

Vigilancia tecnológica para identificar tecnologías de conectividad transferibles al sector
educativo rural en el departamento de Santander

Pedro David Arias Barbosa y Brayan Armando Garcia Badillo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Industrial

Director

Luis Eduardo Becerra Ardila

Dr. Gestión y Desarrollo Tecnológico en Ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2021

Agradecimientos

Agradezco a mi padre Pablo Antonio Garcia Sánchez y a mi madre Edilma Badillo Trigos por haberme enseñado la importancia de la educación, la responsabilidad y el trabajo honesto. Agradezco cada uno de sus sacrificios con la familia.

A mis hermanos Sindy, Juampa y Deyvi por mantener el valor de ayuda familiar y a mis mascotas Kira, Mara y Rambú por hacerme ver otro lado bonito de la vida.

A mis amigos, especialmente a Jhonathan Gelves, Ximena Cruz y Rafael Lizarazo por tenderme la mano en los momentos más difíciles como estudiante foráneo.

A mi compañero y amigo de proyecto David Arias por su buen trabajo y comprensión durante el desarrollo de todo el proyecto.

Por último, al expresidente Juan Manuel Santos por crear el programa Ser Pilo Paga y destinar impuestos de los colombianos a la educación profesional de muchos compañeros y compañeras.

Brayan Armando Garcia Badillo

Primeramente, agradezco a mis padres Pedro Tuiliano Arias y Luz Mary Barbosa por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida y por incentivarme a salir adelante.

A mis hermanos Samuel y Yulian por aconsejarme y apoyarme cuando las situaciones eran adversas y por incentivarme a aprender cada día más y a mi mascota Oliver por ser una gran compañía en el hogar.

A mi novia Angie Herrera por acompañarme en este proceso, ser confidente y motivarme a hacer lo que me propongo de la mejor manera.

A mis compañeras Karla Flórez y Adriana Galvis a quienes considero parte de mi familia y agradezco enormemente todo su apoyo a lo largo de esta carrera.

A mi compañero y amigo Brayan Garcia por su gran trabajo y comprensión durante el desarrollo de este trabajo.

Finalmente agradecer a las personas y amigos que con paciencia y comprensión me acompañaron durante todo este proceso y me ayudaron a crecer como persona.

Pedro David Arias Barbosa

Tabla de Contenido

Introducción	14
1. Objetivos	17
1.1. Objetivo General	17
1.2. Objetivos Específicos.....	17
2. Aspectos generales del proyecto de investigación.....	17
2.1. Planteamiento del problema.....	18
2.2. Marco de antecedentes	22
2.3. Marco teórico	25
2.3.1. Vigilancia tecnológica	25
2.3.2. Análisis de patentes.....	30
2.3.3. Conectividad tecnológica.....	31
2.3.4. Revisión de literatura	31
3. Desarrollo metodológico.....	32
3.1. Fase 1: Revisión de la literatura: Estado situacional de las tecnologías para la conectividad en el mundo.....	33
3.1.1. Revisión de literatura gris	33
3.1.2. Selección de base de datos y fuentes de información	34
3.1.3. Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda.....	34
3.1.4. Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad	35
3.1.5. Análisis del estado situacional de las tecnologías para la conectividad	35
3.2. Fase 2: Análisis de patentes	35
3.2.1. Formulación de la estrategia de búsqueda.	36

3.2.1.1. Selección de la base de datos y software para el análisis de información.	36
3.2.1.1.1. Espacenet.	37
3.2.1.2. Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda.	38
3.2.2. Definición de los criterios de análisis del comportamiento tecnológico	39
3.2.2.1. Comportamiento de las patentes a través del tiempo.	39
3.2.2.2. Países líderes en investigación.	39
3.2.2.3. Inventores líderes (autores).	40
3.2.2.4. Entidades líderes (solicitantes).	40
3.2.2.5. Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos.	40
3.2.3. Reporte del estado de la técnica.	41
3.3. Fase 3: Diagnóstico de la conectividad y las TIC en el departamento de Santander.	41
3.3.1. Ubicación, límites geográficos y características del departamento de Santander	42
3.3.2. Población santandereana y rangos de edades.	42
3.3.3. Servicios públicos y las TIC	42
3.3.4. Uso de la radio en la educación	43
3.3.5. Importancia de la tenencia de bienes y servicios TIC.	44
3.4. Fase 4: Artículo publicable	44
4. Resultados	45
4.1. Revisión de literatura	45
4.1.1. Revisión de literatura gris	46
4.1.2. Selección de base de datos y fuentes de información	47
4.1.3. Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda.	48
4.1.4. Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad	48

4.1.5. Análisis del estado situacional de las tecnologías para la conectividad	49
4.1.6. Conclusiones	56
4.2. Análisis de patentes sobre conectividad tecnológica	57
4.2.1. Dinámica global de patentes.	57
4.2.1.1. Dinámica de patentes a través del tiempo.....	58
4.2.1.2. Países líderes en investigación.....	59
4.2.1.3. Inventores líderes (autores).....	60
4.2.1.4. Entidades líderes (solicitantes).	62
4.2.1.5. Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4).	63
4.3. Conectividad y TIC en Santander	66
4.3.1. Caracterización y límites del departamento de Santander	66
4.3.2. ¿Cuántos somos y dónde estamos?.....	67
4.3.3. Calidad de vida de acuerdo con los servicios públicos.....	67
4.3.4. La radio en los hogares santandereanos.....	71
4.3.5. Tenencia de bienes y servicios TIC	72
4.4. Parámetros a consideración para la selección de tecnologías	74
4.5. Tecnologías de acceso por radio (RAT) para la ruralidad	75
4.5.1. 5G.....	75
4.5.2. TV White Space (TVWS) o Bandas blancas de televisión.....	77
4.5.3. WiMax	80
4.5.4. Wireless Backhaul Technology (WiBack).....	82
4.5.5. Long Range. (LoRa)	84
4.5.6. Redes inalámbricas en malla (Wireless Mesh Networks). WIMESH	87

4.5.7. Banda ultraancha (Ultra-wideband). UWB.....	89
4.6. Comunicación con luz visible (Visible Light Communications). VLC.....	92
4.7. Comunicación Óptica de espacio libre (Free Space Optical Communications). FSOC	95
4.8. Tecnologías que potencian la conectividad	98
4.8.1. Radio Cognitiva. RC.....	98
4.8.2. Satélites de órbita baja de la tierra (LEO) y Estaciones de plataforma de gran altitud (HAPS).....	100
4.8.3. Redes definidas por software. (SDN)	103
4.8.4. Virtualización de la función del trabajo en red. NFV	106
4.8.5. Múltiple entrada múltiple salida (Multiple Input Multiple Output). MIMO	109
5. Conclusiones	111
6. Recomendaciones	117
Referencias Bibliográficas	120

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Tabla de cumplimiento de Objetivos</i>	16
Tabla 2. <i>Procesos descritos en metodologías de vigilancia tecnológica</i>	27
Tabla 3. <i>Búsqueda de palabras claves en Tesauros de la UNESCO</i>	46
Tabla 4. <i>Criterios de inclusión, exclusión y calidad</i>	48
Tabla 5. <i>Principales autores del tema de estudio</i>	53
Tabla 6. <i>Número de citas de los artículos</i>	56
Tabla 7. <i>Número de patentes por IPC 4</i>	65
Tabla 8. <i>Razones de la falta de internet en los hogares</i>	70
Tabla 9. <i>Actividades al escuchar la radio</i>	71
Tabla 10. <i>Tenencia de bienes y servicios TIC en Santander</i>	72

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Metodología del proyecto</i>	32
Figura 2. <i>Etapas de la revisión de literatura</i>	33
Figura 3. <i>Frecuencia anual de publicaciones y tendencia</i>	50
Figura 4 . <i>Número de publicaciones por país</i>	51
Figura 5. <i>Número de documentos por área de conocimiento</i>	52
Figura 6. <i>Relación de autores en las publicaciones</i>	54
Figura 7. <i>Nube de palabras claves</i>	55
Figura 8. <i>Cantidad de documentos de patentes por año</i>	59
Figura 9. <i>Cantidad de documentos de patentes por país</i>	60
Figura 10. <i>Cantidad de patentes por inventor</i>	61
Figura 11. <i>Cantidad de documentos por solicitante</i>	63
Figura 12. <i>Cantidad de patentes por código IPC</i>	64
Figura 13. <i>Porcentaje de viviendas que no cuentan con servicio de electricidad en los municipios de Santander</i>	68
Figura 14. <i>Porcentaje de viviendas que cuentan con servicio de internet en los municipios de Santander</i>	69
Figura 15. <i>Parámetros de las tecnologías para la conectividad</i>	74
Figura 16. <i>Alcance tras la implementación de la TVWS</i>	78
Figura 17. <i>Funcionamiento de la tecnología TVWS</i>	78

Figura 18. <i>Pruebas piloto de TVWS</i>	80
Figura 19. <i>Funcionamiento de la tecnología WiMax</i>	81
Figura 20. <i>Propuesta de red de telecomunicaciones Backhaul para conectividad rural</i>	83
Figura 21. <i>Arquitectura de red LoRaWAN</i>	85
Figura 22. <i>Arquitectura de red Mesh</i>	88
Figura 23. <i>Densidad espectral para UWB y banda estrecha</i>	91
Figura 24. <i>Arquitectura del sistema VLC propuesto para interiores</i>	94
Figura 25. <i>Arquitectura de una red FSO</i>	96
Figura 26. <i>Radio Cognitiva. (a) Arquitectura. (b) Ciclo cognitivo para el acceso dinámico al espectro</i>	99
Figura 27. <i>Tecnología LEO y HAPS</i>	101
Figura 28. <i>Funcionamiento tradicional de los dispositivos de una red</i>	104
Figura 29. <i>Funcionamiento de los dispositivos de una red con SDN</i>	105
Figura 30. <i>Visión de la NFV</i>	107

Lista de Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

Apéndice A. Resultados en Bases de Datos.

Apéndice B. Artículo Publicable.

Resumen

Título: Vigilancia tecnológica para identificar tecnologías de conectividad transferibles al sector educativo rural en el departamento de Santander*

Autor: Pedro David Arias Barbosa, Brayan Armando Garcia Badillo**

Palabras Clave: Vigilancia tecnológica, Conectividad, Educación, Santander.

Descripción: Las tecnologías para la conectividad son herramientas y dispositivos desarrollados para conectar el mundo ordinario con el universo de la información digital, imprescindibles hoy en día para un acceso equitativo en la educación. En el mundo, tras la pandemia del COVID-19 se hizo necesario que el acceso a estas tecnologías fuera obligatorio para continuar los procesos formativos, sin embargo y debido a las diferentes condiciones que presentan algunos territorios tales como falta de infraestructura, tenencia de TICs y servicios públicos como el internet, salieron a flote problemáticas como la deserción escolar y la baja calidad educativa, que relucieron con mayor medida en las zonas rurales, que cuentan con menos recursos y tienen un desarrollo de la infraestructura considerablemente menor que en las cabeceras. El presente proyecto de investigación tiene como finalidad encontrar nuevas tecnologías y/o técnicas para la conectividad que se puedan implementar para mejorar o apoyar la educación rural en el departamento de Santander, se realiza una vigilancia tecnológica, metodología en donde se analiza el estado situacional de las tecnologías para la conectividad en el mundo, se realiza un análisis de documentos de patentes obtenidos de bases científicas, de patentes y fuentes de información alterna como Google Scholar donde se logran detectar tecnologías emergentes como SDN y NFV, además se realiza una descripción situacional de la conectividad en Santander que permita direccionar la selección de las posibles tecnologías a implementar en el contexto educativo rural.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa de Ingeniería Industrial. Director: Luis Eduardo Becerra Ardila. Dr. Gestión y Desarrollo Tecnológico en Ingeniería.

Abstract

Title: Technological surveillance to identify transferable connectivity technologies to the rural education sector in the department of Santander *

Author: Pedro David Arias Barbosa, Brayan Armando Garcia Badillo **

Key Words: Technological surveillance, Connectivity, Education, Santander.

Description: Technologies for connectivity are tools and devices developed to connect the ordinary world with the universe of digital information, essential today for equitable access in education. In the world, after the COVID-19 pandemic, it became necessary for access to these technologies to be mandatory to continue the training processes, however and due to the different conditions that some territories present such as lack of infrastructure, possession of ICT and public services such as the internet, problems such as school dropout and low educational quality came to the fore, which shone more heavily in rural areas, which have fewer resources and have considerably less infrastructure development than in the capital cities. The purpose of this research project is to find new technologies and / or techniques for connectivity that can be implemented to improve or support rural education in the department of Santander, a technological surveillance is carried out, a methodology where the situational state of technologies is analyzed. For connectivity in the world, an analysis of patent documents obtained from scientific bases, patents and alternative information sources such as Google Scholar is carried out, where emerging technologies such as SDN and NFV are detected, in addition a situational description of connectivity is made in Santander that allows directing the selection of possible technologies to be implemented in the rural educational context.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering Program. Director: Luis Eduardo Becerra Ardila. Dr. Management and Technological Development in Engineering.

Introducción

La educación es un derecho humano fundamental en el que las personas adquieren conocimientos que, posteriormente, les ayudarán a participar de manera activa en la sociedad, siendo vital para el desarrollo social, económico y cultural de una nación. Por lo tanto, la educación es la clave para el desarrollo personal y el futuro de las sociedades, abre oportunidades y reduce las desigualdades. Constituye los cimientos de las sociedades informadas y tolerantes y es un motor fundamental del desarrollo sostenible (Guterres, 2020).

Ahora bien, en Colombia se encuentra una gran población dispersa en las zonas rurales de las diferentes entidades territoriales donde el acceso a la educación es limitado, ocasionando que la adquisición de conocimientos tome un nivel de complejidad mayor, esto debido a diversos factores, entre ellos la reciente crisis mundial que se enfrenta por la pandemia (COVID-19), la falta de instituciones educativas, la infraestructura inadecuada en varias de estas, el limitado acceso a servicios de conectividad, la escasez de los recursos o bienes pertinentes para el desarrollo del proceso educativo entre otros. Es por esto, que es imprescindible diseñar y/o hacer uso de instrumentos que ayuden en la búsqueda de soluciones a las constantes problemáticas que enfrenta la educación.

Las tecnologías de conectividad son justamente un conjunto de herramientas informáticas que, en el ámbito educativo, ayudan a facilitar el proceso de aprendizaje y a solucionar algunos de los problemas que traía consigo la educación tradicional. En ese sentido, el Gobierno Nacional Colombiano mediante el Ministerio de TIC (MinTIC), ha invertido en el desarrollo de estrategias en las que pone a disposición de la comunidad gran variedad de programas y recursos

tecnológicos como lo son Kioscos Vive Digital, Puntos Vive Digital, Proyecto Nacional de Fibra Óptica, Zonas WiFi, Televisión Digital Terrestre TDT, entre otros (ColombiaTIC, 2021).

Sin embargo, las tecnologías tienen un lenguaje estilizado y el diseño de los programas, procesos y procedimientos de acceso y retribución tienen un carácter casi exclusivamente urbano (Felizzola, 2010). Por lo tanto, en algunos casos estas iniciativas planteadas del estado colombiano no se ajustan correctamente a las problemáticas propias de cada lugar, como es el caso de las zonas rurales. Ante la dificultad que presentan algunos centros educativos para reunir a sus docentes y estudiantes, los problemas de deserción estudiantil y la baja calidad educativa se han agudizado sin control ya que no existen herramientas suficientes que puedan contrarrestar estos efectos negativos.

Por lo tanto, la presente investigación pretende a través de un proceso de vigilancia tecnológica identificar tecnologías de conectividad transferibles al departamento de Santander, para ello se realizará una revisión de literatura que permita establecer el estado actual de las tecnologías de conectividad y la forma en la que se han usado para disminuir las barreras en la comunicación e información en entornos educativos, así mismo se hará uso de herramientas de análisis de datos que permitan clasificar y seleccionar los grupos de patentes que funcionen como alternativas de conectividad tecnológica en contextos rurales, para posteriormente hacer un diagnóstico de las TIC y la conectividad en el departamento de Santander que permita determinar las tecnologías que pueden ser transferidas y de esta manera contribuir al acceso equitativo de la educación, recortando las brechas digitales y sociales en Santander.

Tabla 1*Tabla de cumplimiento de Objetivos*

Objetivo	Cumplimiento
Realizar una revisión de literatura con el fin de identificar el estado situacional de las tecnologías de conectividad a nivel mundial.	Capítulo 4.1 al 4.1.6
Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar las tendencias tecnológicas de conectividad y su aplicabilidad en contextos rurales y educativos en el departamento de Santander.	Capítulo 4.2 al 4.2.1.5
Realizar un diagnóstico de las TIC y la conectividad en el departamento de Santander que permita determinar las patentes tecnológicas que pueden ser transferidas al departamento.	Capítulo 4.3 al 4.8.5
Elaborar un artículo publicable basado en los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.	Apéndice B. Artículo publicable.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Realizar un estudio de vigilancia tecnológica, que permita identificar tendencias en tecnología de conectividad a partir del análisis de patentes y publicaciones científicas para contribuir al mejoramiento de los procesos educativos en áreas rurales de Santander.

1.2. Objetivos Específicos

- Realizar una revisión de literatura con el fin de identificar el estado situacional de las tecnologías de conectividad a nivel mundial.

- Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar las tendencias tecnológicas de conectividad y su aplicabilidad en contextos rurales y educativos en el departamento de Santander.

-Realizar un diagnóstico de las TIC y la conectividad en el departamento de Santander que permita determinar las patentes tecnológicas que pueden ser transferidas al departamento.

-Elaborar un artículo publicable basado en los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

2. Aspectos generales del proyecto de investigación

El presente proyecto se desarrolla bajo la modalidad de trabajo de investigación con la finalidad de dar respuesta a los problemas existentes en la educación rural santandereana que salieron a flote bajo la crisis de la pandemia, a través de una vigilancia tecnológica se identifican

soluciones a la problemática mediante el uso de las nuevas tendencias tecnológicas para la conectividad con énfasis y posible implementación en la ruralidad y establecimientos educativos.

2.1. Planteamiento del problema

Actualmente cada país, ciudad y entidad territorial afronta diversos retos en pro de mejorar la calidad de vida, el desarrollo sostenible, promover la prosperidad y disminuir problemáticas globales, uno de estos retos es la búsqueda continua de estrategias que permitan mejorar las condiciones de los sistemas educativos. En relación con lo anterior, la educación está superando una de sus mayores disrupciones a nivel mundial causada por la pandemia del COVID-19, considerada una catástrofe generacional que podría desperdiciar un potencial humano incalculable (Guterres, 2020). A su vez, se estimó que el 90% de la población mundial estudiantil se encontraba afectada por el cierre de las escuelas, este porcentaje equivale aproximadamente a 1.576 millones de estudiantes que están fuera de la escuela en 190 países afectados (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2020). Aunque se ha intentado balancear el cierre de los establecimientos educativos en el mundo mediante educación virtual, a distancia y en algunos lugares más favorecidos por medio de modelos de alternancia, la brecha digital existente es la principal causa de que estas metodologías utilizadas debido a la coyuntura no sean suficientes para cumplir con sus objetivos.

En Colombia, se han vuelto a utilizar herramientas de comunicación como la difusión de información en la radio para educar (EFE, 2020), adicionalmente se ha tratado de repartir material físico o guías didácticas educativas en lugares alejados de las cabeceras municipales, y en algunas zonas más favorecidas se ha optado por sistemas de educación en línea haciendo uso

de plataformas, aulas y recursos virtuales e incluso en ciertos lugares se han implementado modelos híbridos. No obstante, la educación virtual presenta retos y oportunidades; entre los principales problemas de la implementación de esta metodología virtual están la infraestructura, los dispositivos, la conectividad, la falta de apropiación de los recursos y el poco aprovechamiento de estos entornos debido a la costumbre del método tradicional que se ha manejado. También se encuentran algunas oportunidades como la enseñanza a través de diferentes dispositivos como teléfonos, tabletas y computadores, evitar la exclusión de personas vulnerables económicamente, incentivar el uso de software libre, permitir la construcción de una independencia de los docentes ante un libro y desarrollar aprendizaje colaborativo, entre otras. (Vazquez et al., 2018).

Sin embargo, los indicadores de tenencia y uso de TIC en los hogares no han demostrado condiciones de conectividad óptimas, en el 2019 para el total nacional solo el 35,6% de los hogares poseía un computador de mesa, portátil o tableta; 45,1% en las cabeceras y 6,87% en los centros poblados y rural disperso (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2019a). Adicionalmente, en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida del DANE (2019c) la cifra de hogares que tenían conexión a internet fue de 51,9%, estadísticamente parecida a la de 2018 que fue de 52,3%. En centros poblados y rural disperso este porcentaje mostró un incremento puesto que pasó de 17,1% en el 2018 a 20,7% en el 2019; a pesar del incremento evidenciado en las zonas rurales, este porcentaje sigue siendo bajo en comparación a las cabeceras o áreas urbanas donde el 61.6% de los hogares tuvieron acceso a internet

Además, según el Boletín Técnico de Educación Formal del DANE (2019b), el 95,9% de las instituciones de educación del país ubicadas en cabeceras contaron con bienes TIC mientras que en las instituciones rurales este porcentaje fue de 87,3%, así mismo el 91,9% de las

instituciones de educación del país ubicadas en zonas urbanas contaron con servicio de internet mientras que en las zonas rurales tan solo el 21,3% contaron con este servicio, una diferencia abismal en contraste con las instituciones en áreas urbanas representando un mayor desafío para la educación rural. Es importante tener en cuenta que la presencia de las TIC y su utilización efectiva dentro del aula permiten un mayor desempeño de los estudiantes (Botello & Rincón, 2015). Como resultado de lo mencionado anteriormente, existe una brecha digital entre la educación rural y la urbana en materia de calidad educativa, esto se puede evidenciar mediante resultados comparativos como los obtenidos históricamente a través de las pruebas PISA, allí se puede observar que en Colombia el puntaje promedio alcanzado por las instituciones oficiales rurales en los últimos 15 años es el más bajo según el tipo de establecimiento ubicándose por debajo de las instituciones oficiales urbanas y privadas del país.

Mientras tanto según el boletín de tenencia TIC en los hogares del DANE (2019a) en Santander, para el 2019 apenas el 24,529% de los hogares poseía al menos un computador y el 96,28% tenía al menos un smartphone en su vivienda, en contraste el 59,96% de los hogares santandereanos tuvieron acceso a internet. Ahora bien, para el 2020 en el área Metropolitana de Bucaramanga, las cifras de conectividad a internet en los hogares se aproximaron a 75% en Floridablanca, 71% en Bucaramanga, 58% en Piedecuesta y 57% en Girón, existiendo un menor índice de conectividad en sectores populares como Ciudad Norte donde este solo llegó a 26%. De manera alarmante, el porcentaje de conectividad se desploma en los corregimientos o zonas rurales de los mismos municipios, siendo en Floridablanca la cobertura escasamente del 28%; 18% en Piedecuesta; 14% en Bucaramanga; y 13% en Girón (Kilô, 2020a). En relación con lo anterior, de 138.500 estudiantes inscritos en colegios oficiales del departamento, el 80% seguía ‘fuera de línea’ por problemas de conectividad y falta de equipos (Kilô, 2020b). Estas cifras

demuestran que la situación para los hogares ubicados en zonas rurales no es muy alentadora y evidencia una vez más la existencia de una gran brecha digital entre lo rural y lo urbano, en este caso en el AMB de Santander. Adicionalmente en Bucaramanga, luego del cierre de colegios, en mayo de 2020 se detectó una deserción del 4.4% del total de los estudiantes que tienen inscritos los colegios públicos (77.989), sin embargo, se logró la reintegración al proceso formativo de algunos estudiantes gracias a las medidas implementadas por directivos educativos, bajando el índice a 2.4% para junio de 2020 lo que equivale a 1.889 estudiantes que dejaron las clases (Pineda, 2020).

Por consiguiente, este proyecto surge de la necesidad de consolidar conocimiento tecnológico y científico con el fin de contribuir al mejoramiento de las condiciones del desarrollo educativo rural existentes en el departamento de Santander (Colombia), donde se presentan determinadas problemáticas que dificultan el acceso a la educación. La más reciente de estas es la crisis mundial que se enfrenta por la propagación del virus (COVID-19), situación que afectó incluso a los sistemas educativos más desarrollados basados en la presencialidad. No obstante, como se argumentó anteriormente, este no es el único reto que presenta la educación rural, dado que también se encuentra la falta de instituciones educativas, la infraestructura inadecuada en varias de estas, el limitado acceso a servicios de conectividad, la escasez de los recursos o bienes pertinentes para el desarrollo del proceso formativo y una menor calidad educativa entre otros, generando un aumento en la brecha existente entre la educación rural y la urbana. En resumen y como se ha venido argumentando, gran parte de los problemas que padece la población rural, se pueden sintetizar en el limitado acceso a recursos educativos que sufren sus habitantes.

Dicho lo anterior, es imprescindible diseñar y/o hacer uso de instrumentos que ayuden en la búsqueda de soluciones a esta problemática que enfrenta la educación. Por esta razón, y en aras de contribuir a la solución del problema planteado, se propone una Vigilancia Tecnológica empleando análisis de patentes enfocado en tecnologías de conectividad transferibles a contextos educativos rurales que permita contribuir al acceso equitativo de la educación generando igualdad de oportunidades para la población y recortando las brechas digitales y sociales.

2.2. Marco de antecedentes

Para el desarrollo de este proyecto se tiene como eje fundamental la vigilancia tecnológica, por lo que se seleccionan y analizan los tres documentos presentados a continuación, el primero nos brinda conceptos metodológicos sobre este tipo de vigilancia ya aplicados en proyectos similares al que se plantea y los dos siguientes resumen investigaciones y proyectos aplicados con la finalidad de eliminar la brecha digital existente en Colombia.

- Documento 1:

En el trabajo de grado realizado por Angela María García Silva (2018) titulado “Estudio de Vigilancia Tecnológica para la identificación de alternativas tecnológicas que permitan dar valor agregado a los subproductos torta de palmiste y fibra de la fruta del proceso de producción de aceite de la palma”, se pretende encontrar alternativas tecnológicas que constituyan una ventaja competitiva en la cadena de valor para la empresa Palmas del Cesar S.A, de manera que se pueda hacer un aprovechamiento de los subproductos residuales de la palma de aceite y se logre disminuir el impacto ambiental de estos. Para ello se realiza un proceso de Vigilancia Tecnológica (VT) en bases de datos bibliográficas y de patentes desarrollado en 4 etapas, identificación del tema de estudio, identificación de bases de datos, búsqueda y recolección y

finalmente análisis de la información. La metodología de VT desarrollada en 4 fases por Angela García servirán como referencia para la presente investigación en la que también se plantea una VT para la identificación de alternativas tecnológicas en este caso de conectividad para el mejoramiento de los procesos educativos en el departamento de Santander.

- **Documento 2:**

En la reflexión “Kioscos Vive Digital”: una estrategia digital y de conectividad para promover la inclusión social en comunidades rurales de Colombia” realizada por la Directora General de Gemprecol Claudia Y. Builes Beltrán (2015), se analiza uno de los proyectos que se llevó a cabo en el marco del Plan Vive Digital 2014-2018 en el que se implementaron más de 7.000 puntos de acceso comunitario a internet, Kioscos Vive Digital (KVD), para personas ubicadas en las zonas más alejadas de Colombia. En este artículo se explora el alcance que tuvieron las TIC implementadas en estos KVD en el desarrollo de comunidades rurales apartadas donde el acceso a recursos informáticos es escaso, también se determinan algunos componentes centrales que soportan los KVD como mecanismos de inclusión social entre los que se destacan la promoción de distintas modalidades de enseñanza-aprendizaje, la facilitación de procesos de construcción de conocimiento y la vinculación en la red. Este trabajo se toma como un referente importante para la presente investigación puesto que en él se estudia una iniciativa en la que se implementaron recursos tecnológicos y además reconoce la importancia de estos recursos y de las iniciativas TIC en la contribución al desarrollo de los procesos de inclusión social a partir del acceso a servicios digitales como la educación virtual y las redes sociales como mecanismos de conectividad.

- **Documento 3:**

En el Plan Nacional Colombiano de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un Nuevo País” se estableció una estrategia de estandarización de proyectos (Proyectos Tipo) que ayuda a mejorar la calidad de la inversión y a cerrar las brechas existentes en el país. Esta iniciativa dirigida por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) consistió en 3 etapas entre los años 2016-2018 en los que se formularon alrededor de 50 proyectos tipo que pueden ser implementados por las entidades territoriales en caso de que se cumplan con las características establecidas en cada proyecto. De los 50 proyectos se destaca para la presente investigación la iniciativa titulada “Implementación de Tecnologías de la Información y Comunicación en las Instituciones Educativas”, en este proyecto se identifica mediante un árbol de problemas que es necesario mejorar la infraestructura tecnológica de las instituciones educativas y además dinamizar el desarrollo de prácticas pedagógicas innovadoras, estos dos problemas se pretenden solucionar mediante 4 componentes clave, la dotación tecnológica de terminales (portátiles y/o tabletas), conectividad escolar mediante zonas wifi, formación en el uso de las TIC y finalmente el acceso a contenidos educativos diseñados bajo la iniciativa del portal Colombia Aprende. Para ello mediante un ejemplo se intenta determinar el alcance del proyecto y a su vez se establece el presupuesto y el cronograma a desarrollar durante el mismo. Este proyecto y el presente trabajo reconocen la importancia que tiene la implementación de las tecnologías de la conectividad como herramientas para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y formación en las entidades territoriales, entendiendo que cada entidad territorial tiene unas necesidades propias y por lo tanto los modelos propuestos deben adecuarse a la realidad propia de cada lugar.

2.3. Marco teórico

Este apartado está compuesto por los principales conceptos de esta investigación, iniciando por el concepto general de la vigilancia, los tipos de vigilancia, la definición de vigilancia tecnológica desde diferentes autores y las metodologías que estos proponen para el proceso. Además, se presentan los conceptos de análisis de patentes como una herramienta para realizar el proceso de la vigilancia tecnológica y el concepto de tecnologías para la conectividad.

2.3.1. Vigilancia tecnológica

“La importancia estratégica de la información tecnológica es creciente ante la aceleración e impacto del cambio técnico en la llamada sociedad del conocimiento.

Tal aceleración acorta los ciclos de vida de las tecnologías y de los productos, exacerba la competencia y provoca turbulencia e incertidumbre en los mercados. En consecuencia, para enfrentar un ambiente más competido e incierto las empresas se ven obligadas a desarrollar mecanismos de vigilancia para captar los cambios tanto en la tecnología como en los mercados, e identificar a los que tendrán mayor impacto en la industria y en la empresa.” (Malaver y Vargas 2007)

Ante el constante cambio tecnológico, las organizaciones han utilizado la vigilancia tecnológica tradicional para captar información relevante a través de sus competidores, clientes y proveedores, sin embargo, en las últimas décadas, las organizaciones practican la vigilancia en diferentes niveles de acuerdo con sus objetivos: cuando la vigilancia se hace de manera rutinaria sobre numerosas fuentes se denomina vigilancia pasiva o scanning, cuando esta tiene un carácter investigativo con la finalidad de proveer información sobre las tendencias emergentes se

denomina vigilancia activa o monitoring y por último, si la búsqueda se hace sobre un tema en específico, se denomina search (Escorsa y Maspons, 2001).

Tipología de la vigilancia

En el libro “Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva” de Fernando Palop y José M. Vicente, (1999) citando a Martinet, B. y Ribault, J. se definen 4 tipos de vigilancia:

1. **tecnológica** o centrada en el seguimiento de los avances del estado de la técnica y en particular de la tecnología y de las oportunidades y amenazas que genera.
2. **competitiva**, implica un análisis y seguimiento de los competidores actuales, potenciales y de aquellos con producto substitutivo.
3. **comercial**, dedica la atención sobre los clientes y proveedores.
4. **entorno**, centra la observación sobre el conjunto de aspectos sociales, legales, medioambientales, culturales, que configuran el marco de la competencia.

Algunas definiciones citadas por Escorsa y Maspons en su libro “De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva” sobre la vigilancia tecnológica son:

“La vigilancia tecnológica consiste en la observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros, para identificar las amenazas y las oportunidades de desarrollo (Jakobiak, 1992).”

“La vigilancia tecnológica incluye los esfuerzos que la empresa dedica, los medios de que se dota y las disposiciones que toma con el objetivo de conocer todas las evoluciones y novedades que se producen en los dominios de las técnicas que le conciernen actualmente o son susceptibles de afectarle en el futuro (Lesca, 1994).”

“Es el esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico,

social o comercial, relevantes para la misma por (...) implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con el objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (Palop y Vicente, 1999).”

Metodología de la vigilancia tecnológica

Delgado et al. (2010) sintetizan en la siguiente tabla algunas propuestas de diferentes autores para la metodología a seguir en la vigilancia tecnológica:

Tabla 2.

Procesos descritos en metodologías de vigilancia tecnológica

Morcillo, P	Mignogna	Sánchez et al.	León et al.	Savioz, P
Problema y objetivos	Planeación e hipótesis	Planeación/ Identificación de necesidades, FCV	Situación o problema Descomponer	
Fuentes de información	Recopilación interna-externa	Búsqueda y Captación/observar	Tipo y fuente de información	Formulación de necesidades de información
Búsqueda de información		, descubrir, buscar, detectar, recolectar, captar	Búsqueda/Captación de información	Colección de información
Análisis de información	Evaluación	Análisis y organización/Analizar, Tratar y Almacenar	Análisis de información	Análisis de la información
Validación de información	Validación		Convalidación y ajustes	
Informe de inteligencia		Inteligencia/valor añadido, incidir en estrategia		
Organización flujos internos información-difusión	Diseminación	Comunicación/a directivos, difundir información, transferir Conocimiento	Difusión de información	Diseminación de la información
Toma de decisión	Toma de decisión		Toma de decisión/ Estrategias	Aplicación de la información
Porter, et al	Nossella A-, et al	Vázquez, L.	Norma Francesa de Vigilancia, AFNOR,1998	Norma Española AENOR

Continuación Tabla 2. *Procesos descritos en metodologías de vigilancia tecnológica*

Definición de FCV Identificación recurso información Definición plan de VT		Identificación de problemas. de factores críticos competitivos y tecnológicos	Comprensión de solicitud y contexto. Definición/redefinición de ejes de vigilancia y de finalidades	Identificación áreas/ objetivos sistema de VT, disponibilidad recursos/ información, Definición problema
Búsqueda y Captación	Colección de datos	Identificación y selección de fuentes de información relevantes. Búsqueda de información	Determinación tipos de información, identificación/selección fuentes de información Colecta y selección de las informaciones	Identificación de fuentes Búsqueda
Tratamiento y Análisis	Análisis de datos	Análisis de información. Análisis de resultados.	Análisis y organización	Análisis
Validación Explotación	Organización /Propósito/ implementación	Inteligencia Competitiva	Validación y ajuste/ Síntesis y perspectiva	Validación de la información
	Difusión de la información	Distribución de los resultados	Comunicación de los resultados	Elaboración de un informe

Nota. Adaptado de Delgado et al. (2010)

En general existe consenso y se presentan como procesos más comunes la búsqueda y análisis de la información en las anteriores propuestas metodológicas, con variaciones debido al alcance y objetivo de la vigilancia y la difusión que se realiza sobre los resultados de esta, incluyendo a los usuarios, así como el proceso de toma de decisiones.

Ahora bien, para el presente trabajo se utilizará la metodología o el denominado ciclo de vigilancia tecnológica presentado en el proyecto “Vigilancia tecnológica y competitividad sectorial: Lecciones y resultados de cinco estudios” de Florentino Malaver y Marisela Vargas

con el apoyo de Colciencias, la cámara de comercio de Bogotá, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, entre otros, el cual consta de las siguiente 5 etapas:

1. Diagnóstico (estratégico): como resultado de los ejercicios adelantados en esta fase, se identifican las necesidades de información y los factores claves a vigilar. Aquí se determinan los elementos que definen los ejes de la búsqueda.

2. Búsqueda y captación (de la información): en esta etapa se definen los objetivos de la búsqueda de información y se elabora la estrategia para identificarla, buscarla y captarla. Esto implica precisar el tema y resumirlo en una frase o en conceptos concretos, de modo que se facilite la selección de palabras clave con las cuales se formulan los textos o ecuaciones de búsqueda. En esta fase también se identifican las fuentes de información (bases de datos, documentos, reportes, noticias, etc.) que se usan para obtener la información.

3. Análisis: en esta fase se procesa la información obtenida de las fuentes ya establecidas. Labores que, por lo demás, requieren de la utilización de software especializado.

4. Inteligencia (interpretación de los resultados): en esta etapa se da sentido, interpreta y genera valor agregado a la información procesada, mediante la identificación de aspectos como las tendencias tecnológicas o en el avance del conocimiento; los “drivers” o direccionadores de dichos cambios y tendencias; los impactos tecnológicos, productivos y competitivos derivados de la evolución de las tecnologías.

5. Comunicación: en esta última etapa del ciclo se difunden los resultados de la información analizada y se formulan propuestas orientadas a fortalecer la toma de decisiones y la definición de estrategias a seguir para mejorar la situación problemática.

2.3.2. Análisis de patentes

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual - OMPI, define la propiedad intelectual como las creaciones de la mente como las invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizadas en el comercio, y está dividida en dos grandes grupos que son: El Derecho de Autor y La Propiedad Industrial. Dentro de la Propiedad Industrial, se consideran las patentes de productos, de procesos industriales, de modelos de utilidad y de algunos organismos vivos, diseños industriales, marcas y lemas comerciales, secretos empresariales y la Declaración de denominaciones de origen. Dentro del sistema de propiedad industrial, la Patente de Invención es un certificado que otorga el gobierno, donde se reconoce que se ha realizado una invención y que pertenece a una persona en particular (el titular de la patente), dándole por un tiempo limitado el derecho exclusivo de impedir que sin su consentimiento terceras personas utilicen o exploten su invención. Para obtener una patente se requiere que la invención sea novedosa, que tenga nivel inventivo y que sea de aplicación industrial (Castellanos et al, 2005).

El análisis de patentes constituye una metodología que posibilita la obtención de una imagen del entorno tecnológico actual, las áreas del conocimiento asociadas y la identificación de las dinámicas que experimentan determinadas tecnologías, las cuales pueden ser implementadas al interior de las organizaciones (Castellanos et al, 2005). Esta, utiliza herramientas como el monitoreo tecnológico que es el proceso de definición del tema, selección de bases de datos de patentes y recolección de la información, otra herramienta es el mapeo tecnológico definido como una visión panorámica cualitativa y cuantitativa mediante indicadores de patentes en relación con una tecnología específica, un sector tecnológico, país o región en un

tiempo determinado a través del análisis de patentes publicadas a nivel mundial. (Superintendencia de industria y comercio, 2020)

2.3.3. Conectividad tecnológica

En el artículo Inclusión digital, tres conceptos claves: conectividad, accesibilidad, comunicabilidad de Fabio Duarte y Hindenburgo Pires citando a diferentes autores definen la conectividad como:

Los organismos internacionales (Organización de las Naciones Unidas [ONU], Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]) han utilizado el término conectividad para describir los artefactos tecnológicos que proporcionan la conexión física a las infraestructuras de tecnologías de información y comunicación. Autores como Pierre Lévy afirman que la conectividad está compuesta por “todos los aparatos materiales que permiten la interacción entre el universo de la información digital y el mundo ordinario. Para Gabriel Dupuy, la conectividad es la existencia simultánea de alternativas y vínculos directos entre los distintos puntos de una red. En esta visión, los usuarios, las computadoras y los servidores, entre otros, hacen parte de las redes tecnológicas.

2.3.4. Revisión de literatura

La revisión de literatura es un paso previo que se da antes de iniciar una investigación y consiste en buscar, seleccionar y consultar material bibliográfico relevante para el estudio. De este material se toma la información más importante relacionada con el problema de la investigación. Sin embargo, se puede dificultar la identificación de los documentos más relevantes debido a la gran cantidad de información que existe y la continua aparición y difusión

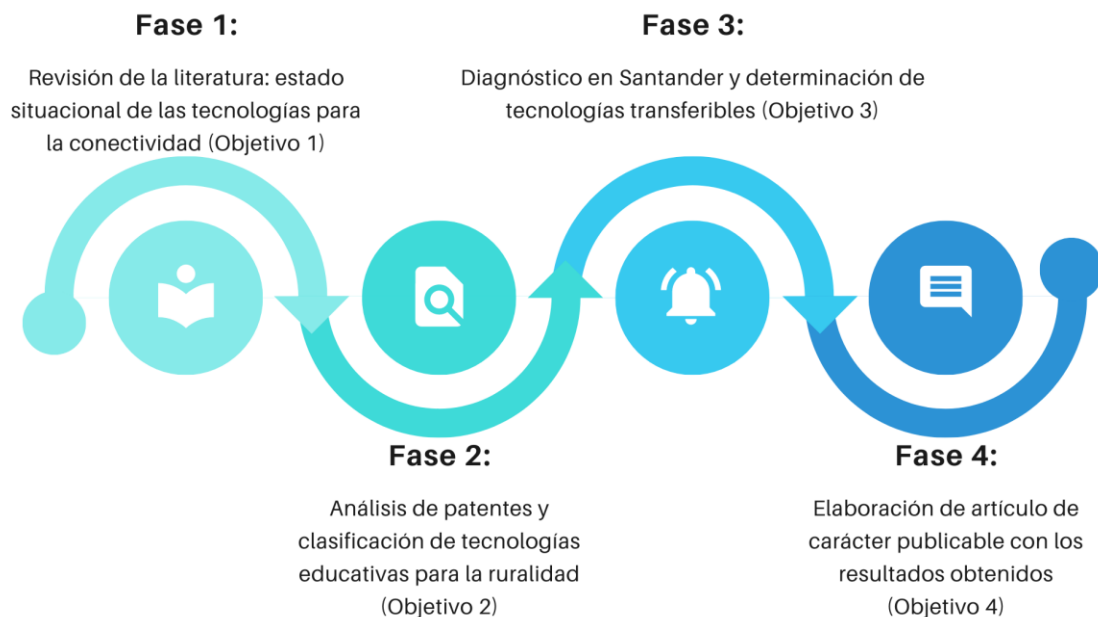
de publicaciones (Gutiérrez y Maz, 2004). Aun así, la revisión de literatura permite sintetizar la información obtenida de un gran número de documentos, resaltar los documentos que más ayudan en la comprensión del tema de investigación y presenta información que permite demostrar limitaciones en algunas conclusiones o evidenciar lagunas metodológicas (Silamani, 2015)

3. Desarrollo metodológico

A continuación, se presentan las fases en las que se desarrollará la metodología durante el proyecto de investigación, de manera que se cumpla con cada uno de los objetivos propuestos de manera organizada.

Figura 1.

Metodología del proyecto



3.1. Fase 1: Revisión de la literatura: Estado situacional de las tecnologías para la conectividad en el mundo

La primera fase corresponde a la determinación del estado situacional de las tecnologías de conectividad a nivel mundial enfocadas en la educación y la transferencia de conocimientos, las etapas desarrolladas para esta fase se evidencian en la siguiente figura:

Figura 2.

Etapas de la revisión de literatura



3.1.1. Revisión de literatura gris

“La literatura gris, también llamada no convencional, semi-publicada, invisible, menor o informal, es cualquier tipo de documento que no se difunde por los canales ordinarios de publicación comercial, y que por tanto plantea problemas de acceso. Algunas características de la llamada literatura gris son: i) en el caso de documentos impresos son de producción limitada y tienen producción de pocos ejemplares; ii) no siguen necesariamente normas de las ediciones tradicionales como los libros y las revistas; iii) el contenido está dirigido a lectores especializados; y iv) no se ajusta a las normas de control bibliográfico (ISBN, ISSN, Índices de Impacto).” (Formación universitaria, 2011). Como primera parte de la revisión de literatura, se

buscan documentos relevantes sobre las tecnologías de conectividad orientadas a la educación y la transmisión del conocimiento en Google Scholar y bases de datos académicas proporcionadas por la Universidad Industrial de Santander con el fin de identificar términos y palabras claves relacionadas con el tema de estudio. Además, se utiliza la página Thesaurus de la UNESCO para verificar y direccionar la estrategia de búsqueda de tal manera que los términos a utilizar en la ecuación de búsqueda sean pertinentes y faciliten la información.

3.1.2. Selección de base de datos y fuentes de información

Dentro de las bases de datos proporcionadas por la Universidad Industrial de Santander como Scopus, Springer, Web of Science, se ha considerado pertinente utilizar la base de datos bibliográfica Web of Science (WoS), perteneciente al Institute for Scientific Information (ISI), ya que tiene un alto prestigio en el ámbito científico y maneja un proceso de evaluación robusto de las revistas y el contenido que publican. WoS es una base de datos líder en la citación con la cobertura multidisciplinar con información de revistas de alto impacto en todas las áreas del conocimiento, así como la cobertura de los procedimientos internacionales de conferencias.

3.1.3. Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda

Después de seleccionar WoS como la base de datos para la recolección de la información, se procede a crear la ecuación de búsqueda en base a las palabras claves encontrados durante el proceso de la revisión de literatura gris y la búsqueda de tesauros en la página de la UNESCO, junto con los operadores booleanos utilizados en esta base de datos como lo son AND, OR, NOT, NEAR, y SAME se construye una ecuación para acotar la cantidad de información

resultante, permitiendo encontrar información clara y pertinente para dar cumplimiento al primer objetivo de revisar el estado situacional de las tecnologías para la conectividad en la educación.

3.1.4. Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad

Dentro de la ecuación planteada para la recolección de la información en WoS, se puede acotar aún más la información con los diferentes filtros que tiene la base de datos como los años de publicación, categoría según la clasificación de Web of Science, tipos de documentos y organizaciones, entre otras. Con estos criterios establecidos se procede a realizar un análisis bibliométrico que logre visualizar de manera general el comportamiento de esta información.

3.1.5. Análisis del estado situacional de las tecnologías para la conectividad

Según la información recolectada en la base de datos con la ecuación creada, se concluirá el estado situacional de las tecnologías para la conectividad en la educación a través de un análisis bibliométrico, herramienta que tiene como objetivo seguir la actividad científica de cualquier tema a través de datos estadísticos.

3.2. Fase 2: Análisis de patentes

Las patentes son fuente de información valiosa en los procesos de vigilancia tecnológica, puesto que proveen información tecnológica reciente, permitiendo observar las estrategias de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de particulares, empresas, centros de I+D+i y universidades (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva Godoy Cruz Buenos Aires, 2015). Por esta razón, en esta fase se presentará de manera secuencial la metodología a desarrollar en el capítulo 4, dividida en etapas siguiendo un orden lógico y organizado, para

facilitar la comprensión de la información encontrada en cuanto a tendencias por líneas de investigación, dinámicas a través del tiempo y otros análisis críticos que se realizaron a los documentos de patentes de conectividad tecnológica.

3.2.1. Formulación de la estrategia de búsqueda.

En primera instancia se formula una estrategia de búsqueda dividida en las siguientes etapas:

3.2.1.1. Selección de la base de datos y software para el análisis de información.

Considerando la gran cantidad de información que se puede encontrar en la web referente a una patente o familia de estas, surge la necesidad de seleccionar motores de búsqueda, software o bases de patentes que permitan encontrar información veraz y de excelente calidad. Por lo tanto, en esta fase se revisaron distintas herramientas y software de acceso gratuito y licenciado, posteriormente se escogió un motor de búsqueda de patentes de acuerdo con la disponibilidad y oportunidades ofrecidas para facilitar el trabajo planeado, la identificación de las tendencias tecnológicas y la realización de análisis de la información encontrada entre otros aspectos relevantes para analizar.

Dado lo anterior, se acudió en primera instancia a solicitar permiso de uso del software licenciado con el que cuenta la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) mediante el grupo INNOTECH, se tenía pensado hacer uso de Matheo Patent y Matheo analyzer para búsqueda y análisis de patentes de tecnologías de conectividad, sin embargo debido a la coyuntura mundial (Pandemia COVID-19) sumado a un periodo de problemática social y nacional (paro nacional), entre otras circunstancias que dificultaron el acceso a la instalaciones

de la UIS para hacer uso de dichas herramientas, por lo tanto se analizaron las bases de datos referenciadas en “La Guía Nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica, 2015”, Espacenet (WO, LP, WORLDWIDE, EP), USPTO (Patft, Appft), Depatisnet, Patentscope, Freepatentsonline, Canadians Patents. De las cuales se seleccionó la base de datos Espacenet, debido a la facilidad de uso de la misma gracias a su interfaz intuitiva, la gran cantidad de documentos de patentes de acceso libre ofrecidos y la herramienta de análisis gráfico y estadístico de documentos publicados con la que cuenta la versión moderna de Espacenet, además es una fuente de datos confiable cuyo proveedor es la European Patent Office (EPO).

3.2.1.1.1. Espacenet. Es un servicio online de búsqueda de patentes y solicitudes. Desarrollado por la Oficina Europea de Patentes junto a los estados miembros de la Organización Europea de Patentes, ofrece su servicio en varios idiomas para cualquier usuario alrededor del mundo, incluso algunos de los países miembros cuentan con una versión de Espacenet en su propio idioma. Esta herramienta de búsqueda es accesible para principiantes y expertos, contiene más de 130 millones de documentos de patentes de todo el mundo (EPO, 2021). Además, ofrece las siguientes ventajas a sus usuarios:

- * Buscar y encontrar publicaciones de patentes
- * Traducir automáticamente documentos de patentes
- * Seguir el progreso de las tecnologías emergentes
- * Encontrar soluciones a problemas técnicos
- * Consejo y recomendaciones en la búsqueda de patentes
- * Ver los desarrollos realizados por la competencia

Adicionalmente, la información ofrecida en Espacenet permite determinar los eventos legales celebrados para cada documento de patente, por lo tanto, se puede observar la fecha en la que fue concedida la patente, también determinar si se llevó a cabo alguna cesión alrededor de dicha patente, de igual forma permite estar al tanto de las licencias otorgadas para la explotación de la patente, entre otros eventos.

3.2.1.2. Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda. Luego de haber seleccionado la base de datos para la búsqueda de patentes, se procede a diseñar la ecuación de búsqueda de la misma forma como se hizo en el apartado 4.1.3, haciendo uso de las palabras clave asociadas al tema de investigación, además de la información encontrada mediante la revisión de la literatura gris fue posible crear diferentes prototipos de ecuaciones usando términos asociados y relacionados con los factores críticos hasta finalmente obtener una ecuación general a la que posteriormente se le realiza un primer análisis general de los documentos de patentes asociados a tecnologías de conectividad y finalmente en el capítulo 4.2 se plasma la información recopilada con su respectivo análisis. A continuación, se muestra la ecuación final obtenida.

(ctxt = "connectivity" AND ctxt = "technolog*")

Esta ecuación fue introducida en la herramienta de búsqueda Espacenet en el campo de “Título, resumen o reivindicaciones”, obteniendo un total de 4880 documentos de patentes, clasificados en 101 códigos IPC (International Patent Classification). Los cuales se presentan en el apartado 4.2, luego de haber descargado los datos filtrados que proporciona Espacenet, se realiza un análisis para determinar el aporte de la información en el desarrollo de la presente investigación y en el estado técnico de las tecnologías de conectividad.

3.2.2. Definición de los criterios de análisis del comportamiento tecnológico

Se realiza el análisis del comportamiento de la técnica, con el objetivo de examinar las tendencias de comportamiento de las patentes a través del tiempo, los países líderes en investigación, por inventores, entidades solicitantes y por código IPC.

Estos análisis se realizan usando las herramientas gráficas y de apoyo con las que cuenta ESPACENET, ya que esta plataforma además de permitir el acceso al contenido de cada patente como lo son las clasificaciones, reclamaciones, planos y resúmenes, también generar informes estadísticos asociados a las tendencias en la producción científica, documental y de propiedad intelectual en tecnologías de conectividad. Después se procederá a expresar los datos y estadísticas encontrados en la sección 4.2 para comprender el panorama global de la propiedad intelectual.

3.2.2.1. Comportamiento de las patentes a través del tiempo. El análisis de la cantidad de patentes generadas por año permite comprender el panorama investigativo a lo largo del tiempo y determinar los periodos de tiempo críticos en los que hubo crecimientos o decrecimientos en el tema de investigación y el interés de los solicitantes en generar propiedad intelectual protegida.

3.2.2.2. Países líderes en investigación. El análisis de los países líderes en producción técnica y de propiedad intelectual, permite determinar cómo se distribuye la información y las publicaciones en materia de tecnologías de conectividad, comprendiendo cuales son los mayores países en solicitar patentes y cómo se realizan los avances técnicos y tecnológicos en cada uno de

estos. Esto permite comprender la globalización de la producción de patentes en conectividad tecnológica.

3.2.2.3. Inventores líderes (autores). Este análisis de la cantidad de patentes que han obtenido los autores más destacados permite apreciar la influencia de estos en la investigación, desarrollo y producción de patentes del tema de investigación. Lo anterior es justificable dado que se espera conocer a los inventores que lideran, en número, los avances tecnológicos relacionados a la invención o desarrollo de tecnologías enfocadas en la conectividad de forma global. Esta información tiene un potencial más grande si prospectivamente se consideran estrategias de colaboración para la formación de alianzas en el desarrollo de propuestas o proyectos para el desarrollo o implementación de estas tecnologías.

3.2.2.4. Entidades líderes (solicitantes). Otro factor importante considerado en este estudio es el análisis de las instituciones líderes solicitantes que son generadoras de propiedad intelectual, esto permite identificar a las organizaciones alrededor del mundo que más avances tecnológicos poseen y se preocupan por proteger sus conocimientos. Esta información permitirá entre otras cosas determinar las oportunidades de alianzas estratégicas, así como también obtener una visión del área de acción de las instituciones.

3.2.2.5. Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos. La Clasificación Internacional de Patentes es un sistema jerárquico que al ser independiente del idioma permite clasificar de manera global las patentes y modelos de utilidad en los distintos sectores de la tecnología a los que pertenecen (World Intellectual Property Organization [WIPO],

2021). Dado lo anterior es de gran relevancia analizar las publicaciones encontradas por código IPC para identificar las áreas en las que predominan las tecnologías de conectividad y por ende contar con una visión general sobre el tema de interés y el avance en la producción científica, permitiendo concentrar los esfuerzos de búsqueda y recolección de la información, para dar respuesta a las necesidades o condiciones identificadas en el estudio.

3.2.3. Reporte del estado de la técnica.

Para obtener información pertinente y precisa en base a los resultados obtenidos mediante la ejecución de la ecuación de búsqueda se realiza un análisis profundo de las patentes y tendencias halladas en el apartado 4.2. Esto con la finalidad de analizar la dinámica de las patentes dentro del desarrollo de la investigación y establecer prioridades en la recopilación de los datos que permitan dar respuesta a los objetivos planteados en la presente investigación.

3.3. Fase 3: Diagnóstico de la conectividad y las TIC en el departamento de Santander

La tercera fase tiene como finalidad dar cumplimiento al tercer objetivo de la investigación y busca determinar el estado de la infraestructura y la conectividad en el departamento de Santander a través de las causas que afectan la implementación de nuevas tecnologías como pueden ser los servicios públicos, las tenencias de tic y el uso de estas entre otras. Esta descripción situacional se hace con la información que ha generado el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, específicamente se recopilaron datos de las encuestas a nivel departamental y el geoportal del mismo, también se indagó en diferentes canales de información como el Sistema de Medios Públicos RTVC, entre otros.

3.3.1. Ubicación, límites geográficos y características del departamento de Santander

En primer lugar, es importante caracterizar el departamento debido a que estas cualidades pueden ser determinantes en el desarrollo de su competitividad como ente territorial. Otras características relevantes en la toma de decisiones sobre la implementación de nuevas tecnologías y que afectan su desempeño, uso y efectividad son los ecosistemas, la geografía y el clima característicos de la región.

3.3.2. Población santandereana y rangos de edades

En este apartado se detalla la edad de la población santandereana, ya que el proyecto de investigación tiene una población objetivo inicial de niños y jóvenes en etapa escolar de todas las zonas rurales del departamento, estos serían los principales beneficiarios al adoptar nuevas tecnologías enfocadas en la educación.

3.3.3. Servicios públicos y las TIC

Otro factor que impacta la implementación y uso de nuevas tecnologías son los servicios públicos con los que cuenta la población, según lo planteado por la ley colombiana son de gran importancia para el presente proyecto el servicio público de la electricidad y el internet, concebido este último en la ley 2108 del 29 de julio de 2021 dentro de los servicios públicos de telecomunicaciones como uno de carácter esencial, con el fin de propender la universalidad para garantizar y asegurar la prestación del servicio de manera eficiente, continua y permanente, permitiendo la conectividad de todos los habitantes del territorio nacional, en especial de la población que, en razón a su condición social o étnica se encuentre en situación de vulnerabilidad o en zonas rurales y apartadas (Ley 2108 de 2021).

3.3.4. Uso de la radio en la educación

La radio goza de cualidades singulares para el trabajo curricular: permite el trabajo en grupo; favorece la motivación del alumnado (especialmente en la etapa adolescente); propicia la realización de las actividades escolares desde una perspectiva globalizadora; es un buen instrumento para el tratamiento de los temas transversales, y puede servir como soporte para trabajar la lectura crítica de los mensajes de los mass media.

El medio radiofónico puede integrarse en el aula desde una triple perspectiva:

- Como herramienta didáctica complementaria.
- Como objeto de estudio.
- Como instrumento de expresión a disposición de los alumnos.

Los espacios radiofónicos emitidos por las emisoras comerciales han sido poco utilizados hasta ahora en los centros educativos, por motivos diversos. El desconocimiento de las programaciones, la inadecuación de los horarios de emisión de los programas más aptos para los estudiantes, la poca sensibilidad de las emisoras comerciales ante el mundo escolar, y la escasa mentalización y formación de los profesores para el uso de este medio como recurso educativo han sido, entre otras, las causas que han provocado que, salvo contadas experiencias, la radio comercial no haya tenido peso específico en las aulas. (Blanco et al., 2007)

3.3.5. Importancia de la tenencia de bienes y servicios TIC

Esta emergente sociedad de la información, impulsada por un vertiginoso avance científico en un marco socioeconómico neoliberal-globalizador y sustentada por el uso generalizado de las potentes y versátiles Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), conlleva cambios que alcanzan todos los ámbitos de la actividad humana. Sus efectos se manifiestan de manera muy especial en las actividades laborales y en el mundo educativo, donde todo debe ser revisado: desde la razón de ser de la escuela y demás instituciones educativas, hasta la formación básica que precisamos las personas, la forma de enseñar y de aprender, las infraestructuras y los medios que utilizamos para ello, la estructura organizativa de los centros y su cultura. (Marqués, 2011)

Ante la exigencia de nuevas habilidades relacionadas con el manejo de las tecnologías para la información y la comunicación, la población siente la necesidad de adquirir conocimientos que les permitan comprender el funcionamiento de estas tecnologías y capacitarse para el uso de estas herramientas. Además de ser una nueva necesidad para competir en el mundo laboral, las TIC facilitan las tareas cotidianas, mejoran la calidad de vida y aportan a la equidad. En este apartado se analizan las estadísticas de la tenencia y uso de las TIC en el departamento de Santander para personas mayores e iguales a 5 años.

3.4. Fase 4: Artículo publicable

Como última parte de la vigilancia tecnológica y cumpliendo al cuarto objetivo específico se redacta un artículo de carácter publicable, para esto se ha elegido la Revista UIS Ingenierías (RUI).

Todo artículo presentado a la Revista UIS Ingenierías (RUI) debe enmarcarse en las áreas relacionadas con la ingeniería, y las ciencias aplicadas, en especial, ciencia de los materiales, ciencias de la decisión y la ingeniería en la manufactura. Además, debe corresponder a alguna de las siguientes tipologías: artículo original de investigación científica y tecnológica, artículo corto, artículo de reflexión, artículo de revisión y reporte de caso, tipologías que se describen en el formato de evaluación. (RUI, 2021).

Para la edición del artículo se tuvieron en cuenta las normas e indicaciones de formato de la revista RUI y la estructura que exigen: 1) Encabezado, (2) resumen (abstract), (3) introducción, (4) método(s) o metodología, (5) resultados, (6) conclusiones, (7) referencias. (Ver Apéndice B)

4. Resultados

4.1. Revisión de literatura

La primera fase de la presente investigación se llevó a cabo a partir de la metodología planteada para determinar el estado actual de las tecnologías para la conectividad con énfasis en la educación que se encuentra en el gráfico 2 de la sección 3.1. Con lo determinado en cada una de estas etapas metodológicas, se realiza un análisis bibliométrico utilizando herramientas como la base de datos Web Of Science (WoS), el software VOSviewer para analizar y visualizar la literatura científica y Google Scholar para indagar en los temas en los que se especializan los principales autores encontrados adicional al análisis de los documentos seleccionados entre la revisión de literatura gris y los encontrados en la base de datos, para dar cumplimiento al objetivo.

4.1.1. Revisión de literatura gris

Como inicio de la investigación fue necesario realizar una búsqueda de documentos que no se encuentran indexados en bases de datos y para esto se utilizó el término “tecnologías para la conectividad” en el buscador Google Scholar para comenzar a direccionar las palabras clave que se usarán en la próxima recolección de información en la base de datos proporcionada por la Universidad Industrial de Santander. Además, se utilizó la página Tesauro de la UNESCO <http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/en/>, que contiene una lista controlada y estructurada de términos para el análisis temático y la búsqueda de documentos y publicaciones que facilitan la búsqueda de conceptos relacionados, términos alternativos y su traducción en inglés de las palabras claves para la investigación.

Tabla 3.

Búsqueda de palabras claves en Tesauros de la UNESCO

PALABRA CLAVE:	TECNOLOGÍA	
	TECNOLOGÍA DE LA COMUNICACIÓN	TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN
Concepto más amplio / estrecho	Tecnología de la información	Tecnología de la comunicación Telemática
Conceptos relacionados	Fibra óptica Ingeniería de la televisión Radar Radio ingeniería Tecnología espacial Telecomunicación Telemática Videotex	Brecha digital Ciencias de la información Equipamiento de telecomunicaciones Gestión del conocimiento Gobierno electrónico Microelectrónica Microforma Tecnología educacional Telecomunicación Transferencia de información

Continuación Tabla 3. *Búsqueda de palabras claves en Tesoros de la UNESCO*

Término alternativo	Ingeniería de comunicaciones Ingeniería de telecomunicaciones Tecnología de las telecomunicaciones	TIC
Término en inglés	Communication technology Telecommunications engineering Communication engineering Telecommunications technology	Information technology ICT

4.1.2. Selección de base de datos y fuentes de información

Se hizo una búsqueda sencilla en tres bases de datos ofrecidas por la Universidad Industrial de Santander, con las palabras TECHNOLOGY AND COMMUNICATION AND INFORMATION de acuerdo con la información resultante en las bases de datos de Scopus, Web of Science y Springer y a pesar de ser la base de datos con menor cantidad de documentos, se considera a Web of Science como la de mayor calidad en sus documentos para el desarrollo de la presente investigación. (Ver apéndice A: Resultados en bases de datos). Por otro lado, WoS contiene unos 36 millones de registros de más de 230 disciplinas de la ciencia, las ciencias sociales, las artes y las humanidades. De ellos, 1,5 millones son ofrecidos cada año en respuesta a las peticiones de los usuarios incluyendo 23 millones de referencias citadas anuales, además, WoS integra la base de datos SciELO, que está especializada en documentos generados en América Latina, España, Portugal y Sudáfrica. Sumado a esto, las habilidades adquiridas en el uso de esta herramienta mediante las diferentes sesiones del semillero de habilidades investigativas ofrecido por el grupo de investigación INNOTECH, se ratifica la elección de esta base de datos como la preferida para desarrollar la presente investigación.

4.1.3. Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda

Partiendo de la ecuación de búsqueda creada para elegir la base de datos, se hizo uso de los tesauros y términos relacionados a las tecnologías para la comunicación y la información (TIC) con énfasis en la educación y la transmisión del conocimiento y junto con los operadores booleanos se logró construir la siguiente ecuación que inicialmente genera una cantidad de 663 documentos. **TEMA:** ((*technology AND learning AND knowledge AND educational technology AND information AND communication*))

4.1.4. Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad

La ecuación creada en el ítem 4.1.3 nos ofrece información sobre las tecnologías empleadas en el campo de la educación, sin embargo, es importante aplicar algunos criterios de exclusión que la misma base de datos permite realizar.

Tabla 4.

Criterios de inclusión, exclusión y calidad

<i>Criterio</i>	<i>Descripción</i>
<i>Inclusión</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Documentos encontrados en la base de datos Web of Science</i> 2. <i>Documentos en idioma inglés y español principalmente</i>
<i>Exclusión</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Documentos relacionados con el área de medicina</i> 2. <i>Documentos publicados antes del año 2001 y después del 2020</i>
<i>Calidad</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Documentos clasificados como artículos publicados en revistas con reconocimiento y revisados por pares evaluadores</i>

TEMA: ((*technology AND learning AND knowledge AND educational technology AND information AND communication*))

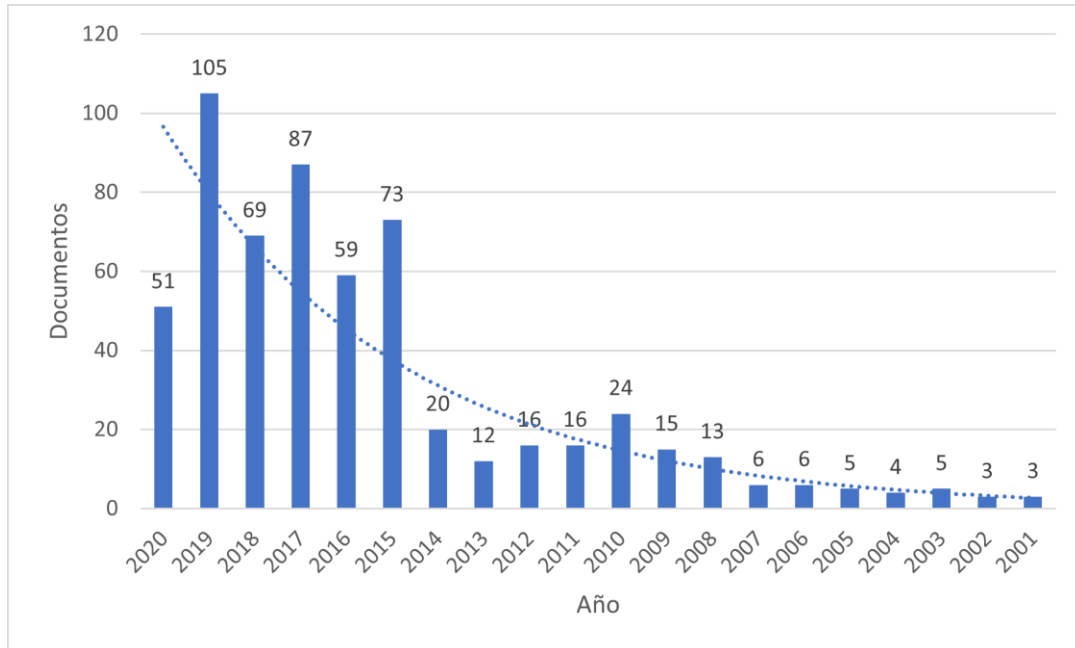
Refinado por: AÑOS DE PUBLICACIÓN: (2015 OR 2010 OR 2005 OR 2020 OR 2014 OR 2009 OR 2004 OR 2019 OR 2013 OR 2008 OR 2003 OR 2018 OR 2012 OR 2007 OR 2002 OR 2017 OR 2011 OR 2006 OR 2001 OR 2016) AND TIPOS DE DOCUMENTOS: (ARTICLE) AND IDIOMAS: (ENGLISH OR SPANISH OR PORTUGUESE OR RUSSIAN) AND [excluyendo] CATEGORÍAS DE WEB OF SCIENCE: (MEDICINE GENERAL INTERNAL OR NURSING OR BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY)

Una vez aplicado dichos criterios para mejorar la calidad de la información, se obtuvieron un total de 592 documentos que se estudian inicialmente a través de un análisis bibliométrico para identificar tendencias en la información, tales como principales autores, comportamiento del tema a través de los años, países líderes en el tema, entre otras.

4.1.5. Análisis del estado situacional de las tecnologías para la conectividad

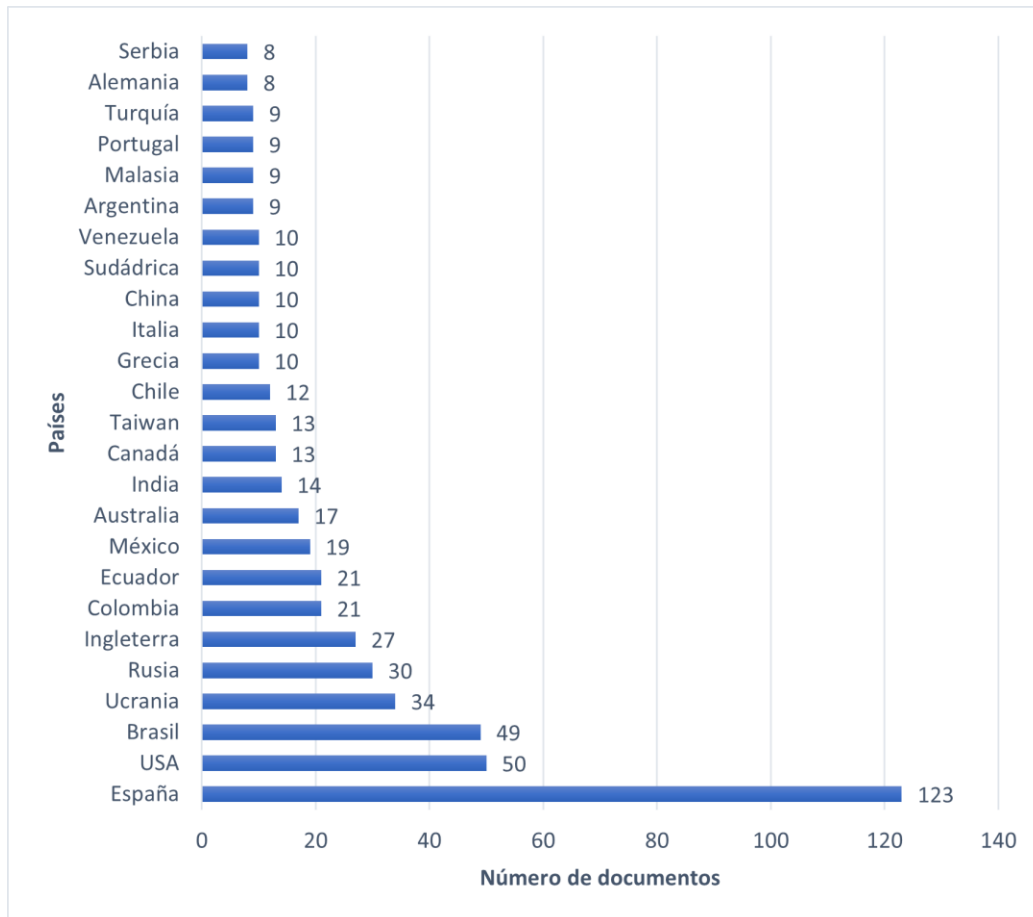
En primer lugar, se analizan los indicadores bibliométricos de actividad que visualizan el estado real de la ciencia de los 592 documentos encontrados en WoS con la anterior ecuación de búsqueda desde el año 2001 hasta el 2020 y posteriormente los indicadores de impacto midiendo las citaciones de los documentos recolectados

En la figura 3 se presenta el número de documentos publicados sobre el tema de estudio por año, denotando que ha aumentado la cantidad de publicaciones a través de los años, pero no de manera uniforme. Entre los años 2001 y 2014 la cantidad de publicaciones varía entre 3 y 24 documentos, para el 2015 se presenta un pico considerable al incrementar a 73 el número de documentos y en el 2019 se encuentra la mayor cantidad de publicaciones hasta el momento con 105 documentos publicados, lo anterior nos indica la relevancia del tema en los últimos años.

Figura 3.*Frecuencia anual de publicaciones y tendencia*

Nota. Adaptado de la base de datos Web of Science

Por otra parte, en la figura 4 se destacan los países que más han publicado sobre el tema, España, cuenta con 123 documentos de los 592 publicados por WoS que representa un 20.7% del total de archivos, otros de los países que más información publican son Estados Unidos (8.44%), Brasil (8.27%), Ucrania (5.74%), Rusia (5.06%), Inglaterra (4.56) y en el séptimo puesto se encuentra Colombia con 21 documentos publicados en esta base de datos junto con Ecuador representando un 3.54% del total de archivos para cada país. Por último, Alemania y Serbia cuentan con 8 documentos, siendo los últimos en la lista de los países con publicaciones del tema de estudio (1.35%).

Figura 4 .*Número de publicaciones por país*

Nota. Adaptado de la base de datos Web of Science

Por otro lado, los documentos de acceso abierto con esta ecuación de búsqueda suman un total de 308 publicaciones, siendo más de la mitad de la información accesible inmediatamente (52.02%), además el tipo de documento predominante son los artículos, del total de 592 archivos encontrados, el 96.45% corresponde a esta denominación y el 61.31% de todos los documentos se encuentran en inglés (363 documentos), el 23.98% en español (142 documentos), 6.75% en portugués (40 documentos), 5.4% en ruso (32 documentos) y existe una menor cantidad de publicaciones en idiomas como el ucraniano, polaco y esloveno.

Así mismo, los documentos han sido clasificados por diferentes áreas de conocimiento propuestas por WoS (Ver Figura 5), donde el 54.89% de los documentos están clasificados en la categoría Education Educational Research, 6.92% corresponden a Computer Science Interdisciplinary Applications y el 5.23% corresponde al área Social Sciences Interdisciplinary.

Figura 5.

Número de documentos por área de conocimiento



Nota. Adaptado de la base de datos Web of Science

Siguiendo con el análisis de la información obtenida, la tabla 4 presenta los autores que más relevancia tienen respecto al número de documentos del cual son co-autores, además se identifica el perfil de cada uno de ellos, con la herramienta Google Scholar con la intención de encontrar los temas sobre los cuales los autores se destacan, encontrando que dichos investigadores son especialistas en temas relacionados con la educación y las tecnologías, seguido a esto, se encuentre en índice h-index que significa que para el respectivo autor existe h artículos que se citaron al menos h veces, además se encuentra el total de veces citado y la cantidad de artículos que han sido citados para dicho autor, todo esto basado en la colección

principal e Web of Science. Por otro lado, con la herramienta VOSviewer se logra encontrar la manera en que se relacionan los principales autores al momento de publicar documentos y se genera una nube de palabras claves realizando un análisis de co-ocurrencia de las palabras claves de todos los documentos con un mínimo de ocurrencia de 10 en los 592 documentos. (Ver Figura 6 y 7).

Tabla 5.

Principales autores del tema de estudio

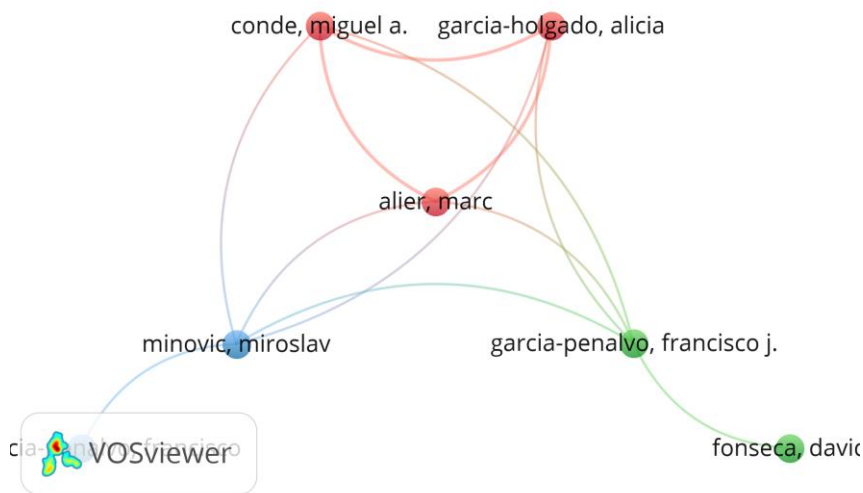
Autor	Doc.	Temas relacionados	H-Index	Total de veces citado	Artículos en que se cita
Francisco José García Peñalvo	4	e-Learning, ingeniería de software, web 2.0, ecosistemas tecnológicos	31	3546	2052
Marcela Georgina Gómez Zermeño	4	Innovacion Educativa	4	79	72
Julio Cabero Almenara	3	Educación, Tecnología Educativa, TIC	6	80	70
Miguel Ángel Conde González	3	e-learning, entornos de aprendizaje personal, gestión del conocimiento, análisis del aprendizaje, aprendizaje	15	963	705
David Fonseca Escudero	3	Tecnología de aprendizaje mejorado, expresión gráfica, métodos mixtos, visualización de arquitectura.	11	523	384
Santiago Mengual-Andrés	3	Educación comparada, Política educativa, políticas TIC, ciencia abierta, publicaciones académicas.	9	204	187
Miguel Alejandro Cruz Pérez	3	TIC, comunicaciones.	4	72	71
Ricardo Adán Salas Rueda	3	Tecnología educativa	13	713	639

Continuación Tabla 5. *Principales autores del tema de estudio*

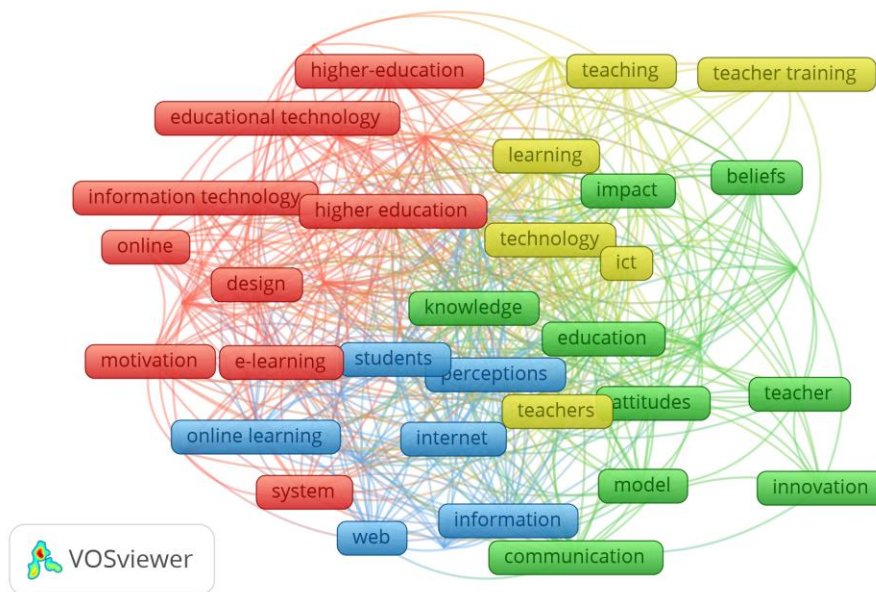
Marina G. Sergeeva	3	Educación Pedagógica	5	96	69
--------------------	---	----------------------	---	----	----

Figura 6.

Relación de autores en las publicaciones



Nota. Adaptado del Software VOSviewer

Figura 7.*Nube de palabras claves*

Nota. Adaptado del Software VOSviewer

Ahora bien, para los indicadores de impacto, se analizarán los documentos más citados (“Hot Papers”), primero encontramos que más del 20% de todos los documentos han sido citados al menos 10 veces y del total de 592 documentos, el 60.64% ha sido citado al menos una vez, cifra que corresponde a 359 artículos, dejando 233 archivos sin ninguna citación. (Ver tabla 5), por otro lado, los 3 documentos más citados son: “Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT)” (Modelar el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido de los docentes en formación (TPACK) para el aprendizaje significativo con tecnologías de la información y la comunicación (TIC)) de los autores Chai Ching Sing, Koh Joyce Hwee Ling, Tsai Chin-Chung, Tan Lynde Lee Wee, con 149 citas.

“Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on Education in Biomedical and Health Informatics First Revision” (Recomendaciones de la Asociación Internacional de Informática Médica (IMIA) sobre educación en informática biomédica y sanitaria Primera revisión) de la autoría conjunta denominada IMIA Recommendations Educ Task For con 140 citas.

What do we mean by web-based learning? A systematic review of the variability of interventions (¿Qué entendemos por aprendizaje basado en la web? Una revisión sistemática de la variabilidad de las intervenciones) de los autores Cook David A, Garside Sarah, Levinson Anthony J, Dupras Denise M, Montori Victor M, con 120 citas.

Tabla 6.

Número de citas de los artículos

Número de citas	Número de documentos	% de 592	% acumulado
Más de 110 citas	3	0.51%	0.51%
Entre 90 y 110 citas	3	0.51%	1.01%
Entre 70 y 90	5	0.84%	1.86%
Entre 50 y 70 citas	8	1.35%	3.21%
Entre 30 y 50 citas	23	3.89%	7.09%
Entre 10 y 30 citas	77	13.01%	20.10%
Menos de 10 citas	473	79.90%	100.00%

4.1.6. Conclusiones

El anterior análisis bibliométrico, revela la importancia que ha venido tomando el tema objeto de estudio en los últimos años debido al desarrollo exponencial de las tecnologías y su necesidad de incorporarlas a la educación, además nos brinda una justificación inicial de la presente propuesta de investigación.

4.2. Análisis de patentes sobre conectividad tecnológica

Durante la realización del estado de la técnica en materia de conectividad tecnológica, se utilizó de manera estratégica el software de búsqueda y análisis de patentes Espacenet; para utilizar este buscador de patentes fue imprescindible la creación de una ecuación de búsqueda general, semejante a la utilizada en el apartado anterior donde se indagó acerca del estado del arte de la conectividad tecnológica en la educación, posteriormente se aplicaron criterios específicos que permitieron identificar un conjunto de patentes y familias de patentes de tecnologías de conectividad. También se utilizó la herramienta de manejo de data Microsoft Excel para organizar los datos tabulados por el buscador de patentes y graficar la información de manera que se pudiera realizar un análisis pertinente en el desarrollo de la presente investigación.

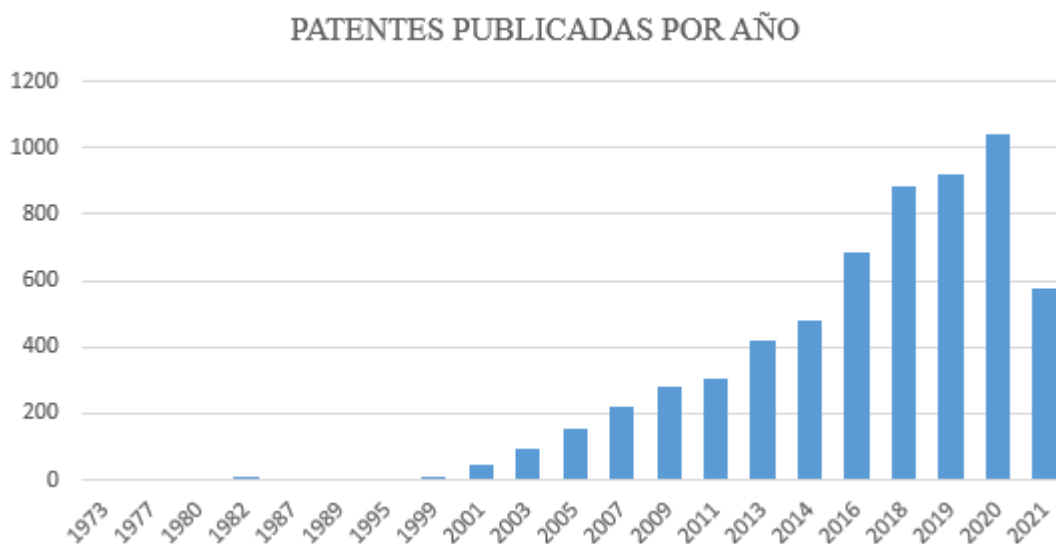
4.2.1. Dinámica global de patentes.

A continuación, se muestra el análisis de la dinámica global de patentes en materia de conectividad tecnológica, mediante la ejecución de la siguiente ecuación de búsqueda en Espacenet:

(ctxt="connectivity") AND (ctxt="technolog*")

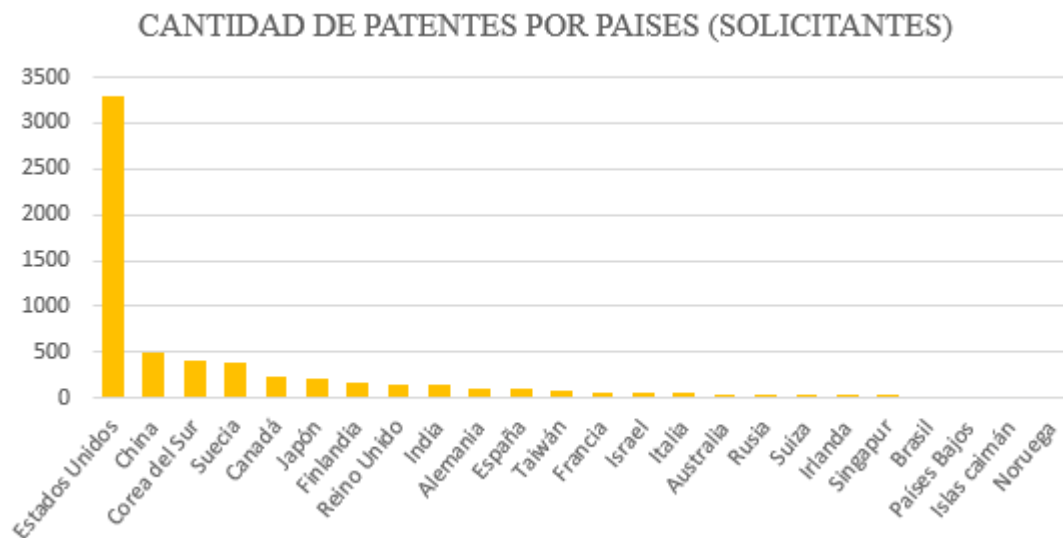
Según la ecuación anterior, se obtuvo un total de 4880 patentes hasta el 21 de septiembre de 2021. Dicho lo anterior, se presenta un conjunto de ítems que soportan el análisis realizado al estado de la técnica, estos son: dinámica de patentes a través del tiempo, países líderes en investigación, inventores líderes, entidades líderes y número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC 4).

4.2.1.1. Dinámica de patentes a través del tiempo. En la figura 8 se puede observar, que las publicaciones de patentes a nivel mundial han crecido constantemente a partir del año 1973 hasta el presente año. De manera general, se puede apreciar que la mayor cantidad de patentes fue desarrollada en el año 2020 y contó con 1027 documentos, mientras que la menor cantidad ha sido de una patente producida en los años de 1973, 1974, 1977, 1983, 1987, 1988, 1992, evidenciado un crecimiento lento en la cantidad de patentes desarrolladas desde 1972 hasta el año 2000 y un incremento exponencial desde el 2000 hasta el 2021, es interesante notar que la cantidad de patentes producidas en el año 2020 siguió aumentando a pesar de la problemática vivida por la pandemia (COVID - 19), es decir, que no se detuvieron ni cesaron las investigaciones y desarrollos tecnológicos, mientras tanto en lo que va corrido del presente año 2021 se han desarrollado un total de 577 patentes hasta el 21 de septiembre. Todo esto permite apreciar un compromiso en los investigadores y organizaciones en la protección de sus invenciones, así como los esfuerzos de continuar investigando y desarrollando más tecnologías conforme avanza el tiempo.

Figura 8.*Cantidad de documentos de patentes por año*

Nota: Adaptado de ESPACENET

4.2.1.2. Países líderes en investigación. En la figura 9 se puede apreciar la cantidad de documentos de patentes publicadas por país, en esta se evidencia que la oficina de patentes donde se encuentran registradas la mayor cantidad de patentes es Estados Unidos con 3284 documentos, ocupando el 51% del total de las patentes en relación con los demás países que le siguen en producción de propiedad intelectual, incluyendo colaboraciones que ha realizado con otras naciones; entre los siguientes líderes se encuentran países como China, Corea del Sur, Suecia y Canadá, con 504, 415, 385 y 227 publicaciones respectivamente, lo que equivale al 24% de las patentes publicadas en todo el mundo, esto permite poner en evidencia la gran diferencia que existe en la cantidad de patentes desarrolladas entre Estados Unidos y el resto del mundo.

Figura 9.*Cantidad de documentos de patentes por país*

Nota: Adaptado de ESPACENET

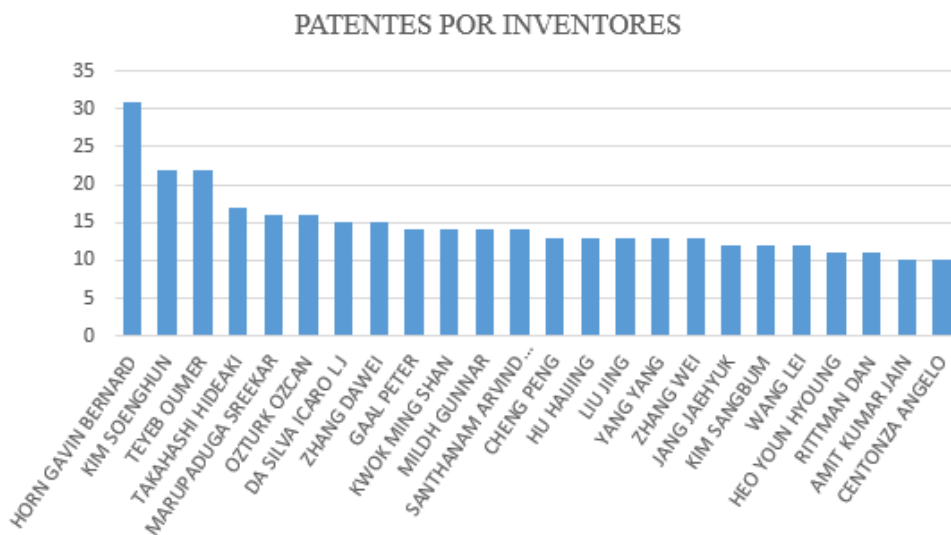
4.2.1.3. Inventores líderes (autores). Analizar el comportamiento de los documentos de patentes publicados por autor, permite relacionar los resultados, con los obtenidos en el comportamiento de las patentes por países y solicitantes o empresas líderes, y de esta manera obtener un panorama de líneas investigativas destacadas que permita identificar tendencias sobre patentes y aprovechar esta información para dar respuesta a los objetivos planteados (Aparicio & Hernández, 2020).

En la figura 10 se puede observar que existe una diferencia considerable entre los primeros 3 inventores líderes con mayor cantidad de publicaciones, en relación a los demás inventores, en donde Horn Gavin Bernard es el mayor inventor de patentes tecnológicas de conectividad del mundo, con un total de 31 publicaciones, todos los documentos de patentes de este importante autor, son solicitados por la empresa Qualcomm Inc. (USA), esto tiene relación

con el apartado 4.2.1.4 ya que Qualcomm figura como el líder solicitante en materia de tecnologías de conectividad a nivel mundial. El segundo autor con mayor número de publicaciones es Kim Soenghun el cual ha patentado todas sus 22 invenciones para Samsung Electronics Co., Ltd. empresa que se ubica como tercero entre los mayores inventores de tecnologías de conectividad. Por otro lado, el tercer inventor Teyeb Oumer, también con 22 patentes, pertenece a la segunda organización líder en el desarrollo de este tipo de patentes la cual es Ericsson Telefon Ab., Lm. Finalmente los siguientes 3 inventores líderes son Takahashi Hideaki con 17 patentes, Marupaduga Sreeekar y Ozturk Ozcan y con 16 invenciones, estos autores pertenecen a Ntt Docomo Inc., Sprint Spectrum Lp y Qualcomm Inc respectivamente. Ozcan ha sido coinventor de Gavin para Qualcomm en 12 invenciones junto con el investigador chino Cheng Peng.

Figura 10.

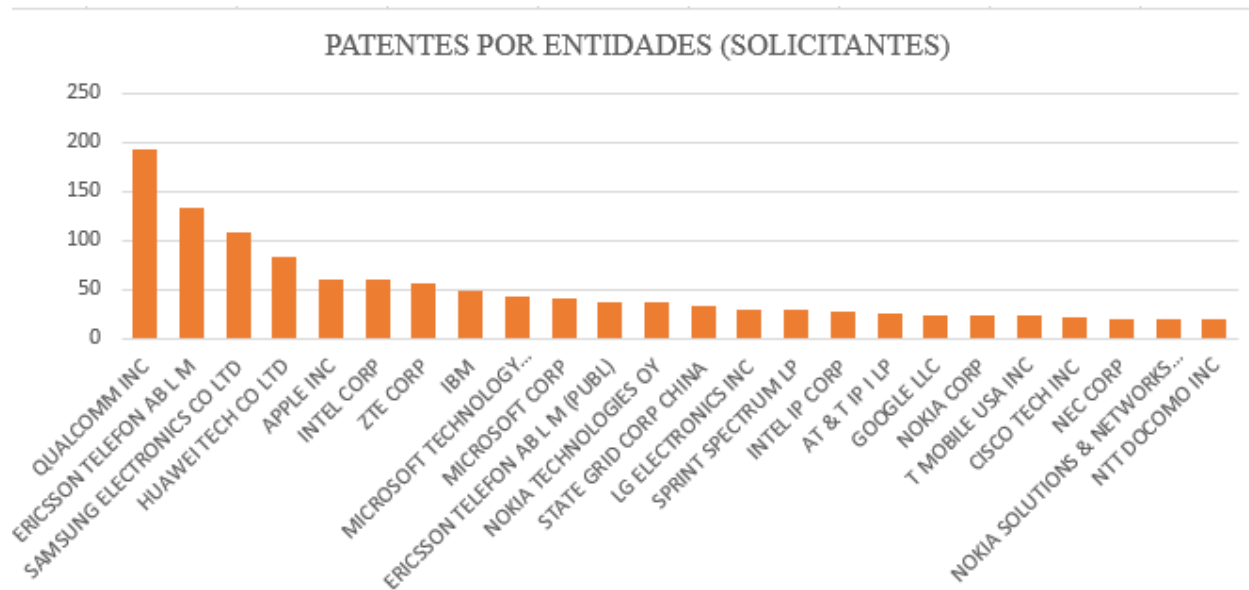
Cantidad de patentes por inventor



Nota: Adaptado de ESPACENET

4.2.1.4. Entidades líderes (solicitantes). Mediante la figura 11 se puede observar cuáles son las entidades que mayor cantidad de solicitudes de registro de patentes han hecho y el panorama generado en relación a la tendencia global, en esta imagen se puede evidenciar las principales 25 organizaciones que investigan sobre tecnologías de conectividad, de las cuales la que presenta mayor cantidad de patentes es Qualcomm Inc de Estados Unidos, dedicada a la investigación, diseño y desarrollo de chipsets y procesadores para innovar en la tecnología móvil, con un total de 192 publicaciones, seguida de Ericsson Telefon Ab Lm de Suecia, dedicada a ofrecer equipos y soluciones de telecomunicaciones para telefonía móvil y comunicaciones multimedia e internet, con un total de 189 documentos de patentes, 133 principales y 56 bajo otros nombres como Telefonaktiebolaget Lm Ericsson. La tercera mayor productora de patentes es Samsung Electronics Co., Ltd, cuya sede está ubicada en Corea del Sur, con un total de 109 publicaciones, esta multinacional está registrada como un proveedor de tecnología de semiconducción, convergencia digital y telecomunicaciones.

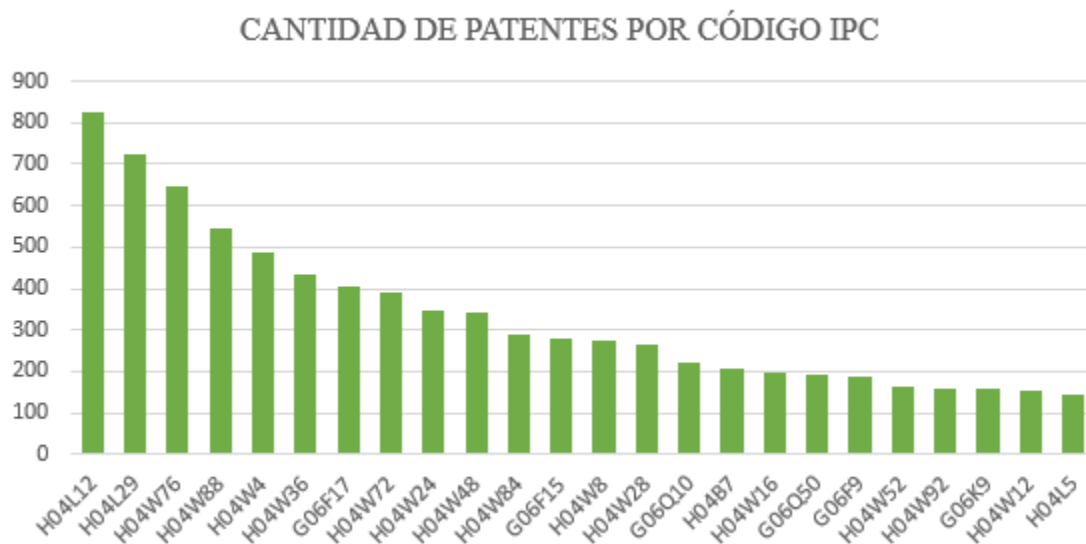
También se puede visualizar en la figura 11 que existe una diferencia considerable entre los primeros 4 líderes solicitantes en relación a los demás, dado que el primero cuenta con 192 publicaciones y del quinto en adelante las publicaciones son menores a 80 documentos, también se pudo analizar que la gran mayoría de organizaciones que investigan tecnologías de conectividad son multinacionales que están especializadas en el desarrollo de equipos electrónicos, tecnologías móviles y telecomunicaciones.

Figura 11.*Cantidad de documentos por solicitante*

Nota: Adaptado de ESPACENET

4.2.1.5. Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4). La clasificación internacional de patentes se encarga de organizar los documentos de las invenciones de forma coherente, de tal manera que se pueda identificar a la patente con el tipo de tecnología al que pertenece, estas patentes están numeradas con un código IPC dividiéndola en ocho secciones macro (A-H) (Gómez, 2020).

Es importante tener en consideración que los documentos de patentes se pueden registrar con un único código IPC o con múltiples códigos dependiendo de la naturaleza propia del invento, de sus componentes y su finalidad. Aun así, se pueden agrupar las familias de patentes por código IPC con mayor cantidad de publicaciones y analizar las tendencias representadas.

Figura 12.*Cantidad de patentes por código IPC*

Nota: Adaptado de ESPACENET

Se puede observar en la figura 12 que el código IPC predominante con el cual se clasificaron la mayor cantidad de patentes que han sido publicadas es el H, este código agrupa todos los inventos de “Electricidad”. El H04 aparece 8295 veces registrado en los documentos de patentes y hace referencia a “Técnicas de comunicación eléctrica”, esta familia de código IPC agrupa la mayor cantidad de publicaciones sobre tecnologías de conectividad. La segunda letra predominante es la G, código que agrupa todos los inventos de “Física” y el G06 que aparece mencionado 2978 veces en total, es la familia más representativa de este código y agrupa las invenciones de “Informática; calcular o contar”.

Además, también se evidencia que la mayoría de las patentes están clasificadas con los IPC de 4 dígitos H04L, HO4W, G06F y G06Q, a continuación, se describe a qué área pertenecen los 6 códigos más representativos de los documentos de patentes investigados.

Tabla 7.*Número de patentes por IPC 4*

IPC	No. de veces mencionado en los documentos	Descripción (original)	Descripción (español)
H04W	5236	Wireless communication networks (broadcast communication H04H; communication systems using wireless links for non-selective communication, e.g. wireless extensions H04M 1/72)	Redes de comunicación inalámbricas (difusión H04H; sistemas de comunicación que utilizan enlaces inalámbricos para comunicación no selectiva, p. ej. extensiones inalámbricas H04M 1/72)
H04L	1926	Transmission of digital information, e.g. Telegraphic communication (arrangements common to telegraphic and telephonic communication H04M)	Transmisión de información digital, p. ej. Comunicación telegráfica (disposiciones comunes a las comunicaciones telegráficas y telefónicas H04M)
G06F	1811	Electric digital data processing (computer systems based on specific computational models G06N)	Procesamiento eléctrico de datos digitales (sistemas de computadores basados en modelos de cálculo específicos G06N)
G06Q	693	Data processing systems or methods, specially adapted for administrative, commercial, financial, managerial, supervisory or forecasting purposes; systems or methods specially adapted for administrative, commercial, financial, managerial, supervisory or forecasting purposes, not otherwise provided for	Métodos o sistemas de procesamiento de datos especialmente adaptados para fines administrativos, comerciales, financieros, de gestión, de supervisión o de pronóstico; métodos o sistemas especialmente adaptados para fines administrativos, comerciales, financieros, de gestión, de supervisión o de pronóstico, no previstos en otro lugar
H04B	411	Transmission; This subclass covers the transmission of information-carrying signals, the transmission being independent of the nature of the information and includes monitoring and testing arrangements and the suppression and limitation of noise and interference.	Transmisión; La presente subclase cubre la transmisión de señales portadoras de información, siendo la transmisión independiente de la naturaleza de la información, y comprende los dispositivos de monitorización y de ensayo y la supresión y limitación de ruido y de interferencias.
G06K	207	Recognition of data; presentation of data; record carriers; handling record carriers	Reconocimiento de datos; presentación de datos; soportes de registros; manipulación de soportes de registros

NOTA. Adaptado de WIPO (2021) y Oficina Español de Patentes y Marcas- OEPM (2021)

Ahora bien, analizando las tendencias por cantidad de documentos de patentes encontrados en la base de datos y los códigos IPC, esta información permite afirmar que las áreas de mayor interés para los inventores e investigadores interesados en la conectividad tecnológica son las que están relacionadas a la industria de las redes de comunicación, transmisión de información, reconocimiento y procesamiento de datos. Analizado los códigos más relevantes se determina un panorama de los sectores más influyentes en los que se ha investigado y desarrollado diversidad de proyectos que contribuyen al cumplimiento del segundo objetivo del presente proyecto.

4.3. Conectividad y TIC en Santander

A continuación, se presenta el diagnóstico del estado de la conectividad y las TIC en Santander siguiendo la metodología planteada en el capítulo 3.3.

4.3.1. Caracterización y límites del departamento de Santander

El Departamento de Santander se localiza al noreste del país, forma parte de la Región Andina, tiene una superficie de 30.537 Km², equivalente al 2,67% del territorio nacional; el 50% de este territorio está en el Valle Medio del Río Magdalena y el otro 50% en el sistema Andino, según la secretaría de Planeación Departamental.

Su variada geografía, conformada por pisos térmicos que van desde los 100 hasta los 4.000 msnm y temperaturas en el rango comprendido entre los 9°C y los 32°C, y su importante red hidrográfica, que incluye la cuenca del Río Grande de la Magdalena, ofrecen una amplia oferta ambiental y de ecosistemas, alternativas

importantes para diversos sectores económicos, como el turismo, logística, energía, gas, entre otros para la competitividad.

El Departamento de Santander limita al norte, con Cesar y Norte de Santander; al sur, con Boyacá; al occidente, con Antioquia y Bolívar; al oriente, con Norte de Santander. Esta localización convierte a Santander en el centro geográfico entre el altiplano cundiboyacense, el sur del país, la Costa Caribe y Venezuela.

Esta ubicación geoestratégica en el contexto nacional más las facilidades ofrecidas por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), y el proceso de construir y desarrollar una agenda con países y organismos multilaterales, son fortalezas y actores claves para la internacionalización del Departamento en términos de negocios y plataforma de apoyo para la competitividad regional. (Gobernación de Santander, 2012, p.30).

4.3.2. ¿Cuántos somos y dónde estamos?

Según el Censo nacional de población y vivienda (2018), el departamento de Santander tiene una población total de 2.184.837 personas de los cuales, 438.350 son menores de 14 años, en el rango de 15 a 64 años se encuentran 1.373.340 personas y mayores a 65 años suman un total de 197.151. Además, el 24.2% de la población santandereana se encuentra en centros poblados y rural disperso, es decir, 529.210 personas.

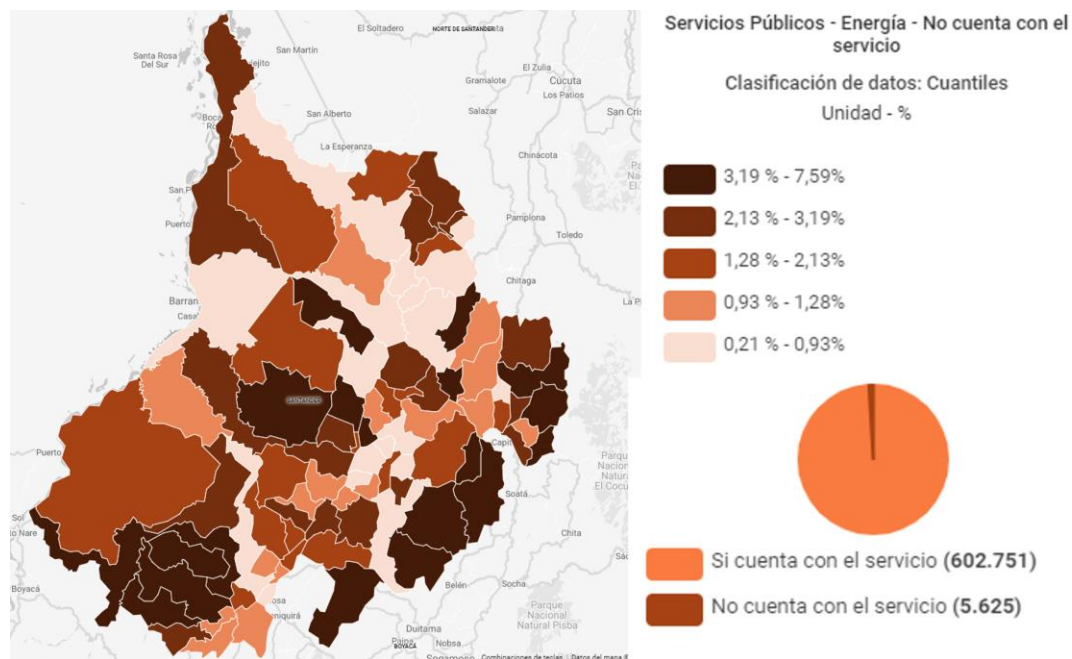
4.3.3. Calidad de vida de acuerdo con los servicios públicos

El geoportal del DANE es una herramienta que grafica en el mapa de Colombia los resultados del censo realizado en el 2018, en el cual se puede visualizar el alcance de los

servicios públicos en las viviendas santandereanas. Haciendo uso de esta se logra identificar que, en gran parte de los municipios de Santander, el porcentaje de viviendas que no cuentan con el servicio de energía eléctrica están en el rango de 2.13% al 7.59% y los municipios que más viviendas tienen sin acceso a electricidad son Bucaramanga, Barrancabermeja, Girón, El Carmen de Chucurí y Puerto Wilches.

Figura 13.

Porcentaje de viviendas que no cuentan con servicio de electricidad en los municipios de Santander



Nota: Adaptado del Geoportal del DANE, 2018.

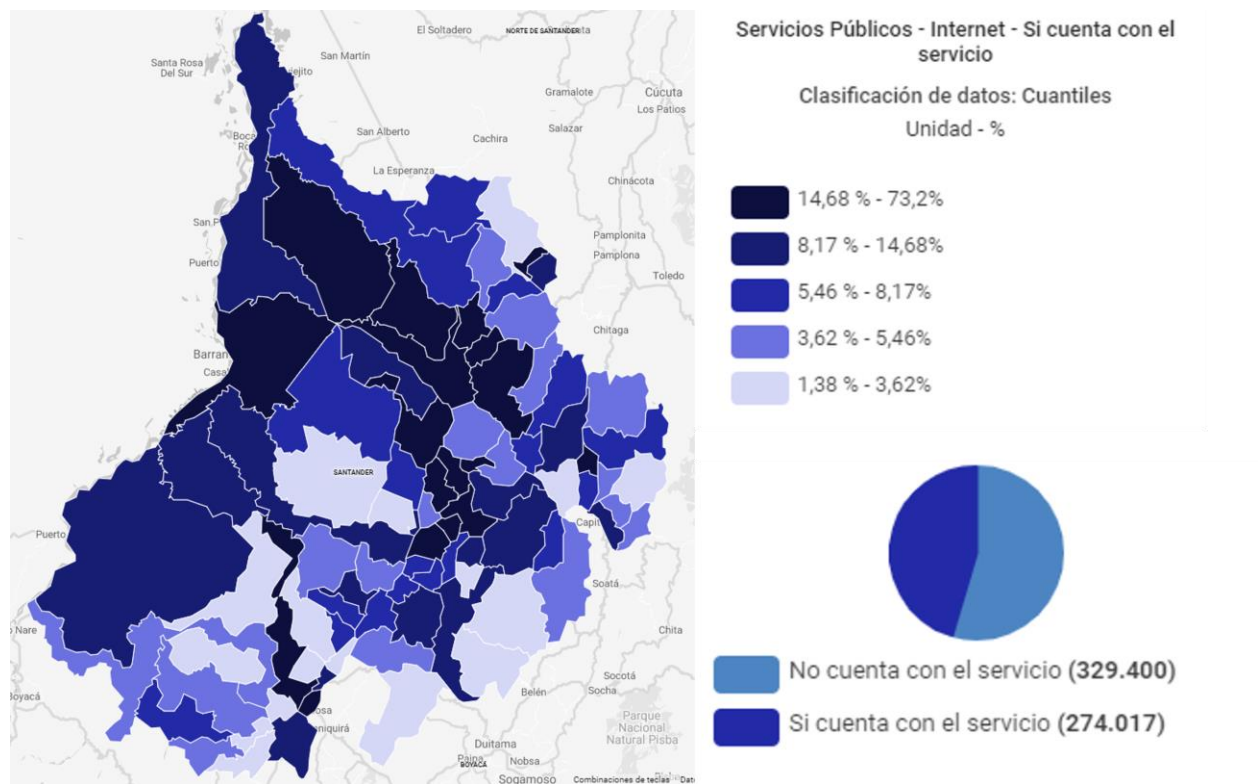
Por otro lado, la cobertura del servicio de electricidad en el departamento de Santander se encuentra en 98.85% según lo indica el gerente general de la Electrificadora de Santander ESSA Mauricio Montoya Bozzi, mientras que en el área rural este indicador se encuentra en 96.4%, además, informa que a junio del 2021 ya se encuentran identificadas más de 10.000 viviendas que no cuentan con el servicio y se tiene previsto que para el 2025 exista una cobertura total en

el departamento donde pretenden implementar y masificar el uso de paneles solares en las viviendas más alejadas. (CENS Grupo EPM, 2021).

Otro servicio público clave en el diagnóstico de la infraestructura y conectividad en Santander es el acceso a internet, como se muestra en la figura 14, de 603.417 viviendas encuestadas por el DANE, para el 2018 solo 274.017 contaban con acceso a internet, lo que representa un 45.41% del total de viviendas.

Figura 14.

Porcentaje de viviendas que cuentan con servicio de internet en los municipios de Santander



Nota: Adaptado del Geoportal del DANE, 2018.

En esta misma encuesta se escogieron un total de 296 hogares sin conexión a internet, de los cuales 162 pertenecen a las cabeceras y 134 a los centros poblados y rurales dispersos, donde

les consultaron las razones principales por la que el hogar no tiene conexión a internet y los resultados a esta pregunta se resumen en la siguiente tabla 7.

Tabla 8.

Razones de la falta de internet en los hogares

Razón principal por la que el hogar no tiene conexión a Internet	TOTAL	CABECERA	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO
Es muy costoso	44,467%	52,289%	34,999%
No lo considera necesario	36,232%	33,519%	39,515%
No tiene un dispositivo para conectarse	2,669%	2,175%	3,268%
Tiene acceso suficiente desde otros lugares sin costo	1,299%	2,162%	0,254%
No sabe usarlo	8,932%	8,940%	8,929%
No hay cobertura en la zona	5,907%	0,161%	12,863%
Otra	0,494%	0,754%	0,179%

Nota: Información tomada del DANE

Después de diferentes estrategias implementadas por el gobierno para llevar internet a los hogares de más bajos recursos en el país y con la implementación del trabajo remoto y la educación en línea causada por la pandemia del COVID-19, el porcentaje de viviendas con acceso a internet está por encima de la media nacional de hogares conectados a internet, 60% sobre el 51.9% del país. (Puentes, 2021).

En la actualidad al 92% de Santander llega internet móvil de cuarta generación, es decir que de los 87 municipios que tiene el departamento, 80 tienen esta tecnología, lo que les brinda mayor capacidad y velocidad. Adicionalmente, en Bucaramanga y 58 municipios más de la región también hay disponibilidad de la red 4.5G de Claro, que permite el doble de velocidad a los clientes que tengan un teléfono inteligente que soporte esta tecnología, y que posibilita a

todas las empresas ser más eficientes y competitivas con acceso a soluciones basadas en Internet de las Cosas - IoT- e Inteligencia Artificial. (Vanguardia, 2021).

4.3.4. La radio en los hogares santandereanos

La cobertura actual de la radio pública colombiana es de un 71% en el territorio nacional, y Radio Nacional de Colombia cuenta en la actualidad con 50 Frecuencias a nivel nacional y Radiónica con 8 frecuencias llega a las ciudades de Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cartagena Santa Marta, Riohacha, Cali y Málaga en el Departamento de Santander. (RTCv, 2015)

En Santander se estima que el porcentaje de hogares que escuchan radio está alrededor del 44% según una encuesta del DANE sobre la tenencia y el uso de las TIC, en esta se entrevistaron a un total de 2100 hogares de los cuales 495 pertenecen a centros poblados y rural disperso y 1605 pertenecientes a la cabecera del departamento. Discriminando el porcentaje de hogares que escucha radio según la ubicación de estos, se determina que, en los centros poblados y rural disperso, este indicador es del 58% mientras que, en la cabecera, solo el 40% de los hogares lo hacen. En esta misma encuesta se consulta sobre la actividad o servicio al escuchar la señal de radio dentro del hogar (Ver tabla 8) y se logra evidenciar que en Santander el uso de la radio para actividades educativas es mínimo.

Tabla 9.

Actividades al escuchar la radio

Actividades o servicios al escuchar la señal de radio dentro del hogar	TOTAL	CABECERA	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO
Entretención (música, deportes, variedades, humor)	92,756%	92,139%	94,082%

Continuación Tabla 9. *Actividades al escuchar la radio*

Noticias	65,148%	62,066%	71,737%
Información de interés comunitario	26,591%	17,841%	45,293%
Educación y aprendizaje	1,784%	2,256%	0,777%
Otra	0,347%	0,436%	0,159%

Nota: Información tomada del DANE

4.3.5. Tenencia de bienes y servicios TIC

En la encuesta mencionada anteriormente de Indicadores Básicos de tenencia y uso de tecnologías de la información y comunicación - TIC en hogares y personas de 5 y más años de edad realizada por el DANE, se encuestaron en el departamento de Santander 183 hogares pertenecientes a centros poblados y rural disperso, más 555 pertenecientes a la cabecera del departamento para un total de 738 hogares encuestado sobre las tenencias de dispositivos tecnológicos y uso de servicio como internet y señal de televisión, los resultados se presentan en la siguiente tabla (Ver tabla 9). En estas estadísticas se logra evidenciar que existe una diferencia significativa entre los hogares en la cabecera y los hogares en centros poblados y rural disperso para el uso del servicio de televisión por medio de cable, satélite o IPTV, hogares con internet, la tenencia de computadores de escritorio, portátiles y tabletas, teléfono fijo y teléfono celular inteligente.

Tabla 10.

Tenencia de bienes y servicios TIC en Santander

Tenencia de bienes y servicios TIC en los hogares, según departamentos del país y área	TOTAL	CABECERA	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO
---	--------------	-----------------	--

Continuación Tabla 10. Tenencia de bienes y servicios TIC en Santander

Televisión convencional a color, LCD, plasma o LED	90,167%	92,377%	83,479%
TV a color convencional	40,390%	34,421%	58,451%
TV LCD, plasma o LED	53,677%	62,696%	26,390%
Uso del servicio de televisión por medio de cable, satelital o IPTV	64,513%	77,546%	25,082%
Computador de escritorio, portátil o tableta	35,609%	45,125%	6,870%
Computador de escritorio	16,714%	21,157%	3,272%
Computador portátil	24,529%	31,267%	4,144%
Tableta	7,517%	9,804%	0,600%
Teléfono fijo	29,405%	38,764%	1,091%
Teléfono celular	96,289%	97,008%	94,057%
Teléfono fijo y celular	28,850%	38,061%	0,927%
Hogares con Internet	59,962%	70,824%	27,099%
Hogares con Internet por tipo de conexión			
Fijo	41,677%	54,208%	3,762%
Móvil	38,413%	42,512%	26,063%
Fijo y Móvil	20,127%	25,897%	2,726%
Tenencia de teléfono celular por tipo de dispositivo			
Tiene teléfono celular convencional	21,530%	14,223%	48,906%
Tiene teléfono celular inteligente (smartphone)	78,781%	86,093%	51,390%
Tiene teléfono celular convencional e inteligente (smartphone)	0,305%	0,308%	0,296%

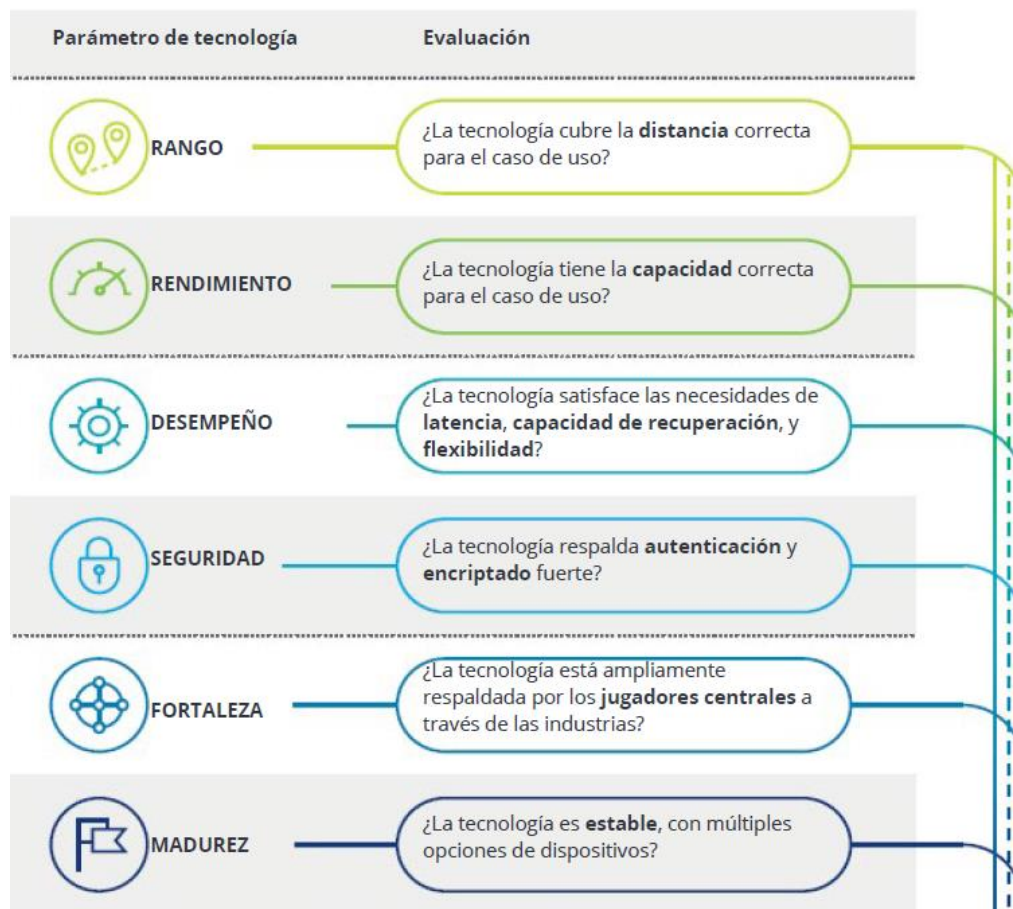
Nota: Información tomada del DANE

4.4. Parámetros a consideración para la selección de tecnologías

La selección de una tecnología para implementarse depende no solamente de las características del lugar en donde se implementará dicha solución, también se deben contemplar las características o parámetros que presenta la misma tecnología, estos se resumen en la siguiente figura:

Figura 15.

Parámetros de las tecnologías para la conectividad



Nota: Adaptado de Deloitte Insights.

Las tecnologías contempladas para su implementación en la educación rural deben tener un rango amplio, es decir, la transmisión de datos debe alcanzar grandes distancias debido a las

ubicaciones de las escuelas. Respecto al rendimiento y desempeño, se exigen una capacidad promedio y una latencia, capacidad de recuperación y flexibilidad básica para el uso educativo. La seguridad y fortaleza debe ser buena además debe tener una madurez excelente para soportar la conexión de múltiples dispositivos. Las tecnologías o técnicas presentadas a continuación cumplen con la especificación de los parámetros para ser aplicada en la ruralidad y por consiguiente en las instituciones educativas.

4.5. Tecnologías de acceso por radio (RAT) para la ruralidad

Las tecnologías de acceso por radio hacen referencia a todas aquellas que utilizan el espectro electromagnético para la transmisión de datos, las siguientes tecnologías hacen uso de este y tienen una gran potencialidad para su uso en zonas rurales.

4.5.1. 5G

Descripción y funcionamiento: Es la quinta generación de la tecnología celular inalámbrica y representa un cambio radical. ¿Cómo? Mediante la eliminación de restricciones tecnológicas. Con 5G, una gran cantidad de protocolos de trabajo en red pueden coexistir para satisfacer requerimientos específicos del dispositivo y de la aplicación, y que pueden ser administrados sin problemas. 5G actúa como una tecnología unificadora, uniendo todas las capacidades de trabajo en red que se necesitan para administrar el flujo de información y la densidad a escala. (Deloitte Insights,2019)

La tecnología 5G hace uso de frecuencias de ondas más cortas denominadas ondas milimétricas que van desde los 3.5 GHz hasta 300 GHz, según los principios de comunicación,

cuanto menor es la frecuencia, mayor es el ancho de banda, además esta hace uso de otras tecnologías para la conectividad como MIMO y NFV que se explicarán más adelante.

Ventajas:

- Ofrece mayor velocidad, latencia más baja, e – implícitamente – la capacidad para conectar a una red números masivos de sensores y dispositivos inteligentes
- El protocolo también reduce los requerimientos de energía para la comunicación base, extendiendo la vida de la batería del sensor y la viabilidad de muchos potenciales casos de uso de IoT. (Deloitte Insights,2019)
- Permite la conexión de hasta un millón de dispositivos por kilómetro cuadrado sin problemas en la calidad de conexión.

Desventajas:

- La red 5G necesita viajar en ondas de radio de muy alta frecuencia, poseen un gran ancho de banda, pero no pueden atravesar paredes, ventanas o tejados y se debilita a través de las grandes distancias
- Es necesaria la instalación masiva de antenas y se requiere de un gran presupuesto.

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Los países con mayor cantidad de ciudades con cobertura 5G son China, Reino Unido, Estados Unidos y Corea del sur. En Colombia operadores como Claro y Tigo están haciendo pruebas piloto con esta tecnología, sin embargo, el espectro aún está siendo asignado a las organizaciones interesadas a través de subastas.

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología: ESPACENET presenta 304 patentes que utilizan esta tecnología, las de mayor relevancia son:

- WO2020042181A1

- WO2020197845A1
- US2020196144A1
- US2020068456A1
- US11116030B2

4.5.2. TV White Space (TVWS) o Bandas blancas de televisión

Descripción y funcionamiento: Los espacios en blanco de TV son canales no usados por la TV abierta en algunas zonas geográficas, que se pueden emplear para otras aplicaciones como la transmisión de internet, sin causar interferencia ni reclamar protección con respecto a la TV, esto se puede observar en la figura 17 donde se ejemplifica el funcionamiento de la tecnología TVWS. En el 99% de los municipios de Colombia la TV utiliza solo de 10 a 12 de los 48 canales disponibles, por lo que hay una gran cantidad de espacios en blanco. (ANE, 2016)

La frecuencia de operación va desde 470 MHz a 698 MHz. Este espectro electromagnético inicialmente fue asignado para soportar los servicios de tv analoga, digital y ahora que parte de este espectro está sin utilizar, los reguladores locales (Agencia Nacional del Espectro en el caso de Colombia) decidieron darle uso en aplicaciones como solución de banda ancha inalámbrica llevando internet a zonas rurales entre otras posibles funciones o alcances. (Ver Figura 16)

Figura 16.

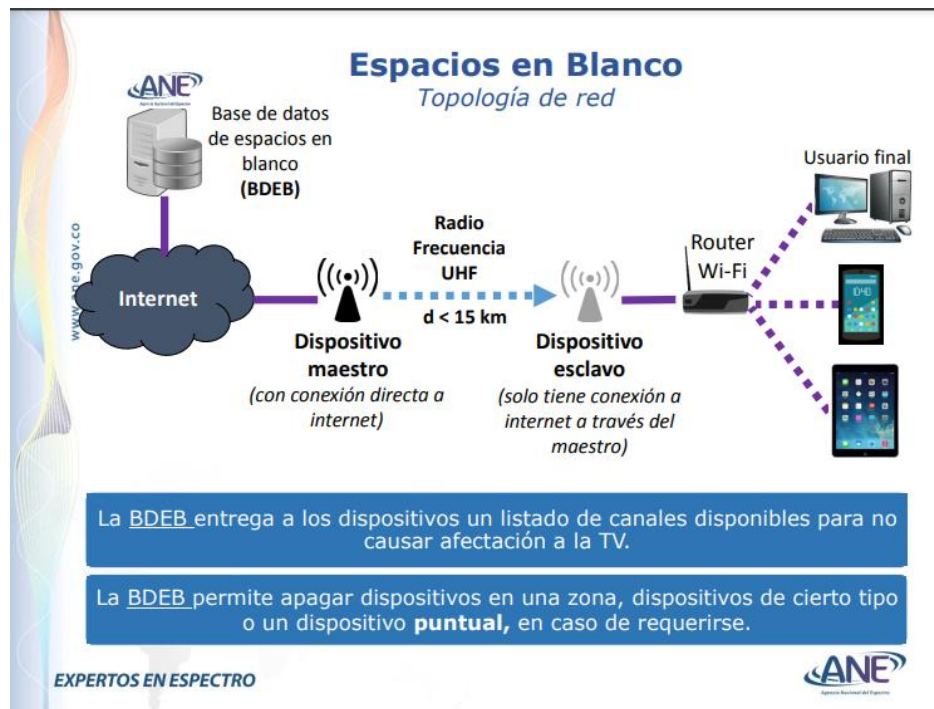
Alcanza tras la implementación de la TVWS



Nota: Adaptado de Redline communications Inc.

Figura 17.

Funcionamiento de la tecnología TVWS



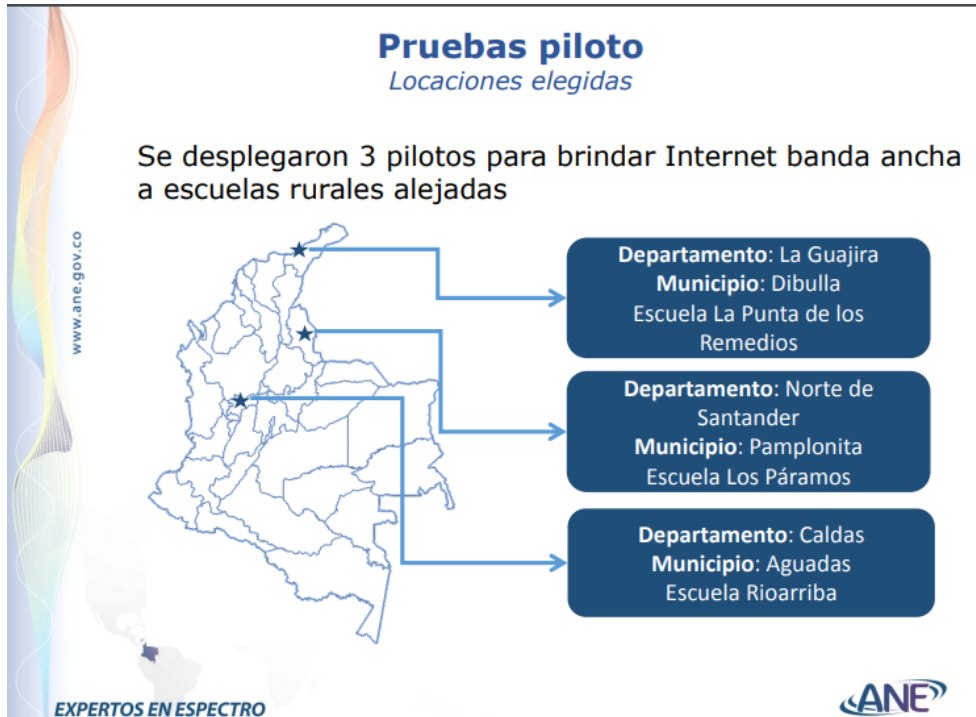
Nota: Adaptado de la Agencia Nacional del Espectro

Ventajas:

- Debido a que la frecuencia de operación TVWS está por debajo de la operación de la frecuencia de telefonía celular, se tiene como resultado una muy buena propagación de la señal, alta cobertura y altas capacidades en Mbps.
- Bajo costo de la implementación en comparación con sus beneficios.
- Mayor alcance y áreas de cobertura más extensa respecto a las tecnologías clásicas.
- Mejor penetración de obstáculos en terrenos difíciles.
- Operación sin línea de vista.
- Economías de escala mundial ya que la banda de TV está armonizada a nivel global.

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: La Dynamic Spectrum Alliance (DSA) es una organización que promueve esta tecnología y está conformada por Microsoft, Google, Facebook y Amazon, la compañía estadounidense Adaptrum Inc., del área de Silicon Valley, Cisco o Broadcom, Comcast, la asociación mundial de ingenieros electrónicos, entre otros.

En Colombia resurge esta tecnología desde el 2019 con una regulación actualizada de las bandas de frecuencia con la Resolución 105 del 27 de marzo del 2020 que tiene la intención de resolver problemas de brecha digital, por esta razón, las entidades gubernamentales prestan especial atención a esta tecnología y ayudan en su financiación. De hecho, en Colombia se han realizado diferentes pruebas piloto con muy buenos resultados en diferentes partes del país. (Ver Figura 18)

Figura 18.*Pruebas piloto de TVWS*

Nota: Adaptado de la Agencia Nacional del Espectro

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología:

- US11102791B2 (A1)
- CN105722051A
- US10412590B2 (A1)
- WO2012051151A1

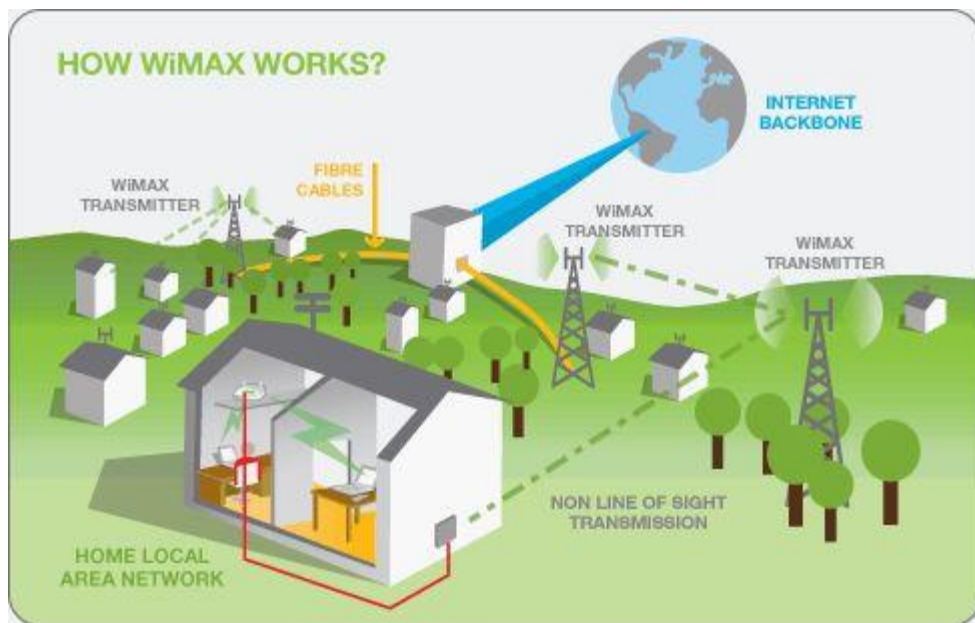
4.5.3. WiMax

Descripción y funcionamiento: En las ciudades se cuenta con alternativas de acceso a internet como la conexión por fibra, mientras que para las zonas rurales su equivalencia tecnológica es WiMax.

Las siglas WiMAX significan Worldwide Interoperability for Microwave Access, lo que en español se podría traducir como Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas. Como se puede observar en la figura 19, se trata de un método de transmisión de datos a través de ondas de radio, y que utiliza las frecuencias de 2,5 a 5,8 GHz permitiendo llevar internet con un alcance que puede llegar a los 70 kilómetros (por cada repetidor de señal). Esto la convierte en una alternativa valiosa para tener en cuenta en los entornos rurales y aquellas zonas en las que no hay instalaciones de cable para llevar Internet. (Fernández, 2019).

Figura 19.

Funcionamiento de la tecnología WiMax



Ventajas:

- Bajo costo de instalación
- Conexión fluida con bajas latencias
- Es una tecnología escalable y no necesita instalación telefónica previa.

- Las conexiones WiMax pueden alcanzar velocidades de hasta 1 Gbps en puntos fijos y 365 Mbps en puntos móviles.

Desventajas:

- Su principal desventaja radica en que se debe tener un repetidor al alcance del lugar en que se va a utilizar la señal de acuerdo con las operadoras que manejan este servicio
- La antena debe estar orientada directamente al repetidor con la menor cantidad de obstáculos que impidan la visión directa, como árboles o edificios.

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: En Colombia existen operadores como WiMax Comunicaciones SAS que manejan esta tecnología.

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología: La base de patentes relaciona 91 documentos con esta tecnología, entre los más destacados son:

- WO2015198087A1
- US2017244635A1
- WO2010130077A1

4.5.4. Wireless Backhaul Technology (WiBack)

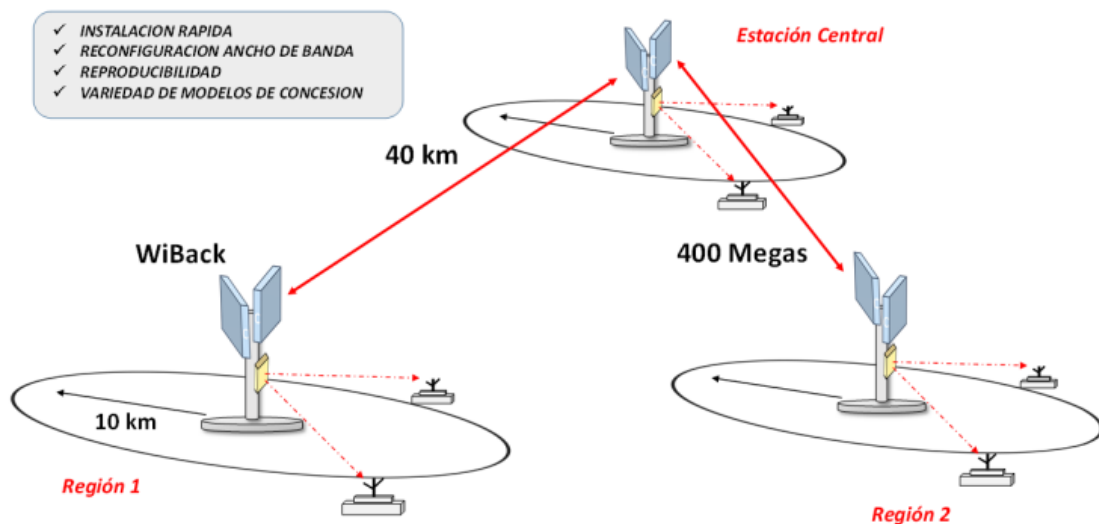
Descripción y funcionamiento: Es una red de acceso inalámbrico que usa tecnologías existentes para construir una red de conexión de radio de largo alcance a través de enrutadores WiBack (Garzón, 2014).

En la figura 20 se muestra el funcionamiento de la tecnología WiBack como una red de acceso inalámbrico entre puntos de acceso e infraestructuras fijas a través de enrutadores utilizando un controlador central, esto le permite entonces controlar, administrar y configurar la

red. Además, puede conectarse a redes Wi-Fi, GSM, UMTS o LTE. Las antenas son conectadas a través de una red en malla lo que le permite cubrir una gran distancia en kilómetros, en caso de falla de algún enlace la red se autogestiona y busca una nueva ruta para mantener estabilidad en la conexión. Una gran característica de este tipo de tecnología es que sus equipos pueden ser conectados a la red eléctrica o por medio de paneles solares (Cortés et al, 2020).

Figura 20.

Propuesta de red de telecomunicaciones Backhaul para conectividad rural



Nota: Tomado de Cortés et al, 2020 (p.69). Revista UIS Ingenierías

Ventajas:

- Bajo costo
- Capacidad de autoconfiguración
- Alta resistencia
- Bajo consumo energético

Desventajas:

- Aún está en desarrollo y no se ha asegurado su supervivencia en el mercado

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Instituto Fraunhofer-Gesellschaft, Blazing Soft

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología:

- US10187914B2 (A1)
- US2013016648A1
- GB2493497A (B)
- US2015078162A1
- US2015365790A1 (B2)
- US10264612B2 (A1)
- US2016219589A1 (B2)
- US10848562B1 (A1)
- WO2020229496A1
- SG11202007936QA (A)
- JP2020507233A

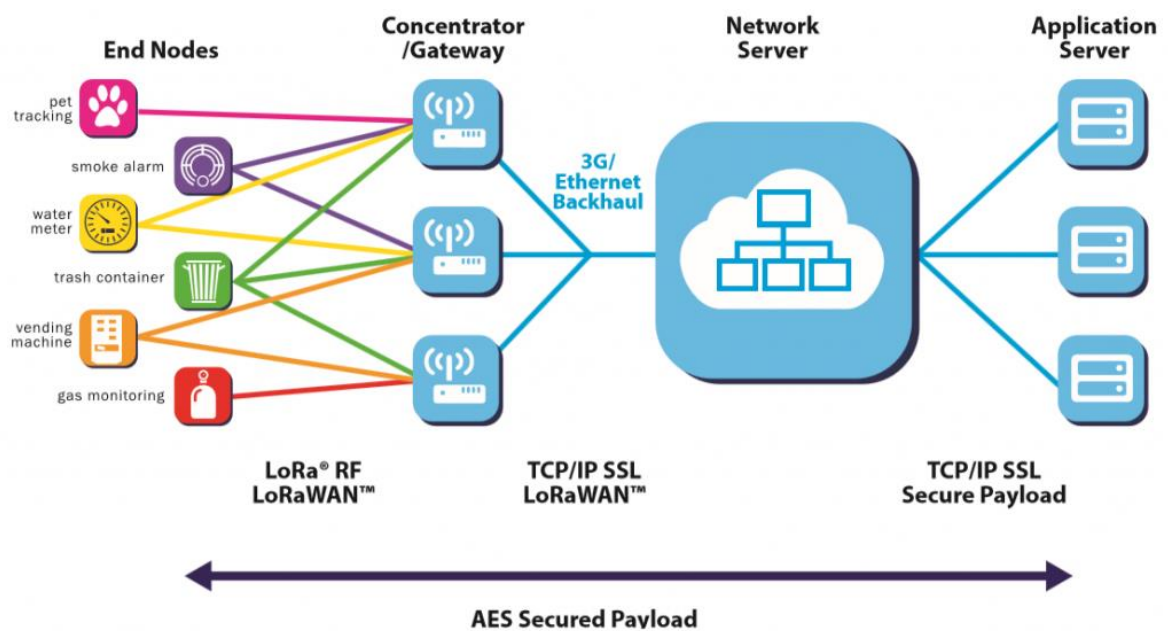
4.5.5. Long Range. (LoRa)

Descripción y funcionamiento: Esta red funciona haciendo uso de espectro ensanchado modulando el mensaje por medio de una señal que varía de forma continua y lineal la frecuencia; está compuesta por 3 elementos, los dispositivos finales, pasarelas o puertas de enlace y servidores de red. Los dispositivos finales, recogen la información y la transmiten a la pasarela. Las pasarelas reciben las transmisiones de múltiples dispositivos finales y las reenvían a los servidores de red a través de una conexión IP estándar. Finalmente, los servidores reciben y

procesan la información proveniente de los dispositivos finales, así como de la gestión y configuración de la red y los dispositivos finales. En la figura 21 se observa que esta red de dispositivos finales y pasarelas es de tipo estrella de un solo salto lo que la hace una red fácil de implementar y gestionar al no necesitar enrutamiento (Ordóñez, 2017). En este tipo de redes los nodos no se asocian a una determinada pasarela, sino que los datos transferidos por un nodo son recibidos por múltiples pasarelas. Cada pasarela transmite luego paquetes al servidor de red en la nube mediante otra tecnología (móvil, Wi-Fi, satélite). Finalmente, este servidor de red aplica filtros y políticas de seguridad gestionando la instalación. (Esnoz, 2017).

Figura 21.

Arquitectura de red LoRaWAN



Nota. Tomado de Arquitectura de red en LoRaWAN. Rivas, J. (2021)

Ventajas:

- Largo alcance y cobertura (10 a 20 km)
- Baja potencia (ahorro de energía)

- Hardware de bajo costo
- Inmunidad al efecto Doppler
- Gran capacidad de conexión para dispositivos
- Alta tolerancia a las interferencias

Desventajas:

- Solo se pueden usar proveedores aprobados por semtech y la LoRa Alliance

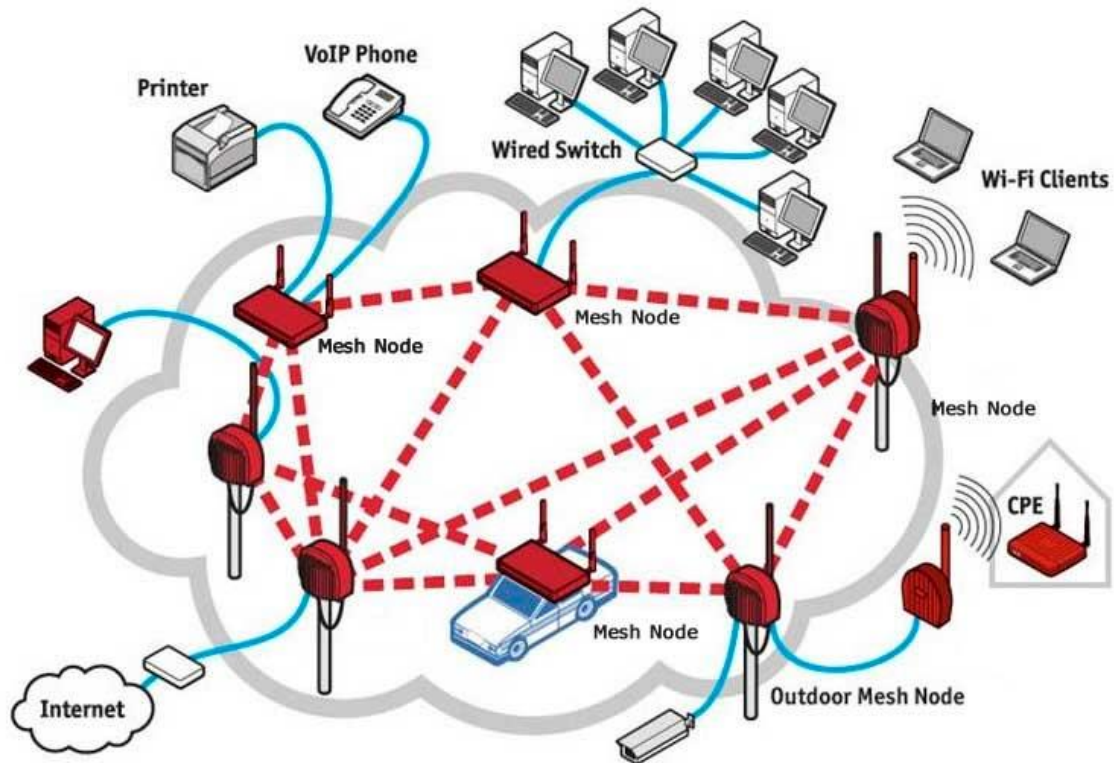
Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Semtech (solicitante original de la patente), LoRa Alliance (asociación abierta y sin ánimo de lucro que apoya y promueve la adopción del estándar LoRaWAN)

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología: La base de datos presenta 14 patentes que utilizan esta tecnología, las de mayor relevancia son:

- CN107049013A
- CN206331578U
- CN210608698U
- US10826945B1
- WO2020191100A1
- WO2018119235A1
- CN110166265A

4.5.6. Redes inalámbricas en malla (*Wireless Mesh Networks*). WIMESH

Descripción y funcionamiento: Las redes inalámbricas en malla, constan de una topología punto a punto, como se puede observar en la figura 22, para transmitir información mediante múltiples saltos, de esta manera los nodos fijos participantes se pueden comunicar entre sí para enviar y recibir información a los dispositivos conectados (Núñez et al, 2009). Los sistemas de malla están compuestos por una estación central y un sistema de routers que amplían el perímetro de cobertura con la particularidad de que estos routers se pueden comunicar entre sí y con la estación central. Estos sistemas en malla se comunican mediante radiofrecuencias, generalmente usando wi-fi y se autogestionan de forma que la conexión se hace más veloz, estable y eficiente, de esta forma el mallado ofrece una única red Wifi en toda la zona de cobertura con la misma contraseña y SSID. De igual forma la autogestión del tráfico de datos que recorre estas redes permite redirigir la conexión para ofrecer la ruta más corta, eficiente y estable (Fernández, 2020).

Figura 22.*Arquitectura de red Mesh*

Nota. Tomado de Qué es una Mesh Network o Red inalámbrica mallada. Navas, M. (2017)

Ventajas:

- Cada nodo es independiente por lo que no se verá afectada la transmisión de datos si alguno se daña.
- Fácil instalación con la tecnología Wifi
- Todos los nodos se comunican entre sí
- Cobertura óptima en cualquier punto de un espacio cerrado

Desventajas:

- Alto costo en los nodos o routers inalámbricos

- Compleja implementación si se usa cableado
- No evitan interferencia por objetos sólidos

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Google, LinkSys, Luma, Amazon, Netgear, TP-Link

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología: La base de patentes relaciona 16 documentos con esta tecnología, entre los más destacados están:

- US2021058142A1
- US2013016648A1
- US2021203568A1
- WO2019033111A1
- CN106210450A (B)
- WO2017147476A1
- WO2015054611A1
- CN102572907A
- US2007099634A1

4.5.7. Banda ultraancha (Ultra-wideband). UWB

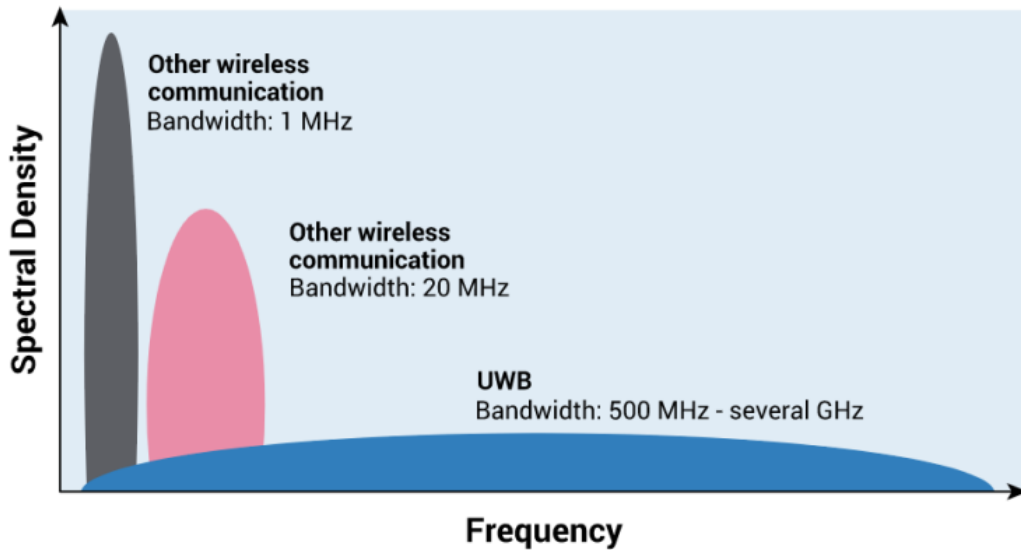
Descripción y funcionamiento: Este protocolo permite transmisión de información en el corto alcance y al igual que el Bluetooth o el Wi-Fi, hace uso de ondas de radio para comunicar dispositivos entre sí, con la diferencia de que esta tecnología hace uso de una frecuencia muy alta y como su nombre lo indica también usa un espectro amplio de varios GHz como se evidencia en la figura 23 (Vector ITC, 2020).

Transmite datos mediante ráfagas de energía de radiofrecuencia a corta distancia, lo que indica que la duración de estas es extremadamente corta determinando también con suma precisión la ubicación midiendo el tiempo que recorre un pulso de radio entre los dispositivos. Aquellas ráfagas representan desde uno hasta unos pocos ciclos de una onda portadora de RF (Ramírez et al, 2004). Puede alcanzar velocidades de transmisión de 4 Mbps a 675 Mbps sin perder precisión. Un transmisor UWB es capaz de enviar miles de millones de pulsos de radio, aproximadamente 1 por nanosegundo, a través de la frecuencia de amplio espectro logrando una precisión en tiempo real y al otro lado un receptor UWB recibe y traduce los pulsos en datos (Vector Itc, 2020).

Es importante aclarar que, aunque la tecnología UWB use un espectro de banda tan ancho y por ende la distancia entre los dispositivos tecnológicos deba acortarse, esta tecnología se ve beneficiada en gran medida al hacer uso de redes Wi-Fi WIMESH de fácil instalación que no dependen de un ordenador central para la conexión de sus nodos permitiendo una cobertura óptima en espacio cerrados además de un rápido restablecimiento de la transmisión en caso de fallas.

Figura 23.

Densidad espectral para UWB y banda estrecha



Nota. Tomado de How Do Apple AirTags Work? Ultra-Wideband Explained. Griffith, E. (2021).

Ventajas:

- Rendimiento superior en comparación con sistemas de banda ancha tradicionales
- Altas tasas de transmisión de datos
- Bajo consumo de energía
- Alta precisión
- Baja complejidad y bajo costo
- Sin interferencia de señal por obstáculos o señales de radiofrecuencia
- Detección ultrarrápida

Desventajas:

- Rango de comunicación de corta distancia
- Compatibilidad con pocos dispositivos

- Disminución de la tasa de transferencia en espacios abiertos

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Motorola, Inc, Samsung Electronics, Apple, Bosch, Sony, Hyundai, Volskwagen, NXP Semiconductors, Imaging Products y LitePoint, Kia Motors, Decawave

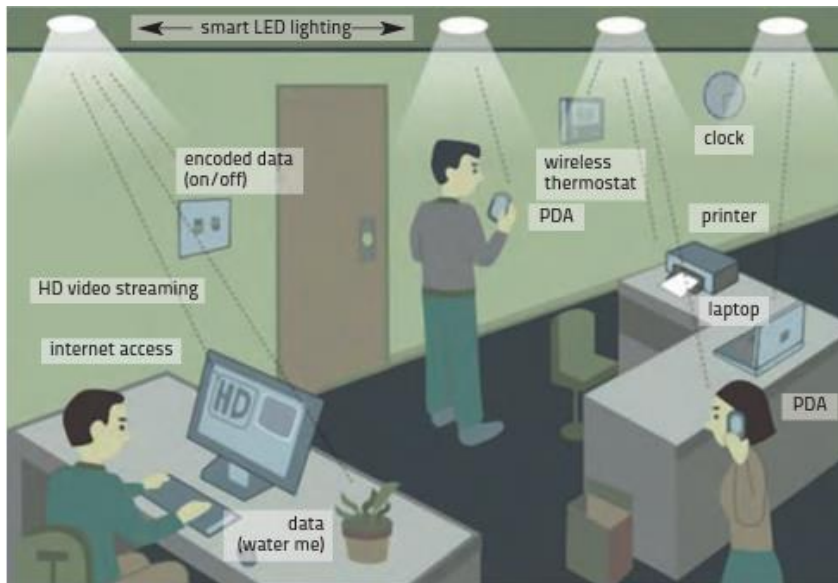
Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología: La base de datos presenta 40 patentes que utilizan esta tecnología, las de mayor relevancia son:

- US2008301301A1 (B2)
- US2011255449A1 (B2)
- EP1589781A2 (A3)
- IN3233MU2013A
- CN112379770A
- US2011244841A1 (B2)
- US2011293278A1 (B1)
- CN105430767A (B)
- CN107010152A

4.6. Comunicación con luz visible (Visible Light Communications). VLC

Descripción y funcionamiento: Esta tecnología utiliza la propagación de la luz visible del espectro de frecuencias con el fin de transmitir información de forma unidireccional y bidireccional a todo tipo de dispositivos tecnológicos como se observa en la figura 24, entre estos dispositivos se encuentran smartphones, tabletas, computadoras, etc (Hernández, 2019).

Un sistema VLC está conformado por 4 componentes clave, el primero de ellos es el emisor, este está compuesto por un conjunto de LEDs emisores de luz. El segundo componente clave es la infraestructura mediante la cual los datos son transmitidos a los drivers de los leds, para esto se puede usar fibra óptica, cable Ethernet o Wifi, sin embargo, Quintana (2013) afirma que la mejor opción es usar la tecnología PLC (Power Line Communication) que permite la transmisión de voz y datos a través de una red eléctrica existente alcanzando una tasa de transferencia de datos de hasta 500MBps dependiendo de la calidad del cableado eléctrico. El tercer componente clave es el receptor, este se encarga de convertir la luz mediante un fotodiodo. Finalmente se encuentran los canales ópticos no guiados como cuarto componente, estos canales tienen la posibilidad de usar filtros ópticos para evitar las interferencias por iluminación artificial, de igual forma también se hace uso de métodos de modulación de datos para desplazar la transferencia a bandas con frecuencias libres de interferencias e introducir algoritmos para la corrección de errores (Quintana, 2013).

Figura 24.*Arquitectura del sistema VLC propuesto para interiores*

Nota. Tomado de Transmisión de datos por medio de sistemas VLC. Quintana, C. (2013).

Ventajas:

- Otorga mayores velocidades de transmisión
- Permite compartir un tamaño considerable de información en pocos segundos
- No genera interferencias debido al uso de espectro de luz en lugar de la radiofrecuencia
- Otorga mayor seguridad al limitar la señal.
- Costo económico de instalación
- Puede adaptarse a cualquier fuente de luz mediante un emisor Li-fi

Desventajas:

- Tiene poco alcance en interiores
- Es necesario tener iluminación encendida

- Genera alto consumo de energía eléctrica
- Solo funciona con equipos compatibles o adaptados a esta tecnología
- No funciona en lugares expuestos directamente a la luz solar.

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Philips, Oledcomm, Pure LiFi, VLNCComm (nombre comercial de la tecnología - LiFi)

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología:

- US2017047994A1
- US10462146B2(A1)
- WO2019051295A1
- RU1787315C

4.7. Comunicación Óptica de espacio libre (Free Space Optical Communications). FSOC

Descripción y funcionamiento: Esta tecnología de comunicación óptica usa la propagación de haces de luz a través del aire para transmitir datos e información a través del espacio a altas velocidades. Es una transmisión inalámbrica que usa diodos emisores de luz (LED) o láser de alta potencia como fuente de transmisión de datos (Hernández, 2019).

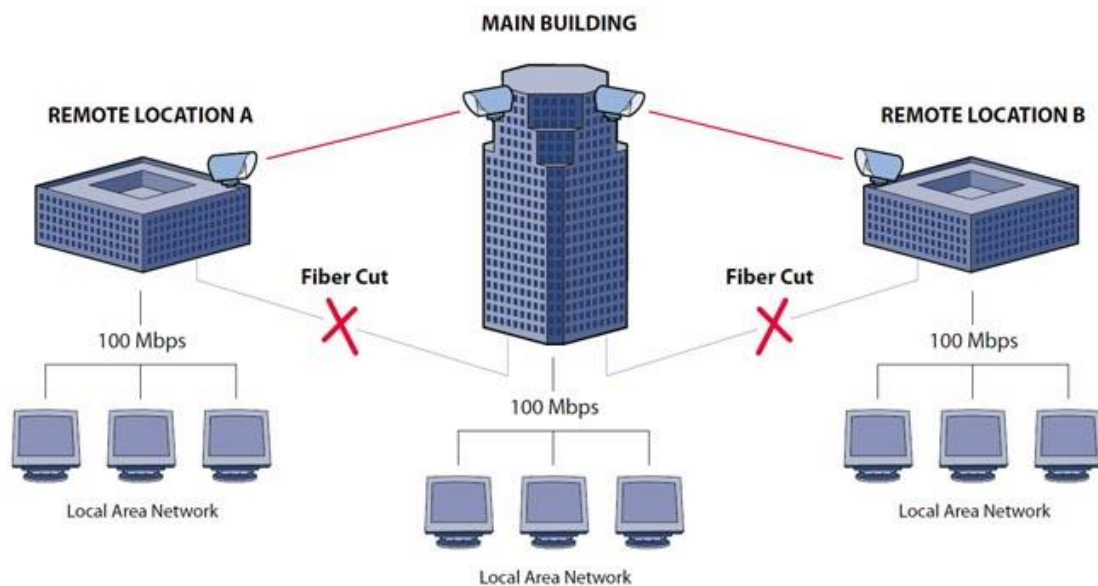
Los sistemas FSO funcionan de la siguiente manera según (Lándsberg, 1983), (Nawawi, 2009):

Primeramente, se ubican los transmisores en un radio no mayor de 20 km a los lugares de interés, estos enviarán de manera segura y confiable una señal modulada hacia los receptores, y se transmitirán entre ellos haces infrarrojos con mensajes de internet, vídeo, e incluso ficheros informáticos. La velocidad de transmisión de los enlaces va desde los 100 Mbit/s hasta los 2,5 Gbit/s.

Las ondas de información eléctricas llegan al transmisor donde se convierten en señales ópticas. Usando modulación en potencia se cambia la señal óptica para diferenciar ceros y unos lógicos teniendo estos últimos una señal mayor. Un enlace FSO funciona similar a cualquier fibra convencional, pero utilizando un canal de transmisión diferente. Para funcionar se necesita esencialmente contar con una línea de vista pura y esta no puede atravesar obstáculos sólidos, además FSO puede funcionar en modo full dúplex (transmisión y recepción de datos al mismo tiempo), lo que indica que debe tener un transceptor. (ver figura 25)

Figura 25.

Arquitectura de una red FSO



Nota. Tomado de Tecnología FSO (transmisión Óptica en Espacio Libre) Rodríguez, A. (2013).

Ventajas:

- Inmune ante interferencias radioeléctricas o electromagnéticas
- Transmisión de datos segura, debido al uso de datos cifrados
- Su instalación no requiere licencias

- Pocos errores en la transmisión de bits
- Las interferencias por pájaros u objetos son fácil y automáticamente restablecidas.

Desventajas:

- Necesita una línea de vista despejada
- Gran vulnerabilidad ante cambios climáticos como lluvias
- Los puntos donde se instalan los dispositivos necesitan tener estabilidad
- La transmisión de datos comienza a decaer después de los 20 km de distancia entre dispositivos.

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Google FSOC (project taara), Alcatel, LaserBit Communications, fSONA Communications, Mercury Networks, Huawei, LightPoints

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología:

- WO2017035095A1
- WO2018140455A1
- IN2247MU2013A
- CN105827329A(B)
- IN2901MU2013A
- IN1998MU2013A
- US10144507B2(A1)

4.8. Tecnologías que potencian la conectividad

La conectividad avanzada eleva la barra de la flexibilidad de la red, haciendo posible configurar redes para que se ajusten a diferentes tipos de desempeño y requerimientos de disponibilidad. (Deloitte Insights,2019). Las siguientes tecnologías pueden potenciar las estrategias de transformación digital en los entornos educativos.

4.8.1. Radio Cognitiva. RC

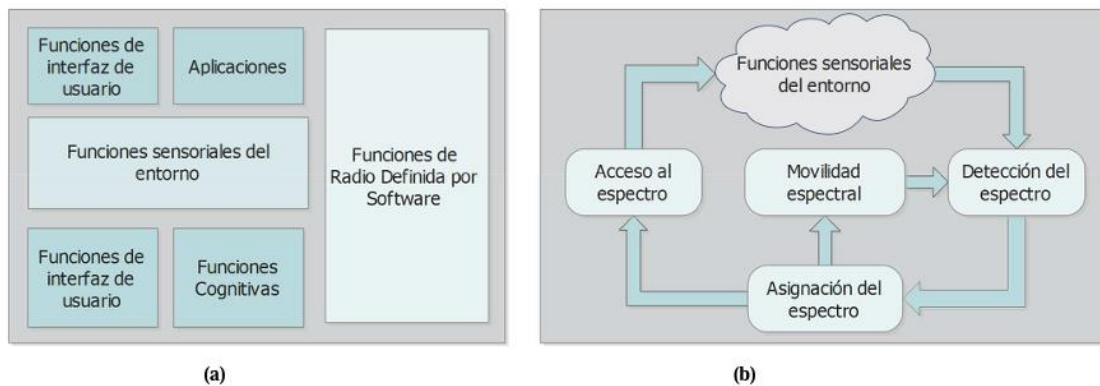
Descripción y funcionamiento: En primera instancia, para habilitar el uso de esta tecnología se necesita la presencia de los siguientes componentes, el regulador que es la entidad encargada de administrar el espectro, el usuario primario que es la entidad que posee derechos de explotación y uso del espectro y finalmente el usuario secundario quien buscará acceder al espectro del usuario primario. La tecnología RC permite el acceso a los usuarios secundarios que quieran operar en las bandas de frecuencia de los primarios siempre que estos últimos no estén haciendo uso del espectro o si el usuario secundario garantiza la protección contra interferencias, su arquitectura se puede observar en la figura 26. Sin embargo, también se puede hacer uso de espectro libre utilizando algoritmos de compartición espectral que le permitan coexistir con otras tecnologías de acceso oportunista. Este acceso se logra mediante un método dinámico y coordinado, así como un esquema garantizando la mínima interferencia posible (Martínez et al, 2017).

Los sistemas RC consisten en un transceptor, un módulo para detectar señales radioeléctricas, bases de datos, un módulo de aprendizaje, herramientas para optimizar el sistema y un módulo de razonamiento. Sin embargo, se puede añadir más funcionalidades cognitivas

dependiendo de las necesidades específicas de los usuarios, volviéndose más complejo y costoso de implementar.

Figura 26.

Radio Cognitiva. (a) Arquitectura. (b) Ciclo cognitivo para el acceso dinámico al espectro



Nota. Adaptado de La Radio Cognitiva y su Impacto en el Uso Eficiente del Espectro de Radio por López, R & Montejo, S, (2015).

Ventajas:

- Uso de espectro inutilizado
- Mejora los niveles de calidad al detectar el entorno radioeléctrico
- Modifica sus parámetros operativos para adaptarse a los canales
- Puede operar casi en cualquier parte
- Los usuarios primarios pueden arrendar espectro en el momento que no lo estén usando.

Desventajas:

- Incertidumbre en torno al potencial de interferencia procedente de las comunicaciones de los usuarios secundarios.

- Carencia de incentivos económicos para habilitar la compartición espectral por parte de los usuarios primarios.
- Implementación de hardware costoso
- Riesgo de no detección de usuarios por multitrayectoria o desvanecimiento de la señal
- Vulnerabilidad a ciberataques por software malicioso

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Intel Corp, Microsoft Research (Kognitiv Networking Over White Spaces (KNOWS)), Kansas University Agile Radio (KUAR), Universidad Rice (Wireless Open-Access Research Platform (WARP)), Winlab (WiNC2R), DARPA Next Generation (XG) Communications

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología:

- CN103222293A (B)
- CN101610517A (B)
- CN102098799A (B)
- SG11201407381VA (A)

4.8.2. Satélites de órbita baja de la tierra (LEO) y Estaciones de plataforma de gran altitud (HAPS)

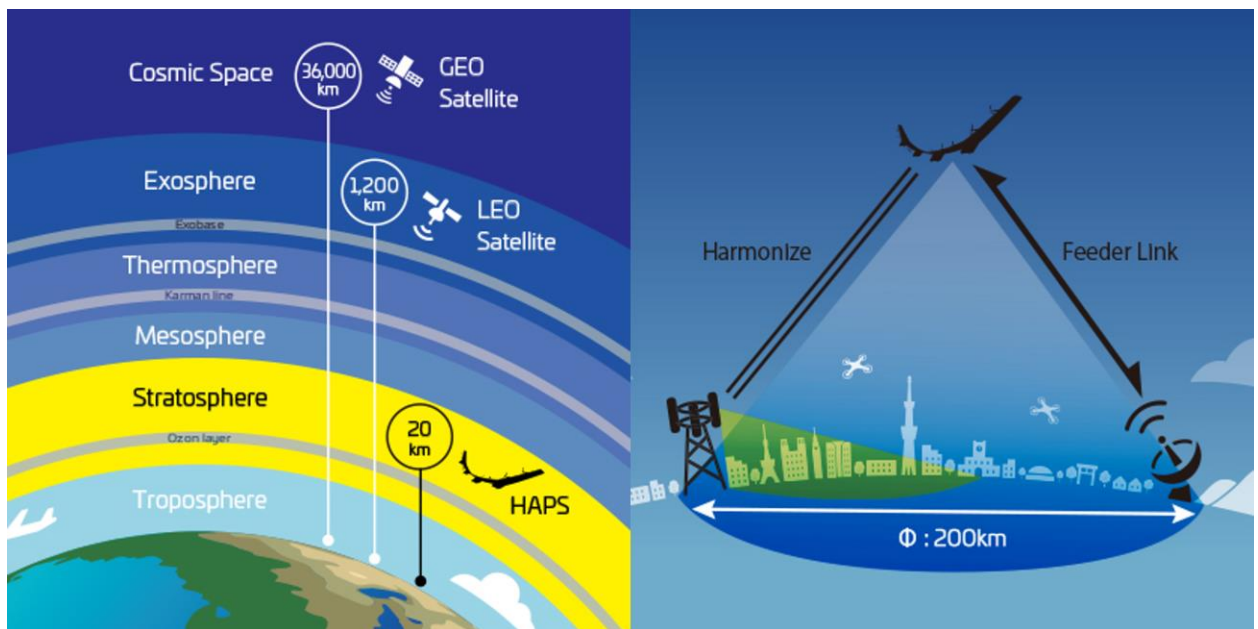
Descripción y funcionamiento: Desde hace tiempo las compañías han usado satélites geoestacionarios grandes, de altitud alta (GEO), para conectar áreas remotas del mundo exterior. Esos satélites han servido a un propósito, pero retrasan el internet de fibra y basado-en-cable en términos de confiabilidad y capacidad de respuesta y potencialmente tienen perfiles de costo alto. Se están desarrollando satélites pequeños, de órbita baja de la tierra que realizan las mismas funciones (LEO y HAPS). (Deloitte Insights,2019).

Los satélites GEO están en órbita a unos 36.000 kilómetros de la tierra y se necesitan unos 400 milisegundos para transmitir una señal de teléfono móvil a un satélite GEO y obtener una respuesta. Por otro lado, los satélites de órbita baja se ubican alrededor de 1200 kilómetros de la tierra y tienen un RTT (tiempo de ida y vuelta: el tiempo que se tarda en transmitir una señal o datos a un interlocutor y recibir una respuesta.) de 18 milisegundos, mientras que, las estaciones de plataforma de gran altitud (HAPS) se ubican alrededor de 20 kilómetros de la tierra con una RTT de 0,6 milisegundos. (SoftBank News, 2019)

Los proyectos con tecnología HAPS incluyen drones o globos que utilizan la energía solar para transmitir sus señales de internet como se evidencia en la figura 27.

Figura 27.

Tecnología LEO y HAPS



Nota: Adaptado de SoftBank News, (2019)

Ventajas:

- LEO desplegados en grupos, pueden entregar ancho de banda de alto desempeño en cualquier lugar de la tierra.
- LEO proporciona acceso a comunidades rurales o aisladas, los satélites de órbita baja podrían volverse herramientas esenciales de la infraestructura del trabajo en red para industrias que operan en áreas remotas tales como energía, minería, transporte, e incluso finanzas. (Deloitte Insights,2019).
- HAPS tiene la capacidad de cobertura incluso en terrenos montañosos y áreas remotas.
- HAPS también podría ser una tecnología útil en caso de desastres, como terremotos, cuando las estaciones base terrestres pueden dañarse y quedar fuera de servicio.
- Un beneficio adicional de HAPS es que permite que las ondas de radio se transmitan a través del espacio libre sin perder densidad de potencia; aunque en la práctica se debilitan a medida que aumenta la distancia recorrida (el cuadrado de la distancia es proporcional a la atenuación). (SoftBank News, 2019)

Desventajas:

- Altos costos de financiamiento

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: En lo que algunos han caracterizado como la “nueva carrera espacial,” SpaceX, OneWeb, y otras organizaciones han implementado esta tecnología. Algunos proyectos han fracasado, un ejemplo de esto es el proyecto Loon de Google realizado en Kenia, sin embargo, el concepto de HAPS sigue estando vigente.

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología:

- WO2016205765A1

- WO2006116118A1
- WO2017100864A1
- US6763226B1

4.8.3. Redes definidas por software. (SDN)

Descripción y funcionamiento: Es una capa de software, sistema informático o aplicación que se ubica encima de una red física compuesta de aplicaciones de trabajo en red tales como conmutadores, firewall y enrutadores. Estas aplicaciones (dispositivos) físicas todavía siguen enviando paquetes de datos, pero el software SDN controla el lugar dónde esos paquetes son enviados. En el modelo SDN, el software puede centralmente programar y administrar una red, potenciando la flexibilidad. (Deloitte Insights,2019)

Con el continuo avance en el campo de nuevos diseños y herramientas tecnológicas es importante satisfacer las diversas y crecientes necesidades de los usuarios académicos. Las redes tradicionales con su diseño y configuración fijos simplemente no pueden soportar la flexibilidad dinámica e impredecible requerida para los tipos emergentes de aplicaciones, niveles avanzados de colaboración y velocidades crecientes de flujo de datos (Yalcin et al., 2015; Vega et al., 2019).

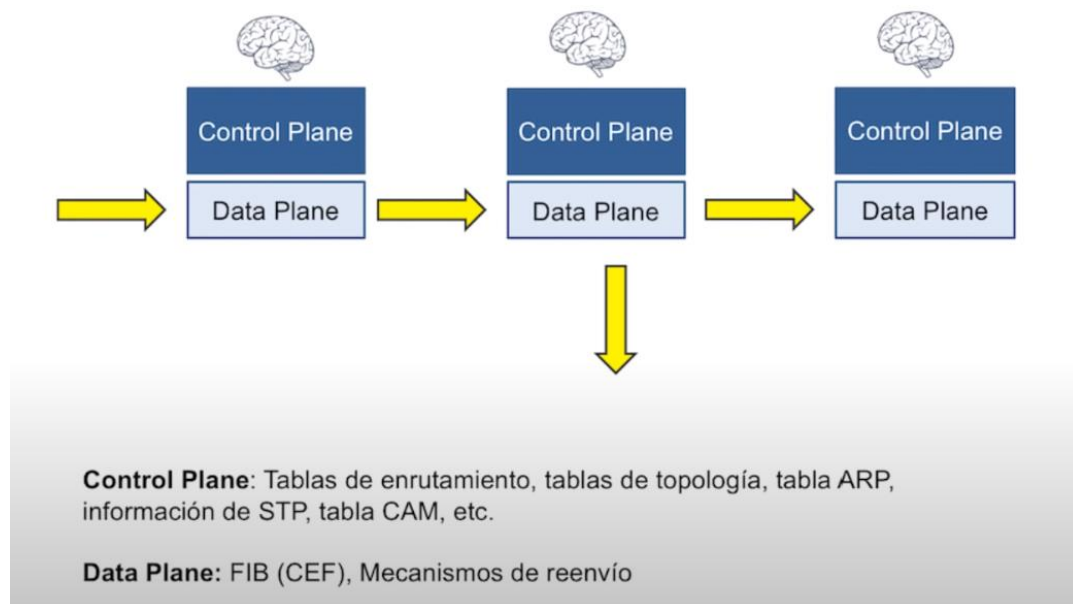
Para resolver este reto, la industria de las redes se está enfocando en un nuevo concepto: redes definidas por software (SDN, por sus siglas en inglés). La tecnología SDN se está adoptando ampliamente en los dominios de redes comerciales, gubernamentales y, especialmente, en el sector académico (Niola, 2015; Raychev et al., 2018).

¿Cómo funciona? En las SDN se persigue la separación entre el plano de control y el plano de datos, elementos que tienen todos los dispositivos que componen la infraestructura de

red (Ver figura 28), concentrando la inteligencia de esta en un solo plano de control o servidor que ejecutan los denominados controladores, para así definir de forma flexible el comportamiento de la red a través de lenguajes de programación comunes como Java, Python, XML y JSON (Ver figura 29), además es posible que sea administrable de manera centralizada cada parámetro de la infraestructura de redes independientemente del tamaño de esta y aun siendo dispositivos de múltiples marcas

Figura 28.

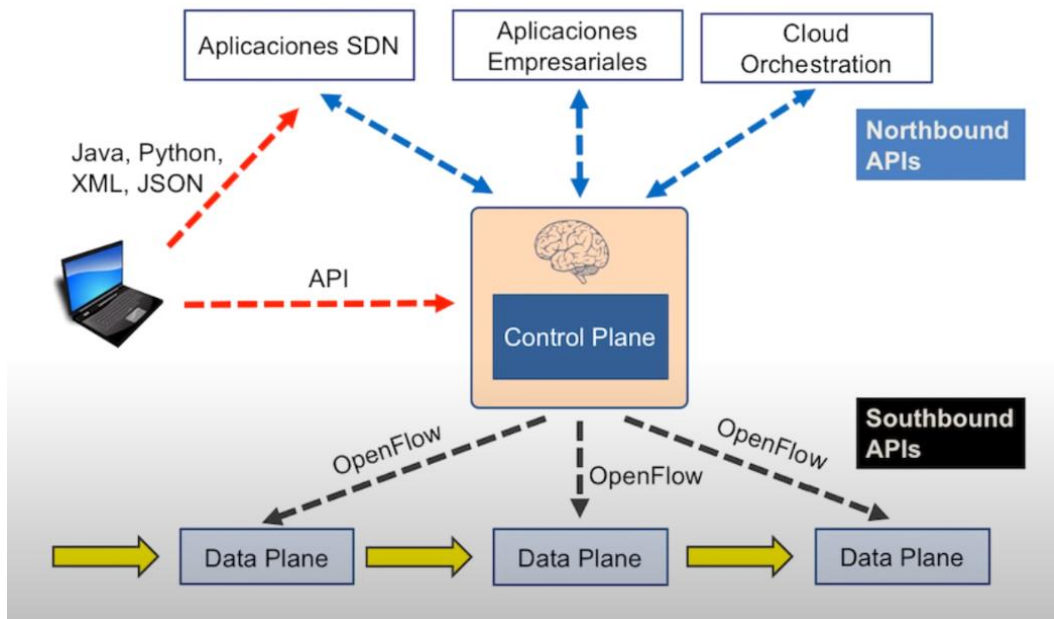
Funcionamiento tradicional de los dispositivos de una red



Nota: Adaptado de Net Learning Academy

Figura 29.

Funcionamiento de los dispositivos de una red con SDN



Nota: Adaptado de Net Learning Academy

Ventajas:

- Ofrece posibilidades de interactuar directamente con la red como si fuera un todo.
- Flexibilidad: ya que el flujo de datos se ajusta dinámicamente a los cambios de la red.
- Programable: porque se permite establecer reglas de flujo mediante la programación.
- Administrable: ya que se tiene el control de la red centralizado.
- Rentable: puesto a que no se necesita estar atado a un software propietario gracias a que las soluciones existentes son de código abierto (Bone et al., 2021).

Es por ello que se puede afirmar que, la educación unida a la informática (a través de las SDN) es un binomio que busca el equilibrio en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las habilidades necesarias para el uso cotidiano de las redes computacionales, y además, apoya el aprendizaje y la conexión que puede existir en el sistema educativo en todo el mundo, tomando

en cuenta que esta tecnología facilita la búsqueda, organización y presentación de la información, permitiendo asimismo el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, analítico y creativo entre docentes y estudiantes, todo ello enfocado en una tecnología de virtualización. (Silva, 2021)

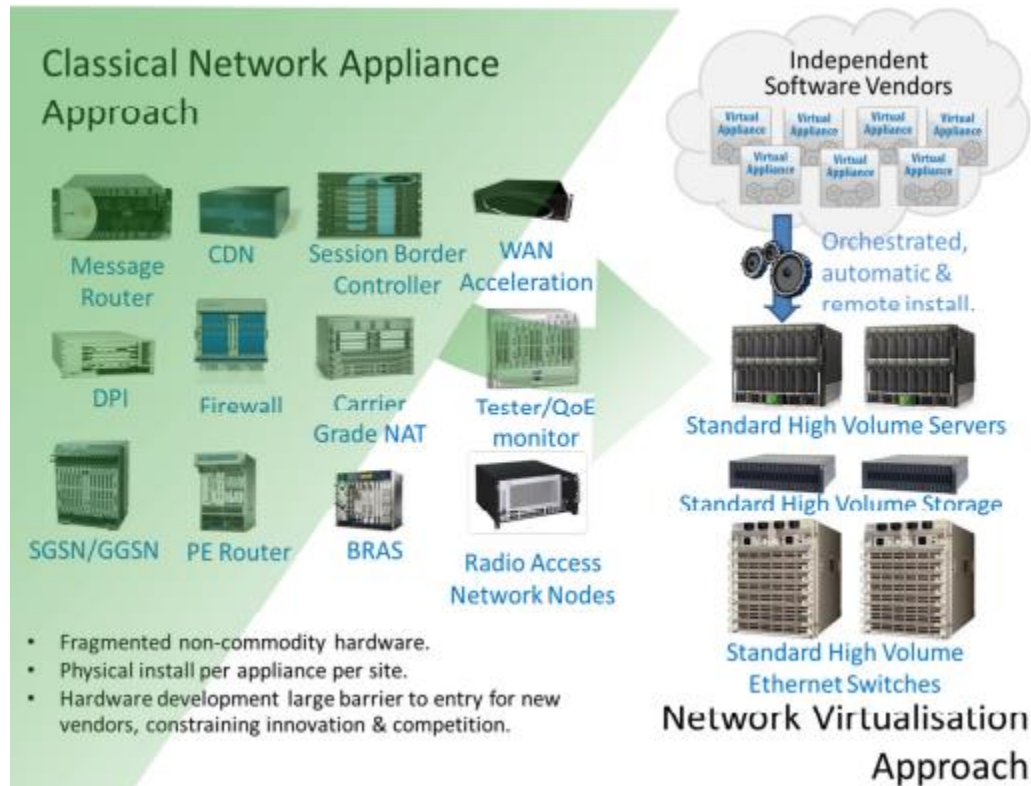
Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Existen diferentes organizaciones y proyectos especializadas en la implementación de esta tecnología como ETSI, OpenFlow, OpenStack y OpenDaylight.

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología: ESPACENET registra 20 patentes que utilizan esta tecnología, las que tienen mayor relevancia son:

- CN106130776A
- CN106130766A (B)
- US10715414B2 (A1)
- CN108599999A
- US10868762B2 (A1)

4.8.4. Virtualización de la función del trabajo en red. NFV

Descripción y funcionamiento: reemplaza funciones de trabajo en red tales como enrutamiento, conmutación, encriptado, cortafuegos, aceleración de WAN, y balanceo de carga proporcionados por dispositivos específicos de la red física con software virtualizado. Esas funciones de la red virtual parecen y se comportan igual que sus contrapartes físicas sin la necesidad de hardware dedicado, especializado (Ver figura 30).

Figura 30.*Visión de la NFV*

Nota: Tomado de ETSI. (2013).

Los desarrollos de NFV típicamente usan servidores de productos básicos. Mediante virtualización, esos servicios de trabajo en red pueden escalar horizontal o verticalmente según la demanda. Con NFV, servicios tales como voz multimedia, enrutamiento central evolucionado del paquete, y red de acceso por radio pueden ahora ser operados completamente en un entorno de nube usando como infraestructura de red plataformas de computación de propósito general, de bajo costo. SDN y NFV son complementarios y en conjunto crean las llamadas infraestructura de redes virtuales. SDN controla centralmente las funciones del trabajo en red; no importa si las funciones del trabajo en red son proporcionadas por aplicaciones de hardware dedicadas o por funciones de trabajo en red virtualizadas. (Deloitte Insights,2019)

Otra conceptualización de la virtualización de funciones de red es: “NFV, consiste en utilizar recursos de dispositivos genéricos o Centros de Procesamiento de Datos (CPD), para realizar funciones de red, que hasta ahora eran llevadas a cabo por equipos de red especializados. Con la utilización de hardware genérico se reducirá el coste y se aumentará la flexibilidad de la red por la naturaleza configurable que tiene el software” (Huerta, 2015).

Ventajas:

Dentro de las ventajas de aplicar esta tecnología podemos encontrar las siguientes:

- Conseguir mayor velocidad en el despliegue de elementos de red: pasamos de depender de una implantación hardware complicada y larga a implantaciones software directas, mucho más rápidas.
- Simplificar la implantación de elementos de red: se pasa de soluciones complicadas, jerarquizadas y específicas a soluciones más flexibles, que permiten una implantación más sencilla y modificaciones más rápidas y de menor impacto.
- Aumento en la escalabilidad de la red: ya no se necesita un número tan elevado de equipos hardware para escalar la red, puesto que con los elementos virtualizados puede realizarse de forma directa hasta conseguir radios muy elevados.
- Independencia de los fabricantes de equipos: se elimina la dependencia de ciertos grandes fabricantes para algunas soluciones, lo que disminuye los costos y permite evoluciones más rápidas. (Herrera, J. 2019)

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Organizaciones como ETSI, 3GPP SA5, IETF SFC WG, ATIS NFV Forum, BB Forum están enfocadas en la implementación de la tecnología NFV. Algunos de los proyectos con esta tecnología son ZOOM, OPNFV, OpenMANO, MCN, UNIFY, T-NOVA, OpenStack, OpenDaylight.

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología:

- WO2021096576A1
- WO2018065764A1

4.8.5. Múltiple entrada múltiple salida (Multiple Input Multiple Output). MIMO

Descripción y funcionamiento: Es una tecnología para transmisión de datos de forma inalámbrica en la que se envían varias señales sobre un único enlace inalámbrico conformado por múltiples antenas en los transmisores y receptores de modo que la tasa de transferencia de la comunicación se incrementa y permite hacer un uso más eficiente de los recursos espectrales (Martínez et al, 2017).

Las principales técnicas utilizadas por MIMO para mejorar la comunicación en relación con los desvanecimientos y multitrayectorias son la diversidad espacial y el multiplexado espacial. La primera de estas permite crear canales de transmisión independientes, varias antenas espacialmente distribuidas, sin hacer uso de un ancho de banda adicional enviando y recibiendo señales mediante diferentes trayectorias físicas mejorando la confiabilidad del sistema de comunicaciones. Por otra parte, la multiplexación espacial es la combinación de varias señales de menor ancho de banda en una señal de mayor ancho de banda, aumentando así la capacidad de los canales utilizando las multitrayectorias de la señal para transportar tráfico adicional (Martínez et al, 2017) (Anguis, 2008).

Ventajas:

- Mejora el desempeño de la transmisión de datos
- Mayores tasas de transmisión que configuraciones con una sola antena

- Rango de cobertura amplio
- No causa problemas de interferencia porque cada antena se alinea con el mismo canal de distribución

Desventajas:

- Costosa implementación por la alta complejidad en los arreglos de antenas
- El número de antenas dentro de los dispositivos es limitado por el consumo energético, costos y características físicas del equipo

Proyectos u organizaciones que manejan esta tecnología: Universidad Rice, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), National Instruments, Universidad Lund, Samsung, ZTE, Google

Patentes en ESPACENET que usan esta tecnología: ESPACENET presenta 68 patentes que utilizan esta tecnología, las de mayor relevancia son:

- US11102835B1
- WO2021118320A1
- US2020322785A1
- WO2020059981A1
- WO2020020318A1
- US2020389797A1
- US2009215436A1

5. Conclusiones

Las tecnologías de conectividad son aquellas que permiten la interacción entre las personas y el universo de la información digital, estas tecnologías juegan un papel clave en la búsqueda de un acceso equitativo a la educación y el posterior desarrollo de determinadas zonas pobladas del territorio colombiano que se encuentran alejadas de los centros urbanos y por ende no cuentan con las oportunidades que brindan las herramientas tecnológicas; faltando apenas unos meses para que se cumplan 2 años desde que inició el brote de coronavirus en diciembre de 2019 que afectó no solamente a las grandes ciudades sino también a las zonas rurales, en primera instancia se hicieron grandes esfuerzos para que gran parte de la población estudiantil en el departamento de Santander tenga acceso a diferentes dispositivos tecnológicos o planes de datos e internet, no obstante, no es suficiente con solo aumentar el porcentaje de personas con tenencia TIC en Santander y aunque en segunda instancia, distintas instituciones de educación básica y superior optaron por aplicar modalidades híbridas de educación luego de haber pasado por una etapa de aprendizaje virtualizado, aún se alcanzan a evidenciar problemas de conexión para aquellas personas que no tienen la posibilidad de asistir a estas instituciones especialmente en los colegios retirados de la ciudad persisten problemáticas de conectividad. Estar conectados es el complemento imprescindible para que en Colombia sea considerada la educación como equitativa y el presente proyecto de investigación, a través de la herramienta vigilancia tecnológica y análisis de patentes logra identificar diferentes técnicas y tecnologías que pueden ser implementadas en zonas rurales del departamento para conectar al estudiantado con la información.

La vigilancia tecnológica es un proceso organizado que permite analizar el entorno científico y tecnológico al tiempo que ayuda a identificar las amenazas y oportunidades para el

desarrollo, por tal motivo esta metodología fue determinante para conocer el panorama global del estado situacional de las tecnologías para la educación y las tecnologías de conectividad alrededor del mundo, en donde se evidencia el interés mundial por este tema ante el incremento de artículos, información y documentos de patentes del tema investigado a través de los años, de igual forma, la metodología permitió caracterizar e identificar los factores críticos determinantes en la implementación de las tecnologías en el departamento de Santander donde se encontró que, a pesar de tener un alto porcentaje de tenencia TIC en los hogares, la conectividad en el departamento no es suficiente para el adecuado desarrollo del aprendizaje, especialmente en la ruralidad e incluso se logró identificar que existe una cantidad significativa de hogares santandereanos que no tienen acceso a electricidad, siendo este servicio tan básico hoy en día. Así mismo la vigilancia hecha permitió establecer una relación entre el desempeño académico y el uso de tecnologías de la información y la comunicación y de cómo estas aportan en gran medida a mejorar la calidad del aprendizaje.

Mediante el análisis preliminar de la literatura y el análisis de literatura gris, se encontró que en Colombia existen varios programas y estrategias encaminados a mejorar la conectividad no solo en las cabeceras sino también en las zonas rurales, sin embargo se identificó que no todas las poblaciones se adaptan al estilo urbanizado que traen consigo las distintas iniciativas tecnológicas planteadas por el estado, por esta razón se deben contemplar estudios poblacionales así como determinados parámetros que permitan elegir las mejores alternativas tecnológicas o las mejores combinaciones a implementar en las zonas rurales del departamento.

A partir de los documentos analizados en la literatura científica se pudieron identificar las áreas de conocimiento donde se concentran las investigaciones, siendo estas áreas las relacionadas a investigación educativa donde se encuentran documentos con información de e-

Learning, innovación educativa, TIC, ecosistemas tecnológicos y educación pedagógica, permitiendo comprobar la importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los estudios que buscan mejorar o complementar los modelos educativos clásicos de tal manera que el aprendizaje obtenido sea el más nutrido posible gracias a la gran cantidad de información que se puede obtener desde el internet. Así mismo, dentro del análisis realizado, se logró observar el creciente interés que se da año tras año en la investigación de tecnologías para la conectividad, ligado al desarrollo exponencial de las tecnologías y la necesidad de incorporarlas en la educación, así como el interés de los países hispanohablantes en el desarrollo de conocimiento tecnológico enfocado en la educación, justificando una vez más el desarrollo del presente proyecto.

Gracias al análisis de la literatura y de patentes, se pudo evidenciar que hay una gran cantidad de información que si bien no explica cómo funciona cada tecnología escogida para la transferencia o cómo puede ser aplicada en el contexto rural si ahonda en las ventajas de esta y de cómo varias tecnologías juntas pueden potenciarse y colaborar juntas para aprovechar al máximo el uso del espectro y optimizar la transferencia de mensajes, datos, voz, información, etc. De igual forma se pudo determinar mediante la base de datos de patentes, los documentos más relevantes que hacen uso de cada tipo de tecnología escogida finalmente para la transferencia a las zonas rurales de Santander.

Mediante el análisis de patentes permitió generar un panorama global de los esfuerzos en investigación, desarrollo e innovación, donde se puede observar que la mayoría de las patentes encontradas se centran en la creación de métodos o sistemas de transmisión y procesamiento de datos e información digital adaptados para fines administrativos, comerciales, financieros y educativos. También, permitió evidenciar el creciente interés en desarrollar tecnologías de

conectividad a través de los años y como un hecho que marca la historia como la pandemia (COVID - 19) no detiene los esfuerzos en I+D+i de las diferentes organizaciones e investigadores alrededor del mundo, sino que por el contrario dirigió toda la atención en investigación a enfocarse en la búsqueda y desarrollo de métodos, sistemas y aparatos tecnológicos para conectar a las personas con el universo de la información digital.

Al realizar el diagnóstico del estado de la conectividad y las TIC en Santander se pudo caracterizar al departamento de forma general, así como también analizar los factores críticos que determinaron las tecnologías consideradas a transferir. Este análisis permitió encontrar información del estado de los servicios de electricidad e internet en el departamento pudiendo identificar que gran parte de la población cuenta con electricidad, no obstante, aún queda una cantidad de viviendas alejadas que aún no cuenta con este servicio. Por otra parte, poco más de la mitad del departamento cuenta con acceso al servicio de internet. En contraste, se pudo observar que la tenencia de bienes y servicios TIC en Santander es bastante alta, sin embargo, a medida que los servicios de internet móvil o inalámbrico se alejan de la ciudad la calidad de los servicios y su cobertura va disminuyendo, evidenciando la necesidad de tecnologías que potencien los servicios que ya se ofrecen o que permiten lograr un mayor alcance como las planteadas en esta investigación.

La vigilancia tecnológica permitió determinar un conjunto de tecnologías y técnicas que cumplen con determinados parámetros para ser aplicadas en la ruralidad y en las instituciones educativas de estas poblaciones. Dentro de los parámetros clave se contempló que cada propuesta o el conjunto de varias de estas, deberían aportar al mejoramiento del alcance de la transmisión de datos, de igual forma exigen cierta capacidad de recuperación en caso de fallas y flexibilidad para el uso educativo. Como parámetros finales se exige que el manejo de la

información se dé, de forma segura y que los sistemas tengan la fortaleza para la conexión de múltiples dispositivos.

Dentro de las tecnologías encontradas que se pueden transferir para lograr la conectividad, se lograron establecer dos categorías, las tecnologías de acceso por radio y aquellas tecnologías que potencian en conectividad o transmisión de información a la primera categoría. Se puede destacar de la información encontrada, que las tecnologías inalámbricas son consideradas por varios autores como la mejor opción a contemplar en zonas rurales, sin embargo, también se puede optimizar el uso de las redes existentes y ampliar la transmisión de datos.

Las redes inalámbricas 5G permiten unir todas las capacidades de trabajo en red que se necesitan para administrar el flujo de información y la densidad a escala y mediante el uso de tecnologías como MIMO y NFV logra aumentar el alcance y la velocidad de los datos y permite la conexión de una gran cantidad de dispositivos. MIMO, permite modificar los dispositivos para añadir múltiples antenas en los transmisores y receptores incrementando la comunicación y permitiendo un uso más eficiente de los recursos espectrales. Mientras que NFV permite sustituir funciones realizadas por hardware y manejarlas mediante software virtualizado permitiendo flexibilizar las modificaciones en los dispositivos al no depender de determinados fabricantes, disminuyendo por tanto los costos de obtención para dispositivos que usen esta tecnología.

La tecnología SDN y la NFV son consideradas tecnologías complementarias ya que son técnicas que se pueden aplicar a la infraestructura de red existente para potenciar su funcionamiento y facilitar su manejo a través de una centralización del control y visualización de funciones, permitiendo que el desarrollo de las actividades educativas a través de la conectividad

no sea interrumpida y por el contrario sea posible implementar nuevas herramientas para el aprendizaje que necesitan de una excelente conectividad.

En las tecnologías encontradas, se observa que las redes WIMESH y las LoRa usan topologías de red o distribuciones entre los dispositivos o antenas para optimizar la transferencia de datos. WIMESH funciona con redes inalámbricas organizadas de forma mallada lo que permite el fácil restablecimiento de la conexión a internet y una cobertura óptima dentro del alcance de las antenas al no depender de una antena central pues cada una de ella se puede comunicar entre sí. Por otro lado, LoRa usa redes conectadas en estrella, por lo tanto, estas redes son manejadas por un ordenador central, sin embargo, esta tecnología permite ahorrar energía y alcanza conexiones de larga distancia óptimas para zonas alejadas.

Tecnologías como WiBack, FSOC, WiMax, LEO Y HAPS, se caracterizan por lograr conexiones de larga distancia mediante diferentes métodos. Wiback se adapta a redes inalámbricas existentes y al igual que los satélites LEO o las plataformas HAPS puede funcionar por medio de energía solar. WiMax por su parte alcanza distancias de hasta 70 km sin necesidad de contar con servicios de operador telefónico sencillamente con la instalación de una antena en el destino y orientada hacia el repetidor de la empresa que genera el servicio. FSOC por otro lado usa comunicación óptima al usar haces de luz funcionando similar a las tecnologías inalámbricas, pero usando un canal diferente. Mientras que los satélites LEO y las plataformas HAPS al estar ubicados a gran altura permiten conectar mayor un número de dispositivos entregando banda ancha a múltiples poblaciones alejadas.

Las redes de banda ultra ancha UWB, permiten una mayor transferencia de datos entre dispositivos y se aprovecha de redes como WIMESH para aumentar el alcance de la conexión a internet y a su vez estas redes en malla también benefician tecnologías como VLC que similar a

FSOC hace uso de otro canal de transmisión como lo es el espectro de luz visible otorgando mayor velocidad, seguridad y disminuyendo el costo de instalación.

Por otro lado, se encuentra la radio cognitiva que permite hacer un aprovechamiento del espectro compartido entre dos usuarios mejorando los niveles de calidad de este y convirtiéndolo en un modelo viable. Funcionando de manera similar se encuentra la TVWS son los canales que han quedado en desuso por la TV y se emplean para transmisión de internet sin causar interferencias ni reclamos de protección con la particularidad de tener una gran cobertura y mejor penetración en terrenos difíciles.

Finalmente es relevante comprender que todas estas tecnologías consideradas se pueden agrupar y complementar de diversas formas como ya se ha indicado anteriormente logrando un uso óptimo de toda la red, reduciendo significativamente los costos de adquisición y logrando un mayor alcance que les permita llegar hasta aquellas zonas rurales del departamento de Santander que no tienen una buena conexión a internet permitiendo por consiguiente su conectividad con el universo de la información digital.

6. Recomendaciones

Se recomienda hacer una investigación profunda de todos los operadores, organizaciones y empresas que ejecutan y ofrecen servicios de conectividad en el país para conocer los tipos de tecnologías que estas manejan, de igual manera es importante conocer el uso que le está dando al espectro electromagnético en Colombia la Agencia Nacional del Espectro (ANE) para detectar oportunidades que permitan optimizar el uso del espectro ya que la mayoría de tecnologías lo usan para la transmisión de datos.

Se recomienda los estudios de viabilidad técnica y financiera de todas de las tecnologías presentadas para cada uno de los posibles casos de implementación, ya que cada institución educativa puede presentar particularidades o factores propios que limiten la transferencia de información determinando inclinaciones hacia alguna tecnología en específico.

Debido a que Santander goza de una geografía montañosa, se recomienda el uso de las tecnologías TVWS y satélites LEO o HAPS ya que son las más eficientes de las tecnologías encontradas para conectar las zonas rurales, sin embargo es importante destacar que en el caso del uso de los HAPS es necesario tener una fuente permanente de luz solar ya que utilizan esta energía para transmitir sus ondas de radio y la tecnología TVWS ya tiene una reglamentación actualizada en Colombia y se han realizado pruebas piloto en distintas instituciones educativas y en algunos otros países además de Colombia representando un precedente para posteriores proyectos .

Respecto a la tenencia de tecnologías, no hay gran diferencia entre la rural y los centro poblados gracias a los proyectos de dotación que se han realizado a través de diferentes entidades gubernamentales en los últimos años, sin embargo, en materia de conectividad la brecha es bastante amplia y junto con servicios públicos con los que aún no cuentan ciertas poblaciones como la electricidad, se debe considerar como prioridad la implementación de la tecnología 5G, ya que además de ser la principal tecnología en uso para la conectividad, esta nueva generación optimiza el uso de la batería y aumenta su durabilidad, apoyando a las poblaciones que tienen un acceso a energía eléctrica limitada o inconstante.

Dado que la presente investigación se enfocó en buscar la manera de aprovechar los distintos espectros o canales para la transmisión de la información mediante tecnologías, métodos o formas de organización o administración de estos, se recomienda complementar este

estudio con investigaciones relacionadas a plataformas o software educativo (EdTech), de igual forma con estudios de apropiación de tecnologías en zonas rurales que permitan una implementación óptima en beneficio de la educación.

Por último, se insta a las universidades, centro y grupos de investigación públicos y privados a seguir investigando y desarrollando modelos para la conectividad rural entendiendo la importancia que este contexto tiene para el desarrollo social y económico del país. Además, se recomienda continuar la vigilancia de nuevas tecnologías que se desarrollen en el mundo que puedan aportar soluciones a la brecha digital que aún persiste, ya que la base de patentes registra una tasa de una (1) nueva patente cada dos días para la ecuación planteada en esta investigación.

Referencias Bibliográficas

- ANE. (2016). *Espacios en blanco en Colombia*. Agencia Nacional del Espectro.
https://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/rrs/RRS-17-Americas/Documents/Forum/4_ANE%20Carolina%20Daza%20TVWS.pdf
- Anguis, J. (2008). *Redes de área local inalámbricas: Diseño de la wlan de wheelers lane technology college*. Universidad de Sevilla. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11579>
- Aparicio, D y Hernandez, O. (2020). *Estudio de vigilancia tecnológica aplicado al sector estratégico del nopal para la Fundación Guaya canal-Los Santos, Santander*. Universidad Industrial de Santander. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/>
- Blanco, E., Gómez, B., Paniagua, F. (2007). *La utilización de la radio como herramienta didáctica. Una propuesta de aplicación*. <http://www.cienciared.com.ar/ra/doc.php?n=574>
- Botello, H & Rincón, A. (2015). *La influencia de las TIC en el desempeño académico de los estudiantes en América Latina: Evidencia de la prueba PISA 2012*.
<https://repositorial.cuaieed.unam.mx:8443/xmlui/bitstream/handle/20.500.12579/4050/VE14.146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castellanos. O, León. A, Montañez. V, Jiménez. C, Vargas, F. (2005). *El análisis de patentes como instrumento para la generación de conocimiento y de estrategia tecnológica*.
Revista Gerencia tecnológica informática. 4.
https://www.researchgate.net/publication/257308149_El_analisis_de_patentes_como_instumento_para_la_generacion_de_conocimiento_y_de_estrategia_tecnologica
- CENS Grupo EPM. (2021). *IX Encuentro de proveedores y contratistas CENS-ESSA 2021*
<https://www.youtube.com/watch?v=sZfhU-blRHI>

- Censo nacional de población y vivienda. (2018). *Población por edad y sexo*. DANE
<https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=340192703f5948f884585d93181711b5>
- Colombia TIC, portal de Estadística del sector TIC (2021). *Estadística para consulta. Conectando un país*. <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-channel.html>
- Cortés, C., Montaña, M., Osorio, A. y Guerrero, N. (2020). *Diseño de una red backhaul autogestionable para conectividad rural en Sucre - Colombia*. Revista UIS Ingenierías. 20 (1), 67-78. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021006>
- DANE. (2018). *Boletín Técnico: Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación – TIC en hogares y personas de 5 y más años Departamental*.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_departamental_2018.pdf
- DANE. (2019a). *Boletín Técnico: Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación – TIC en hogares y personas de 5 y más años Departamental*.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_2019.pdf
- DANE. (2019b). *Boletín técnico: Educación formal (EDUC)*. DANE.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/educacion/bol_EDUC_19.pdf
- DANE. (2019c). *Boletín técnico: Encuesta Nacional de Calidad de Vida ECV*. DANE.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2019/Boletin_Tecnico_ECV_2019.pdf

- Delgado, M. Infante, M. Abreu, Y. García, B. Infante, O. y Díaz. A. (2010). *Metodología de vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación*. Revista CENIC. Ciencias Biológicas.
- https://www.researchgate.net/profile/Beatriz_Garcia11/publication/236088627_Vigilancia_tecnologica_en_universidades_y_centros_de_investigacion/links/56bccde208ae5e7ba40f6c9d/Vigilancia-tecnologica-en-universidades-y-centros-de-investigacion.pdf
- Deloitte Insights. (2019). *Connectivity of tomorrow. The spectrum and potential of advanced networking*. 56 – 69. <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/tech-trends/2019/future-of-connectivity-advanced-networking.html>
- Duarte, F. y Pires, H. *La inclusión digital, tres conceptos fundamentales: conectividad, accesibilidad, comunicabilidad*. Ar@cne. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales. <http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-150.htm>
- EFE. (2020). *La radio vuelve a ser la escuela de miles de niños en Colombia*. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/colombia/la-radio-vuelve-a-ser-la-escuela-de-miles-de-ninos-en-colombia-MI2486907>
- Escorsa, P. y Maspons, R. (2001). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. (1 edición). Pearson Alhambra.
- Esnoz, I. (2017). *Internet de las Cosas de largo alcance (LoRa)*. Teldat. Tomado el 05 de septiembre de 2021 de <https://www.teldat.com/blog/es/internet-de-las-cosas-de-largo-alcance-lora/>
- ETSI. (2013). *Network Functions Virtualisation. An Introduction, Benefits, Enablers, Challenges & Call for Action*. 16. http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf

European Patent Office. (s.f.). *Espacenet patent search*. Tomado el 24 de agosto de 2021.

<https://www.epo.org/searching-for-patents/technical/espacenet.html>

Felizzola, Y. (2010). *Tecnologías de información y comunicación para el desarrollo rural en Colombia*. <https://core.ac.uk/download/pdf/6552301.pdf>

Fernández, S. (2020). *Los sistemas WiFi Mesh o de malla: qué son, qué ventajas y desventajas tienen y modelos recomendados*. Tomado el 03 de septiembre de 2021 de <https://www.xatakamovil.com/conectividad/sistemas-wifi-mesh-malla-que-que-ventajas-desventajas-tienen-modelos-recomendados>

Fernandez, Y. (2019). *WiMAX: qué es y cómo funciona*. Tomado el 03 de septiembre de 2021 de <https://www.xataka.com/basics/wimax-que-como-funciona>

Formación universitaria, (2011). *La Literatura Gris*. 4(6), 1-2. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000600001>

Garzón, J. (2014). *Análisis de viabilidad de implementación de la tecnología WIBACK en zonas rurales colombianas*. *Ingenierías USBMed*, 5(1), 53–60. <https://doi.org/10.21500/20275846.300>

Gobernación de Santander. (2012). *Santander en serio, el gobierno de la gente 2012-2015*. Colombia: Gobernación de Santander.

Gómez, C. (2020). *Estudio de Vigilancia Tecnológica aplicada al sector estratégico de la Panela en el Marco del proyecto Agrópolis MACTOR*. Universidad Industrial de Santander. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/>

Griffith, E. (2021). *How Do Apple AirTags Work? Ultra-Wideband Explained*. Tomado el 5 de septiembre de 2021 de <https://www.pcmag.com/how-to/what-is-ultra-wideband-uwband>

- Guterres, A. (2020). *António Guterres (Secretario-General) sobre el Documento de Políticas sobre la Educación y el COVID-19*. <http://webtv.un.org/watch/ant%C3%B3nio-guterres-secretario-general-sobre-el-documento-de-pol%C3%ADticas-sobre-la-educaci%C3%B3n-y-el-covid-19/6177828651001>
- Guterres, A. (2020). *Naciones Unidas: Construir hoy el futuro de la educación*. ONU. <https://www.un.org/es/coronavirus/articles/future-education-here>
- Gutierrez, A y Maz, A. (2004). *cimentando un proyecto de investigación: la revisión de literatura*. Revista EMA, 9, 20-37. https://www.researchgate.net/publication/335496407_Cimentando_un_proyecto_de_investigacion_La_revision_de_literatura
- Hernández, C. (2019). *Análisis comparativo de las tecnologías VLC y FSO como guía para la toma de decisiones de ingenieros que planifican redes de acceso*. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5197>
- Herrera, J. (2019). *Uso de la tecnología de virtualización de funciones de red (nfv) en el laboratorio de redes de la universidad técnica de Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5319>
- Huerta, F. (2015). *Predicciones de telecomunicaciones 2015*. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/tecnologia-mEDIATELECOMUNICACIONES/Deloitte_ES_TMT_Predicciones-telecomunicaciones-2015.pdf
- Kilô, E. (2020a). *En Bucaramanga, hay sólo un computador por cada 11 alumnos de escuelas públicas*. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/en-bucaramanga-hay-solo-un-computador-por-cada-11-alumnos-de-escuelas-publicas-YL2728818>

- Kilô, E. (2020b). *Solo 20% de alumnos de Santander se pudo conectar a clases 'on line'*. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/solo-20-de-alumnos-de-santander-se-pudo-conectar-a-clases-on-line-GA2301811>
- Lándsberg, G. (1983). *Óptica*. Tomo 1. Moscú: Editorial MIR.
- Ley 2108 de 2021. “Ley de internet como servicio público esencial y universal” o “por medio de la cual se modifica la ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones”. Julio 29 de 2021
- López, R. & Montejo, S. (2015). *La Radio Cognitiva y su Impacto en el Uso Eficiente del Espectro de Radio*. Revista de Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, 36, 42-55. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282015000100004&script=sci_abstract
- Malaver, F. y Vargas, M. (2007). *Vigilancia tecnológica y competitividad sectorial: lecciones y resultados de cinco estudios*. https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2896/6239_vigilancia_tec-2-330.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2896/6239_vigilancia_tec-2-330.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, G., Castro, R. y Castañeda, R. (2017). *Tecnologías de acceso dinámico y uso compartido del espectro*. Instituto Federal de Telecomunicaciones. http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/tecnologiasdeaccesodinamicoyusocompartidodeloespectro_0.pdf
- Marqués, P. (2011). *Impacto de las TIC en educación: funciones y limitaciones*. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. <http://peremarques.pangea.org/siyedu.htm>

- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva Godoy Cruz Buenos Aires. (2015). *Guía nacional de vigilancia e inteligencia estratégica (VeIE)*. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2018/10/guia-nacional-de-vigilancia-e-inteligencia-estrategica.pdf>
- Navas, M. (2017). *Qué es una Mesh Network o Red inalámbrica mallada*. Tomado el 04 de septiembre de 2021 de <https://www.profesionalreview.com/2017/10/23/una-mesh-network-red-inalambrica-mallada/>
- Nawawi, M. (2009). *Wireless Local Area Network System Employing Free Space Optic Communication Link*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Niola, N. (2015). *Análisis del uso de software educativo como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemática en los estudiantes del 5° E.G.B de la Unidad Educativa particular Leonhard Euler*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil. Ecuador, Guayaquil.
- Núñez, C., Peña, J., y Garzón, C. (2009). *Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina Ingeniería y Desarrollo*. Ingeniería y Desarrollo, (25), 200-217. <https://www.proquest.com/openview/fc9ac381d1143cf838a052a2ade69003/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2027443>
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). (2021). *Publicación de la CIP*. Tomado el 25 de agosto de 2021 de <http://pubcip.oepm.es/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20210101&symbol=none&menulang=es&lang=es&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=02n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>

- Ordóñez, I. (2017). *Estudio de la arquitectura y el nivel de desarrollo de la red LoRaWAN y de los dispositivos LoRa*. Universitat Oberta de Catalunya. <http://hdl.handle.net/10609/64365>
- Palop, F. y Vicente, J. (1999). *Vigilancia tecnológica e Inteligencia Competitiva: Su potencial para la Empresa Española*. Fundación COTEC. https://www.eenasque.net/guia_transferencia_resultados/files/COTEC%20%20Vigilancia%20Tecnologica%20e%20Inteligencia%20Competitiva%20%20su%20potencial%20para%20la%20empresa%20espanola.pdf
- Pineda, J. (2020). *1.889 alumnos de colegios públicos en Bucaramanga dejaron las clases*. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/1889-alumnos-de-colegios-publicos-en-bucaramanga-dejaron-las-clases-FC2444430>
- Puentes, D. (2021). *Santander logró 9 mil nuevas conexiones fijas a internet en 2020*. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/economia/local/santander-logro-9079-nuevas-conexiones-a-internet-en-2020-FK3279106>
- Quintana, C. (2013). *Transmisión de datos por medio de sistemas VLC*. Vector Plus, (38), 34-41. <http://hdl.handle.net/10553/11881>
- Ramírez, A., Ramírez, D., Zúñiga, F. y Nuñez, M. (2004). *Análisis para el Fortalecimiento del Marco Regulatorio del Sector de Telecomunicaciones*. <https://pdfslide.net/documents/estudio-de-nuevas-tecnologias-wimax-fso-haps-y-uwb.html>
- Raychev, J., Kinaneva, D., Hristov G., Zahariev, P. (2018). *Development and Integration of Educational Software Defined Networking Platform in Computer Networking Classes*.

- 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). 1-5. 10.1109/ITHET.2018.8424616.
- Rivas, J. (2021). *Arquitectura de red en LoRaWAN*. Tomado el 04 de septiembre de 2021 de <http://lora-panama.com/arquitectura-de-red/>
- Rodriguez, A. (2013). *Tecnología FSO (transmisión Óptica en Espacio Libre)*. Tomado el 05 de septiembre de 2021 de <https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/tecnologia-fso-transmision-optica-en-espacio-libre/>
- RTVC. (2015). *Sistema de medios públicos. Cobertura y frecuencias de radio*. <https://www.rtv.gov.co/plataformas/cobertura-y-frecuencias-de-radio>
- RUI. (2021). Revista UIS Ingenierías. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/about/submissions>
- Silamani, A. (2015). *Utilidad y tipos de revisión de literatura*. Revista ene, 9(2) <http://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Silva, J. (2021). *Tecnología de red definida por software para el aprendizaje en grupos de investigación y educación*. Revista Innova Educación. DOI: <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.005>
- SoftBank News. (2019). *HAPS: Por qué SoftBank está mirando a la estratosfera* https://www.softbank.jp/en/sbnews/entry/20190826_01
- Superintendencia de Industria y comercio. (2020). *Mapeo tecnológico. Superintendencia de industria y comercio*. <https://www.sic.gov.co/servicios-de-seguimiento-de-tecnologias/mapeo-tecnologico>
- UNESCO. (2020). *Seguimiento mundial de los cierres de escuelas causados por el COVID-19*. UNESCO. <https://es.unesco.org/covid19/educationresponse>

- Vanguardia. (2021). *El 90% de Santander cuentan con conexión móvil 4G*.
<https://www.vanguardia.com/economia/local/el-90-de-santander-cuentan-con-conexion-movil-4g-EE3868644>
- Vazquez, B., Martínez, F. y Cassany, D. (2018). *Retos y oportunidades en la educación lingüística y tecnológica desde tres centros en Cataluña*. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 7(2), 100-119. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i2.6879>
- Vector Itc. (2020). *El resurgir de la tecnología UWB*. vector itc group. Tomado el 01 de septiembre de <https://www.vectoritcgroup.com/tech-magazine/digital-transformation/el-resurgir-de-la-tecnologia-uwb/>
- Vega, C., Prieto, Y., Pezoa, J., Sobarzo, S., Ghani, N. (2019). *A Novel framework for SDN teaching and research: A Chilean University case study*. IEEE Communications Magazine, 57(11), 67-73. 10.1109/MCOM.001.1900261.
- WIPO. (2021). *IPC Publication*. Tomado el 25 de agosto de 2021 de <https://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20210101&symbol=none&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcpc=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>
- Yalcin, N., Altun, Y., Kose, U. (2015). *Educational Material Development Model for Teaching Computer Network and System Management*. Computer Applications in Engineering Education, 23(4), 621-629. 10.1002/cae.21636.