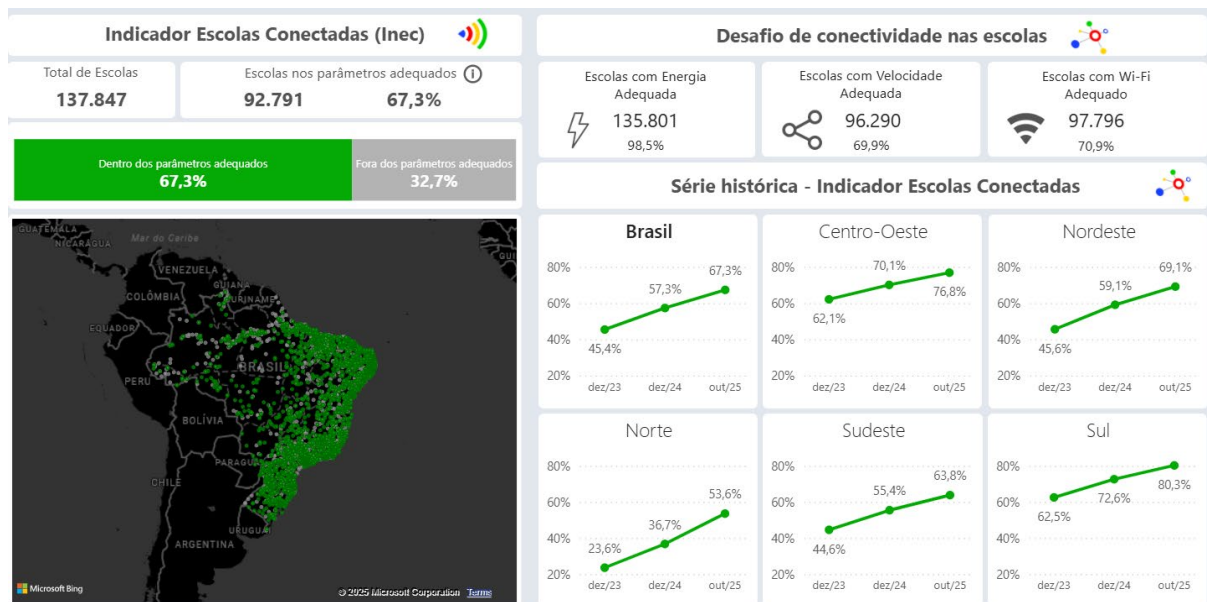
Esta integración permite superar la lógica de “escuela conectada” como un punto de acceso y avanzar hacia la “conectividad significativa” como condición para la participación, el aprendizaje y la gestión escolar. Algunos países ya avanzan en esa dirección, como muestran los ejemplos a continuación.

7.1 Ejemplos internacionales

Brasil: Tablero de Monitoreo del Ministerio de Educación (MEC)³⁰

Es la herramienta que presenta los resultados del Indicador Escuelas Conectadas (Inec) de acuerdo con tres dimensiones: energía eléctrica, velocidad de Internet y red wifi.

Figura 4. Resultados del Indicador Escuelas Conectadas en Brasil y por región



Fuente: Ministerio de Educación de Brasil.

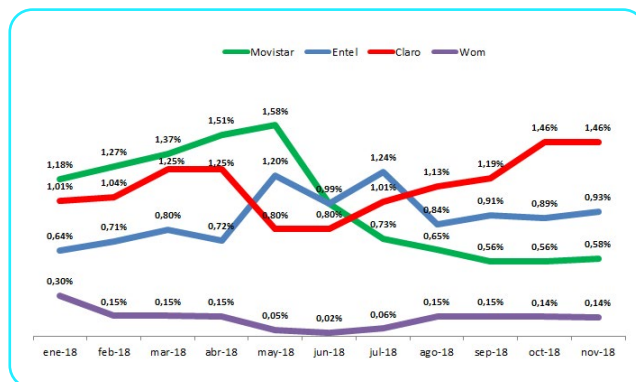
Uruguay: Plan Ceibal³¹

Mantiene indicadores permanentes sobre conectividad en los CE, integrando datos técnicos y pedagógicos en informes públicos.

Chile: Subtel³²

Publica información sobre cobertura y calidad de la conectividad en centros educativos públicos, con acceso a partir de tableros interactivos.

Figura 5. Indicadores de calidad de las redes móviles urbanas publicados por Subtel, Chile



Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile.

30. Brasil, Ministério da Educação (s.f.-b).

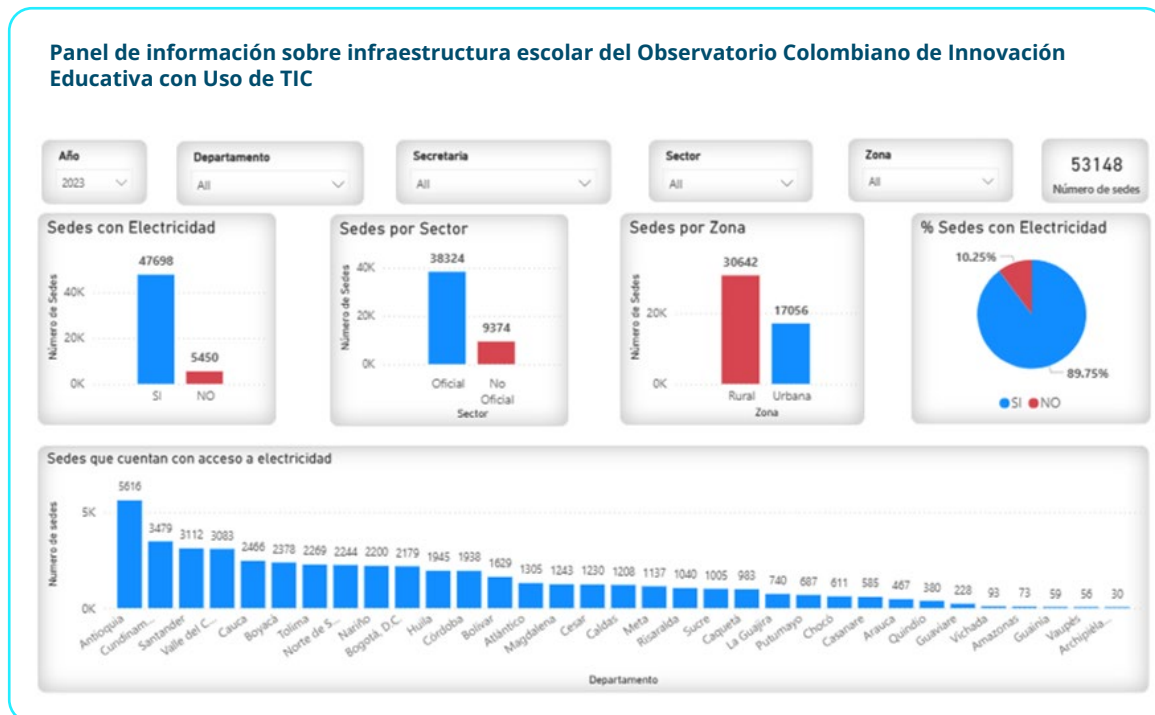
31. Plan Ceibal (2024).

32. Subtel (s.f.).

Colombia: Ministerio de Educación Nacional (MEN)³³

Desarrolló sistemas de seguimiento de conectividad – como el Observatorio Colombiano de Innovación Educativa con Uso de TIC –, vinculados a programas educativos y de inclusión digital.

Figura 6. Acceso a la electricidad en las unidades escolares de Colombia



Fuente: Observatorio Colombiano de Innovación Educativa con Uso de TIC.

Las experiencias mencionadas³⁴ demuestran que monitorear no es solo medir: es gobernar. Así, el monitoreo se convierte en el eslabón que cierra – y al mismo tiempo reinicia – el ciclo de conectividad escolar, consolidando políticas públicas sostenibles, equitativas y alineadas con las transformaciones educativas.

³³. Ministerio de Educación de Colombia (s.f.).

³⁴. Para obtener más información sobre todas estas experiencias, consulte la Parte 2 del documento “Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe”. Méndez et al. (2026).

Conclusión



La implementación de soluciones wifi efectivas en las escuelas públicas es un paso fundamental para transformar la educación y reducir desigualdades en el acceso a la tecnología. El presente documento buscó reunir las principales lecciones aprendidas en Brasil y otros países latinoamericanos, que se presentan en la forma de siete pasos esenciales para la planificación de la implementación de redes wifi educativas robustas y apropiadas para el contexto pedagógico.

- > **El primer paso (conocer el punto de partida)** enfatiza la importancia de realizar un diagnóstico preciso de la infraestructura existente, teniendo en cuenta un análisis geoespacial de la red educativa. Comprender qué CE ya cuentan con soluciones apropiadas, cuáles aún necesitan inversión, y dónde se ubican es crucial para la priorización de acciones y optimización de recursos.
- > **El segundo paso (definir parámetros a partir de la visión de éxito)** es esencial para garantizar que las soluciones adoptadas atiendan plenamente las necesidades pedagógicas. Establecer estándares claros de calidad y conectividad desde el inicio permite alinear las expectativas de rendimiento y crear una base sólida para todo el proyecto.
- > **El tercer paso (elegir la tecnología de conexión)** presenta las ventajas, las limitaciones y diversos criterios que deben evaluarse a la hora de determinar cuáles de los diferentes tipos de tecnología existentes se ajustan mejor a las necesidades y a la realidad de la red educativa. Siempre que sea posible y esté disponible, se debe priorizar la fibra óptica, que ofrece mayor estabilidad y máxima velocidad de descarga.
- > **En el cuarto paso (entender la infraestructura interna necesaria)**, se observan los requisitos necesarios para viabilizar la conectividad dentro de los centros educativos, incluyendo la distribución uniforme de la señal de wifi, la seguridad digital y el mantenimiento apropiado. Asimismo, se destaca el papel central desempeñado por los puntos de acceso (AP) y la superioridad de la solución cableada tradicional en términos de confiabilidad y eficiencia.
- > **En el quinto paso (realizar un estudio de mercado)**, es posible identificar proveedores, tecnologías y costos, garantizando la sostenibilidad y una mejor relación costo-beneficio.
- > **El sexto paso (mapear los recursos disponibles y estimar costos)** refuerza la necesidad de alinear las fuentes de financiamiento, como fondos nacionales y programas federales, con las demandas específicas de los centros educativos. Además, la estimación de costos debe tener en cuenta tanto las inversiones iniciales como los costos recurrentes, garantizando que la solución sea viable a largo plazo.
- > Finalmente, **en el séptimo paso (monitorear y hacer ajustes continuos)**, queda evidente que solo con datos actualizados es posible ajustar contratos, revisar estándares técnicos, reasignar recursos, priorizar centros educativos vulnerables y planificar expansiones.

Siguiendo estos siete pasos, esperamos que gobiernos e instituciones de toda América Latina y el Caribe estén mejor preparados para efectuar el proceso de contratación del servicio de conectividad³⁵, entendiendo el impacto directo de una buena planificación sobre la equidad. Después de todo, con un diagnóstico incompleto o fragmentado, los procesos de licitaciones se vuelven inviables y los centros educativos más aislados siguen excluidos. O sea, sin un buen punto de partida, se incrementa el riesgo de perpetuar las desigualdades educativas derivadas del acceso desigual a la tecnología.

³⁵, Para conocer más sobre el proceso de licitación de conectividad y las experiencias de conectividad en siete países de América Latina, se recomienda la lectura del documento “Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe”. Méndez et al. (2026).

Bibliografía

Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). (2021). Edital de Licitação nº 1/2021-SOR/SPR/CD-Anatel – faixas de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz (Leilão do 5G). Brasília: Anatel.

Arias Ortiz, E., Castro Vergara, N., Forero Pabón, T., Della Nina Gambi, G., Giambruno, C., Pérez Alfaro, M., & Rodríguez Segura, D. (2025). Inteligencia artificial y educación: construyendo el futuro mediante la transformación digital. <https://doi.org/10.18235/0013500>

Banco Interamericano de Desarrollo y Deloitte. (2025). Metodología de análisis geoespacial para evaluar brechas y planificar la implementación de infraestructura de conectividad digital en centros educativos. Washington, DC: BID (IFD/CMF y SCL/EDU).

Bettega, E. T., Marin, G., y Kuester Neto, P. (2020). Os limites da banda larga: o papel da conectividade nos usos das TIC para o desenvolvimento das competências digitais nas escolas públicas brasileiras. En Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (Ed.), Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2019 (pp. 147-161). São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil. Disponible en: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20201123090444/tic_edu_2019_livro_eletronico.pdf

Brasil. (2021). Lei nº 14.172, de 10 de junho de 2021: dispõe sobre a garantia de acesso à internet, com fins educacionais, a alunos e a professores da educação básica pública. Diário Oficial da União. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14172.htm

Brasil. Comitê Gestor do FUST (CG-FUST). (s.f.). Diretrizes para abertura de edital de projeto não reembolsável – 1 – OGU. Brasília: Ministério das Comunicações. Disponible en: <https://sei.mcom.gov.br/>

Brasil. Ministério da Educação. (s.f.-a). Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (ENEC). Disponible en: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas>

Brasil. Ministério da Educação. (s.f.-b). Painel de Monitoramento das Escolas Conectadas. Disponible en: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/painel-de-monitoramento>

Brasil. Ministério da Educação. (s.f.-c). Programa de Inovação Educação Conectada (PIEC). Disponible en: <https://www.gov.br/mec/pt-br/educacao-conectada>

Brasil. Ministério das Comunicações. (s.f.). Programa Norte Conectado. Disponible en: <https://www.gov.br/mcom/>

Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB). (2022). Relatório Guia Edutec. São Paulo: CIEB. Disponible en: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-12-Relatorio-Guia-Edutec.pdf>

Diário Oficial da União. (2024a). Resolução CENEC nº 2, de 22 de fevereiro de 2024. Disponible en: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cenec-n-2-de-22-de-fevereiro-de-2024-546279176>

Diário Oficial da União. (2024b). Resolução CE-ENEC nº 3, de 11 de julho de 2024. Disponible en: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-ce/enec-n-3-de-11-de-julho-de-2024-572637374>

Education Estonia. (s.f.). How Estonia ensures internet access for schools. Tallin: Education and Youth Board (HARNO). Disponible en: <https://www.educationestonia.org/internet-infrastructure-school/>

EducationSuperHighway. (s.f.). K-12 bandwidth goals. San Francisco: EducationSuperHighway. Disponible en: <https://www.educationsuperhighway.org/upgrade/k-12-bandwidth-goals/>

European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. (2019). 2nd survey of schools: ICT in education – Objective 2: Model for a “highly equipped and connected classroom”. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Federal Communications Commission (FCC). (2014). Modernizing the E-rate program for schools and libraries (Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, FCC 14-99). Washington, DC: FCC.

Giga (UNICEF y UIT) y Boston Consulting Group. (2021). Meaningful school connectivity: an assessment of sustainable business models. Ginebra: Giga. Disponible en: <https://giga.global/meaningful-school-connectivity-an-assessment-of-sustainable-business-models/>

Grupo Interinstitucional de Conectividade na Educação (GICE). (2021). Guia de conectividade na educação: passo a passo para a conectividade das escolas públicas brasileiras. São Paulo: GICE/CIEB/NIC.br. Disponible en: <https://cieb.net.br/guia/>

Grupo Interinstitucional de Conectividade na Educação (GICE). (2022). Nota técnica: qual a velocidade de internet ideal para minha escola? Como definir o plano de internet baseado em parâmetros técnicos e pedagógicos. São Paulo: GICE / CIEB / GMB / MegaEdu / NIC.br. ISBN 978-65-5854-681-8. Disponible en: <https://nic.br/publicacao/nota-tecnica-qual-a-velocidade-de-internet-ideal-para-minha-escola/>

HEAnet. (s.f.). Schools network. Dublín: HEAnet. Disponible en: <https://www.heanet.ie/schools-network>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2018). Regiões de influência das cidades (REGIC). Río de Janeiro: IBGE. Disponible en: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html>

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (s.f.). Censo Escolar da Educação Básica. Brasília: INEP. Disponible en: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar>

MegaEdu y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (s.f.). Estudio sobre mejores prácticas para implementar soluciones wifi eficaces en escuelas públicas de Brasil.

Méndez, C., Giambruno, C., Pérez Alfaro, M., Gonzalez Santibanez, G. D. C., Galvao, T., Prado de Almeida, A. L., y Silva Costa, L. R. da. (2026). Cómo contratar conectividad en las escuelas: caminos y lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0014486>.

MetaGeek. (s.f.). Wi-Fi signal strength basics. Disponible en: <https://www.metageek.com/training/resources/wifi-signal-strength-basics/>

Ministerio de Educación de Colombia. (s.f.). Observatorio Colombiano de Innovación Educativa con Uso de TIC. Disponible en: <https://obsedutic.mineducacion.gov.co>

NetSpot. (s.f.). O que é a força do sinal de Wi-Fi e por que devo me importar com isso? Disponible en: <https://www.netspotapp.com/pt/wifi-signal-strength/wifi-signal-strength-and-its-impact.html>.

Plan Ceibal. (2024). Memoria institucional 2020-2024. Montevideo: Ceibal. Disponible en: <https://ceibal.edu.uy/institucional/memoria-2020-2024/>

Red.es. (s.f.). Escuelas Conectadas. Madrid: Red.es. Disponible en: <https://www.red.es/es/iniciativas/escuelas-conectadas>

Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (Subtel). (2025). Internet y sociedad de la información. Santiago: Subtel. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/estudios/internet-y-sociedad-de-la-informacion>

UNESCO. (2023). Relatório de monitoramento global da educação 2023 – Tecnologia na educação: uma ferramenta a serviço de quem? París: UNESCO. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_por

