UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Decreto Ejecutivo 575 del 21 de julio de 2004
Acreditada mediante Resolución Nº 15 del 31 de Octubre de 2012

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Doctorado en Educación con Énfasis en Investigación, Evaluación y Formulación de Proyectos Educativos

La 4RI en Colombia y el Área de Tecnología e Informática en la Educación Media

Trabajo presentado como requisito para optar el grado de Doctor en Ciencias de la Educación con Énfasis en Investigación, Evaluación y Formulación de Proyectos Educativos

Autora: Mg. Alejandra Fonseca Camargo

Asesora: Dra. Luz Stella Ahumada Méndez

Panamá, Diciembre de 2021

REDIUMECIT

RED-UNEG

A mi familia, por permitirme tomar de su tiempo para hacer realidad mi sueño y brindarme su apoyo incondicional.

Agradecimientos

La autora expresa sus agradecimientos a:

La Doctora Luz Stella Ahumada Méndez por su empeño y dedicación en el acompañamiento de este proceso investigativo, sin su invaluable ayuda, no hubiera sido posible llegar a feliz término en este camino.

A mi compañera de labores Luz Marina Bayona Moreno, quien siempre estuvo a mi lado y me apoyó cuando hizo falta.

A la profesora Claudia Sánchez quien me ofreció su inmenso apoyo en la fase de implementación de instrumentos.

A todos lo colegas, padres de familia y estudiantes, de las instituciones educativas públicas de Suesca Cundinamarca, por su decidida participación en este proceso investigativo.

RED-UNIGIT

Resumen

El presente escrito corresponde a la investigación titulada "La 4RI en Colombia y el Área de Tecnología e Informática en la Educación Media"; cuyo objetivo es desarrollar una propuesta transformadora, que permita desarrollar habilidades de cuarta revolución industrial en los jóvenes que egresan del ciclo educativo de media en Colombia; para alcanzar esta meta, se partió de un proceso de revisión de estudios previos, en torno al fenómeno de la 4RI y sus implicaciones a nivel industria, trabajo y educación; posteriormente se construyó una base teórica, conceptual y legal que fundamenta el proceso investigativo; el problema se abordó empleando el paradigma socio crítico, usando un modelo de investigación acción participativa, donde el estudio del problema, lleva al planteamiento de una estrategia para resolverlo, dándole así un enfoque crítico social con un alcance interactivo; los resultados del estudio permitieron hacer una propuesta para transformar los estándares de competencias en el área de Tecnología e Informática en el ciclo de educación media, que tendrían aplicación a nivel nacional; así mismo, se plantearon algunas adaptaciones para lograr el aprendizaje transversal de habilidades de 4RI, se sugirió la infraestructura tecnológica y el plan de capacitación docente, necesario para lograr la implementación de la propuesta.

Palabras Clave: Cuarta Revolución Industrial (4RI), estándares de competencias, Tecnología e Informática, ciclo de educación media en Colombia, habilidades 4RI.

Abstract

This paper corresponds to the research "4IR in Colombia and Technology and Computing area in the Colombian medium education level", whose goal is creating a tranform proposal which develop abilities from the fourth industrial revolution in the students who finish medium level education; in order to accomplish this goal, it was necessary to review previous investigations about consequences of 4IR on industries, job and education; subsequently, a theoretical, conceptual and legal framework was built for this research; the approaching to the problem was made by using socio-critical paradigm, following a Community Action research model, where the study of the problem, produces a solving strategy; this gives to the research a critical view with interactive level; the results allows to set a change to transform the qualified standards goals in the subject of

Technology and Computing on medium education level, which would be applied in the whole nation; in addition, it was suggested some modifications to achieve a learning process of 4IR skills in a transversal way, moreover, The technological infrastructure and the teacher training plan, necessary to accomplish the implementation of the proposal, were recommended.

Key Words: Fourth Industrial Revolution (4IR), qualified standards goals, Technology and Computing, Colombian medium education level, 4IR Skills.

RED-UMECIT

Contenido

Agradecimientos 3

Resumen 4

Abstract 4

Contenido 6

Lista de Tablas 10

Lista de Figuras 12

Lista de Apéndices 15

Introducción 16

1. Contextualización de la Problemática 18

1.2 Descripción de la Problemática 18

1.2.1 Elementos del Problema 24

1.2 Formulación de la Pregunta de Investigación 24

1.3 Objetivos 25

1.3.1 Objetivo General 25

1.3.2 Objetivos Específicos 25

1.5 Justificación e Impacto 25

2. Fundamentación Teórica de la Investigación 29

2.1 Bases Teóricas, Investigativas, Conceptuales y Legales 29

2.1.1 Bases Teóricas 29

2.1.1.1 Tecnologías de Cuarta Revolución Industrial 29

2.1.1.1.1 Software 31

2.1.1.1.1 Hardware 51

2.1.1.2 Habilidades de 4RI 64

PREPRINT

2.1.1.2.1Habilidades Técnicas. 66

2.1.1.2.1Habilidades Blandas.....92

2.1.1.3 Currículo. 122

2.1.1.3.1 Concepto de Currículo. 125

2.1.1.3.2 Enfoques Curriculares.....129

2.1.1.3.3 El Currículo Oculto.....134

2.1.1.3.4 Diseño Curricular.....135

2.1.1.3.5 Características del Currículo.....141

2.1.2 Bases Investigativas.....143

2.1.2.1 Antecedentes Históricos.....143

2.1.2.2 Antecedentes Investigativos.....146

2.1.2.2.1 Habilidades de Cuarta Revolución Industrial (4RI).....146

2.1.2.2.2 Tecnologías y Aplicaciones de la 4RI. 158

2.1.2.2.3 Metodología para la 4RI. 162

2.1.3 Bases Conceptuales.....180

2.1.3.1 Tecnologías 4.0 o 4RI. 180

2.1.3.2 Habilidades 4RI. 180

2.1.3.2.1 Habilidades Técnicas de 4RI. 180

2.1.3.2.2 Habilidades Blandas de 4RI.....181

2.1.3.3 Currículo. 181

2.1.3.4 Estándares de Competencias.....182

2.1.3.5 Proyecto Educativo Institucional (PEI). 183

2.1.3.6 Planes de Estudios.....183

2.1.4 Bases Legales.....183

REPOSITORIO

2.1.4.1 Declaración Universal de los Derechos Humanos. 183

2.1.4.2 Constitución Política de 1991. 184

2.1.4.3 Ley General de Educación. 185

2.1.4.4 Decretos Reglamentarios. 187

2.2 Definición Conceptual de Categorías de Análisis 189

2.3 Operacionalización de Categorías de Análisis 191

3.Aspectos Metodológicos de la Investigación 193

3.1 Paradigma, Método y Enfoque de la Investigación 193

3.1.1 Paradigma 193

3.1.2 Método 197

3.1.3 Enfoque 199

3.2 Tipo de Investigación 201

3.3 Diseño de la Investigación 202

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 202

3.5 Población y Muestra 211

3.5.1 Población 211

3.5.2 Muestra 212

3.6 Procedimiento de la Investigación 218

3.7 Validez y Confiabilidad 219

3.8 Consideraciones Éticas 227

3.8.1 Criterios de Confidencialidad 229

3.8.2 Descripción de la Obtención del Consentimiento Informado 229

3.8.3 Riesgos y Beneficios Conocidos y Potenciales 231

4. Análisis e Interpretación de los Resultados o Hallazgos 232

4.1 Técnicas de Análisis de los Datos o Hallazgos....232
4.2 Procesamiento de los Datos y Triangulación de los Hallazgos....239
4.2.1 Categoría 1: Tecnologías de cuarta revolución industrial (4RI)....240
4.2.2 Categoría 2: Habilidades de 4RI....254
4.2.3 Categoría 3: Infraestructura Tecnológica Requerida para las Instituciones....292
4.2.4 Categoría 4: Capacitación docente requerida....314
4.2.5 Categoría 5: Currículo institucional y 4RI....324
4.3 Discusión de los Resultados y Contrastación Teórica....338
4.3.1 Categoría 1: Tecnologías 4RI....338
4.3.2 Categoría 2: Habilidades 4RI....340
4.3.3 Categoría 3: Infraestructura Tecnológica Requerida para las Instituciones....342
4.3.4 Categoría 4: Capacitación Docente Requerida....344
4.3.5 Categoría 5: Currículo Institucional y 4RI....346
5. Construcción Teórica....348
5.1 Conclusiones y Recomendaciones....348
5.1.1 Categoría 1: Tecnologías de 4RI....348
5.1.2 Categoría 2: Habilidades 4RI....350
5.1.3 Categoría 3: Infraestructura Tecnológica Requerida para las Instituciones....351
5.1.4 Categoría 4: Capacitación Docente Requerida....351
5.1.5 Categoría 5: Currículo Institucional y 4RI....353
6. Propuesta....355
6.1 Denominación de la Propuesta....355
6.2 Descripción de la Propuesta....355
6.3 Fundamentación de la Propuesta....356

REPOSITORIO

6.4 Objetivos de la Propuesta....357
6.4.1 Objetivo General....357
6.4.2 Objetivos Específicos....357
6.5 Beneficiarios de la Propuesta....357
6.6 Productos....358
6.6.1 Estándares de Competencias para Tecnología e Informática en Educación Media...358
6.6.2 Estándares de Competencias Adicionales para Ciencias Naturales en Educación Media....358
6.6.3 Estándares de Competencias Adicionales para Educación Artística en Educación Media....359
6.6.4 Recomendaciones para fortalecer el desarrollo de las habilidades blandas de 4RI...360
6.6.5 Infraestructura Tecnológica Requerida....361
6.6.6 Plan de Capacitación Docente....363
6.7 Localización....364
6.8 Método....365
6.9 Cronograma....366
6.10 Recursos....367
6.11 Presupuesto....367
Bibliografía....370
Apéndice A. Instrumentos de Recolección de Información Entrevistas....395
Apéndice B. Instrumentos para la Revisión Documental....396
Apéndice C. Transcripción de Entrevistas e Instrumentos de Revisión Documental....396
Apéndice D. Validación de Instrumentos por Juicio de Expertos....396

REDUCIT

Lista de Tablas

Tabla 1. Elementos del Problema de Investigación 24

Tabla 2. Consolidado de Estudios por Transformación Curricular 122

Tabla 3. Categorías de Análisis 190

Tabla 4. Operacionalización de Categorías de Análisis 191

Tabla 5. Fuentes e Instrumentos para la Recolección de Datos 204

Tabla 6. Preguntas Generales y Especificas por Instrumento 205

Tabla 7. Población 211

Tabla 8. Criterios de Inclusión y Exclusión de la Muestra 217

Tabla 9. Población y Muestra de la Investigación 218

Tabla 10. Resumen de la Codificación de Categorías y Fuentes de Información 237

Tabla 11. Hallazgos Entrevistas Categoría 1 241

Tabla 12. Hallazgos Revisión Documental del PEI en las Cuatro Instituciones 256

Tabla 13. Hallazgos Revisión Documental PLE de las Cuatro Instituciones 261

Tabla 14. Hallazgos Fuente EC 268

Tabla 15. Hallazgos Fuentes Humanas para Categoría 3 273

Tabla 16. Hallazgos Revisión Documental PEI Categoría 3 293

Tabla 17. Infraestructura Tecnológica Requerida según PLE para Categoría 3 297

Tabla 18. Hallazgos EC para Categoría 3 301

Tabla 19. Hallazgos Fuentes FD, FDT, FDOA, FPF y FE para Categoría 3 305

Tabla 20. Hallazgos Entrevistas Fuentes FD, FDT, FDE, FDOA, FPF y FE Categoría 4 .315

Tabla 21. Hallazgos Entrevistas Fuentes FD, FDT, FDOA, FDE, FPF y FE Categoría 5 .325

Tabla 22. Cronograma de Actividades de la Propuesta 366

Tabla 23. Presupuesto de la Propuesta 367

PREPRINT

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de Ishikawa del Problema 23

Figura 2. Tecnologías de Cuarta Revolución Industrial (4RI) 31

Figura 3. Habilidades de Cuarta Revolución Industrial (4RI) 66

Figura 4. Habilidades Técnicas que Requieren la Tecnologías 4RI 68

Figura 5. Consolidado de Habilidades Técnicas por Cada Habilidad 4RI 69

Figura 6. Clasificación de las Habilidades Blandas 94

Figura 7. Elección de la Muestra 213

Figura 8. Proceso del Muestreo Teórico de la Investigación 215

Figura 9. Procedimiento de la Investigación 218

Figura 10. Proceso General de Análisis e Interpretación de Hallazgos 233

Figura 11. Origen de las Categorías de Análisis 235

Figura 12. Origen de las Preguntas Generales por Categoría 236

Figura 13. Proceso de Consolidación de Hallazgos por Categoría y por Fuente 238

Figura 14. Proceso de Triangulación de Información 239

Figura 15. Hallazgos Fuentes FDT, FDOA y FDE para Categoría 1 244

Figura 16. Hallazgos Fuentes FD, FDG, FPF y FE 246

Figura 17. Triangulaciones FD-FDG, FDG – FE y FE- FPF 250

Figura 18. Habilidades 4RI Requeridas 255

Figura 19. Hallazgos Revisión Documental PEI 260

REPOSITORIO

Figura 20. Hallazgos Revisión Documental PLE Fuentes PLE-IE1, PLE-IE2, PLE-IE3 y PLE-IE4 266

Figura 21. Hallazgos Fuentes PEI, PLE y CE 270

Figura 22. Hallazgos Triangulaciones EC – PLE y PLE – PEI 272

Figura 23. Hallazgos FDT, FDOA y FDE Categoría 2.....282

Figura 24. Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF 284

Figura 25. Hallazgos Triangulaciones FD – FDG , FDG – FE y FPF – FE 287

Figura 26. Hallazgos Triangulaciones FD – FDG – FE y FDG – FE – FPF 289

Figura 27. Hallazgos PEI –IE1, PEI – IE2, PEI – IE3 y PEI – IE4 Categoría 3 296

Figura 28. Hallazgos PLE Fuentes PLE – IE1, PLE – IE2, PLE – IE3 y PLE – IE4 Categoría 3 300

Figura 29. Hallazgos Fuentes PEI, PLE y EC para Categoría 3 302

Figura 30. Triangulaciones PEI – PLE y EC – PLE para categoría 3 304

Figura 31. Hallazgos Fuentes FDT y FDOA para Categoría 3.....308

Figura 32. Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF Categoría 3.....309

Figura 33. Triangulaciones FD – FDG, FDG - FE y FE - FPF para Categoría 3 310

Figura 34. Triangulaciones FD – FDG – FE y FDG – FE – FPF para Categoría 3.....311

Figura 35. Hallazgos Fuentes FDT, FDOA y FDE para Cuarta Categoría.....317

Figura 36. Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF para Categoría 4.....319

Figura 37. Triangulaciones FD- FDG, FDG- FE y FE - FPF para Categoría 4.....320

Figura 38. Triangulaciones FD – FDG – FE y FDG – FE – FPF para Categoría 4.....322

Figura 39. Hallazgos FDT, FDOA y FDE.....329

Figura 40. Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF para Categoría 5.....331

Figura 41. Triangulaciones FD – FDG, FDG – FE y FE - FPF para Categoría 5 333

Figura 42. Triangulaciones FD- FDG- FE y FDG – FE – FPF para Categoría 5 334

Figura 43. Resultados Categoría 1 Fuentes Humanas vs Experto 339

Figura 44. Resultados Categoría 2 Fuentes Documentales y Humanas vs Experto 341

Figura 45. Resultados Categoría 3 Fuentes Documentales y Humanas vs Experto 343

Figura 46. Resultados Categoría 4 Fuentes Humanas vs Experto 345

Figura 47. Resultados Categoría 5 Fuentes Humanas vs Experto 347

Figura 48. Localización del Estudio y su Alcance.....364

Figura 49. Proceso de Implementación de la Propuesta 365

REPOSITORIO

Lista de Apéndices

Apéndice A. Instrumentos de Recolección de Información Entrevistas.....395

Apéndice B. Instrumentos para la Revisión Documental 396

Apéndice C. Transcripción de Entrevistas e Instrumentos de Revisión Documental.....396

Apéndice D. Validación de Instrumentos por Juicio de Expertos 396

RED-UNEG

Introducción

En este documento se presenta el proceso investigativo denominado "La 4RI en Colombia y el Área de Tecnología e Informática en la Educación Media", desarrollado en el marco del proceso de formación para alcanzar el título de Doctor en ciencias de la educación, con énfasis en investigación, evaluación y formulación de proyectos educativos, de la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología – UMECIT.

Este estudio tiene como objetivo, desarrollar una propuesta transformadora, que permita a los jóvenes que cursan el ciclo de educación media en Colombia, desarrollar habilidades de cuarta revolución industrial (4RI), para mejorar así sus perspectivas laborales y académicas; del mismo modo, se busca contextualizar los currículos educativos de este ciclo educativo, para hacerlos más pertinentes en el marco del fenómeno de la 4RI.

La revisión de estudios previos en torno al problema que aborda el presente estudio, permitió establecer que muchos de los puestos de trabajo que existen en la actualidad, son susceptibles a ser automatizados; por ello, gran parte de los oficios o profesiones que se desarrollan en la actualidad, podrían desaparecer y se requerirán nuevas ocupaciones que involucran habilidades técnicas en el uso tecnologías 4.0, producción tecnológica y algunas habilidades denominadas blandas, que permiten al individuo trabajar en equipo, resolver problemas y realizar tareas que involucren creatividad e innovación, características que aún no han podido ser emuladas por la tecnología.

Lo descrito anteriormente, muestra que para enfrentar la 4RI, las personas deben capacitarse y desarrollar las denominadas habilidades de cuarta revolución industrial; por ello, es necesario que el sistema educativo contextualice su quehacer académico, con las nuevas necesidades derivadas del fenómeno de la 4RI.

La necesidad de adaptar los currículos del ciclo de educación media, surge por ser éste uno de los niveles escolares con mayor cobertura; desafortunadamente, la mayor parte de los jóvenes colombianos no logran acceder a la educación universitaria, por tanto, para tener un mayor impacto en el desarrollo de las habilidades de 4RI de los jóvenes, es imperativo que estos procesos formativos ocurran en este nivel educativo.

En el primer capítulo de este documento, se presenta la contextualización de la problemática que se abordó, la descripción de la situación actual, los elementos que

componen el problema, la pregunta de investigación, los objetivos del estudio, las razones que justifican el proceso investigativo y su impacto.

En el capítulo 2, se construyeron las bases teóricas, conceptuales y legales que permitieron abordar el problema, se revisaron los estudios previos en torno al objeto de estudio, los antecedentes históricos y legales; así mismo, se determinaron las categorías de análisis que permitirían estudiar el problema, comprender su naturaleza y plantear una posible solución.

En el tercer capítulo se establecieron los aspectos metodológicos de la investigación, tales como el paradigma, método y enfoque a seguir; se determinó el tipo y diseño de investigación que se desarrollaría, los métodos e instrumentos de recolección de la información, la población y la muestra que se abordaría, el procedimiento que se seguiría durante el proceso investigativo, sus criterios de validez y confiabilidad, así como los criterios éticos que se aplicarían.

En el capítulo 4, se desarrolló el proceso de análisis de la información obtenida de las diferentes fuentes, triangulando estos hallazgos, para llegar a una consolidación de resultados y efectuar el análisis hermenéutico de los mismos.

En el quinto capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones, derivadas de los hallazgos del estudio y que son el fundamento de la propuesta curricular que plantea la presente investigación.

En el capítulo final, se presenta la propuesta resultante de este estudio, que contiene el planteamiento de unos nuevos estándares de competencias para el área de Tecnología e Informática en el ciclo de la educación media colombiana, la recomendación de inclusión de unos nuevos estándares de competencias para las áreas de Ciencias Naturales y Educación artística, a fin de transversalizar el desarrollo de algunas habilidades técnicas de 4RI, así mismo, se incluyen las recomendaciones para el fortalecimiento de habilidades blandas de 4RI desde todas las áreas del aprendizaje, se sugiere la infraestructura tecnológica y el plan de capacitación docente requeridos.

Se espera que el presente estudio sirva como fundamento para la modernización de los estándares educativos del área de Tecnología e informática, a fin de hacer más pertinentes los currículos escolares de las instituciones educativas que ofrecen el ciclo de educación media en Colombia y contribuir de este modo con el desarrollo del país.

1. Contextualización de la Problemática

En el presente capítulo se describe la primera fase de la investigación, donde se describe el problema que se abordará, los diferentes elementos que lo constituyen y las razones que determinan la necesidad de abordar el problema para intentar darle solución.

1.2 Descripción de la Problemática

La humanidad ha conocido cuatro revoluciones industriales a lo largo de su historia; la primera ocurrió con la invención de la máquina de vapor; la segunda con el descubrimiento de la electricidad; la tercera, se originó por el desarrollo del computador y las tecnologías de la información y de la comunicación; la cuarta, fusionará tecnologías que se usan actualmente con sistemas biológicos, a fin de lograr la automatización de los procesos productivos y mejoras considerables en lo relativo a la salud (Fonseca y Ahumada, 2021).

La cuarta revolución industrial o 4RI demanda habilidades laborales diferentes; según González – Páramo (2017), el empleo en las siguientes dos décadas sufrirá tres transformaciones muy importantes: las tareas rutinarias y estandarizadas se robotizarán así que los humanos sólo harán aquellas que requieran innovación o interacción; los empleos serán fraccionados y los de tiempo completo tenderán a desaparecer; la naturaleza de las labores estará determinada por el avance tecnológico.

Lo descrito anteriormente, implica un cambio drástico en las habilidades que debe tener un trabajador para enfrentar las nuevas condiciones laborales y pone en evidencia la necesidad de repensar el papel del sistema escolar en relación a las competencias que desarrollan los estudiantes a lo largo del proceso educativo y que pueden significar su adaptación al sector productivo.

En ese sentido, Hecklau, Flachs, & Khol (2016) y UNESCO (2015) plantean las siguientes habilidades que debe formar el sistema educativo de cara a la 4RI:

- Comunicación y habilidades de cooperación
- Orientación al logro
- Aptitud para compartir conocimientos y mejoramiento continuo
- Manejo de medios digitales de información
- Actualización de conocimientos
- Habilidades para la resolución de problemas

- Toma de decisiones
- Habilidades para el aprendizaje de otras lenguas
- Habilidades para adaptarse al cambio
- Liderazgo
- Profesionalismo
- Creación e innovación
- Mentalidad sostenible

Estas habilidades son objetivos transversales al proceso educativo; es decir, son el resultado integral que debe alcanzar la escuela; resalta dentro de la lista anterior, que más que tener amplios conocimientos en relación a una o varias áreas de interés, se busca que la persona esté orientada a un aprendizaje autónomo y sobresalga por su creatividad, adaptación y capacidad de cooperación; también se pone en evidencia el rol fundamental de las nuevas tecnologías en la 4RI.

Rose (2016), establece que las tecnologías dominantes en la 4RI son la inteligencia artificial (IA), la robótica, la impresión en 3D, el Cloud Computing, el Big Data y el internet de las cosas. Estas no son tecnologías que están por llegar; por el contrario, hacemos uso de ellas cotidianamente; sin embargo y gracias a la conectividad que ofrecen las comunicaciones, se han ido integrando para modificar nuestra realidad.

En el contexto local, el Observatorio de Educación Superior de Medellín ODES (2019), presenta un informe que intenta evidenciar las tendencias, oportunidades, y desafíos que produce la 4RI en el desarrollo de la ciudad; el documento presenta como elementos multiplicadores de las oportunidades que ofrece la 4RI el internet de las cosas, la inteligencia artificial y la nanotecnología; que servirían como herramientas en sectores como el turismo, las editoriales, los medios audiovisuales, el diseño, el software, los videojuegos y el deporte entre otros, para fortalecer su posicionamiento en la ciudad y lograr consolidar el comercio, la agroindustria y el turismo como motores de crecimiento de Medellín.

Medellín es pionera en el país en cuanto a la planeación y proyección de las políticas gubernamentales necesarias para hacer frente a los cambios laborales, sociales, económicos y desde luego educativos inherentes a la 4RI; algunos de los factores a considerar en ese sentido, son la necesidad de integrar el sector productivo, la escuela y el

estado para formar nuevos profesionales con las habilidades requeridas y aumentar las ofertas educativas; también, se requiere mejorar la infraestructura tecnológica para permitir a las pequeñas y medianas empresas acceder con mayor facilidad a los avances tecnológicos provenientes de la 4RI.

Como se aprecia, la 4RI es aún un tópico poco explorado en el contexto nacional; sin embargo, es una realidad que debe ser abordada de manera inmediata para prevenir efectos los sociales y económicos devastadores que han anunciado organismos como el Foro económico mundial (2018), que presenta una serie de trabajos o "roles redundantes" que van a desaparecer como consecuencia de la 4RI y que representan un alto porcentaje de los empleos que se ejercen actualmente; en esa lista se observan ocupaciones como abogados, contadores, analistas financieros, operarios en fábricas, secretarias, almacenistas, cajeros, mecánicos, conductores, vendedores y otros roles que representan un porcentaje alto de las fuentes de empleo que se ofrecen en la actualidad.

Por su parte, Kasriel (2019) sugiere como una estrategia para contrarrestar los efectos nocivos en el empleo de la 4RI, el repensar la educación para convertirla en un sistema para el aprendizaje permanente y crear una cultura que promueva el inicio del proceso educativo desde la primera infancia y que se continúe aún en la vida laboral; se prevé que con la 4RI adquiera mayor valor lo que se sabe hacer que el historial universitario; por ello, el sistema educativo debe enseñar a las personas habilidades en las que las máquinas no sean competitivas; estas habilidades son emprendimiento, trabajo en equipo, creatividad y adaptabilidad.

Con fundamento en lo anterior, se da lugar a una profunda reflexión acerca de las prácticas educativas que se desarrollan actualmente en la educación media en Colombia y en específico en el área de Tecnología e Informática que está llamada a formar las habilidades fundamentales para la 4RI; en este sentido, Escudero (2018) plantea: "La cuarta revolución industrial está creando un enfoque centrado en ecosistemas digitales, es decir, está generando modelos de negocios innovadores basados en la interconexión de millones de consumidores, maquinas, productos y servicios" (p.151); esto significa que las habilidades tecnológicas que demanda el mercado actual, están orientadas a generar productos que operen en la red de internet y que permitan la integración de las tecnologías dominantes en la 4RI.

Pese a lo enunciado anteriormente, en la actualidad, el área de Tecnología e Informática se enseña siguiendo los estándares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (2008); éstos, se organizan en cuatro componentes: Naturaleza y evolución de la tecnología, apropiación y uso de la tecnología, solución de problemas con tecnología y tecnología y sociedad. El primer componente se refiere a los conceptos claves de tecnología y sus relaciones con otras áreas del conocimiento; el segundo componente tiene que ver con el uso de asertivo de los recursos tecnológicos; el tercero se refiere al uso de tecnología para resolver problemas y el cuarto tiene que ver con el uso responsable de los dispositivos tecnológicos.

Para el caso de la educación media, los estándares propuestos por el MEN (2008) son:

- Analizo y valoro críticamente los componentes y evolución de los sistemas tecnológicos y las estrategias para su desarrollo.
- Tengo en cuenta principios de funcionamiento y criterios de selección, para la utilización eficiente y segura de artefactos, productos, servicios, procesos y sistemas tecnológicos de mi entorno.
- Resuelvo problemas tecnológicos y evalúo las soluciones teniendo en cuenta las condiciones, restricciones y especificaciones del problema planteado.
- Reconozco las implicaciones éticas, sociales y ambientales de las manifestaciones tecnológicas del mundo en que vivo, y actuó responsablemente (p. 24 – 25).

Aunque el propósito de los estándares podría ajustarse en cierta medida a la nueva realidad propiciada con la 4RI, nótese que en el componente solución de problemas con tecnología, que sería el que está más orientado a la 4RI, plantea como estándar “Resuelvo problemas tecnológicos y evalúo las soluciones teniendo en cuenta las condiciones, restricciones y especificaciones del problema planteado.” (Ministerio de Educación Nacional, 2008, p.25) es decir, la habilidad requerida va dirigida al uso y evaluación de las herramientas tecnológicas, dejando de lado las nuevas habilidades requeridas como diseño, creación e innovación.

Por otra parte, el estándar es demasiado amplio y no puntualiza acerca de los saberes específicos que deberían construirse desde el área en ese ciclo educativo, por tanto,

se flexibilizan demasiado los contenidos que pueden desarrollarse y se da lugar a diferencias significativas entre los saberes que pueden enseñarse en cada institución educativa dependiendo de las habilidades del docente, esto puede determinar una desventaja en los casos en donde el área de Tecnología e informática es orientada por un docente especialista en otra área como ocurre en algunas instituciones rurales donde por la cantidad de estudiantes no se nombra un docente por área.

Otro aspecto a considerar es la infraestructura tecnológica con la que cuentan las instituciones educativas que aún es bastante pobre y con problemas de conectividad y accesibilidad a recursos educativos; esta situación limita el desarrollo del área de Tecnología e informática.

Lo anterior, aunado a la necesidad de redefinir las competencias tecnológicas del área de tecnología e Informática, ha generado un rezago del sistema educativo en cuanto a la contextualización, oportunidad y conveniencia de las habilidades que se pretenden construir y su coincidencia con las necesidades que exige la 4RI.

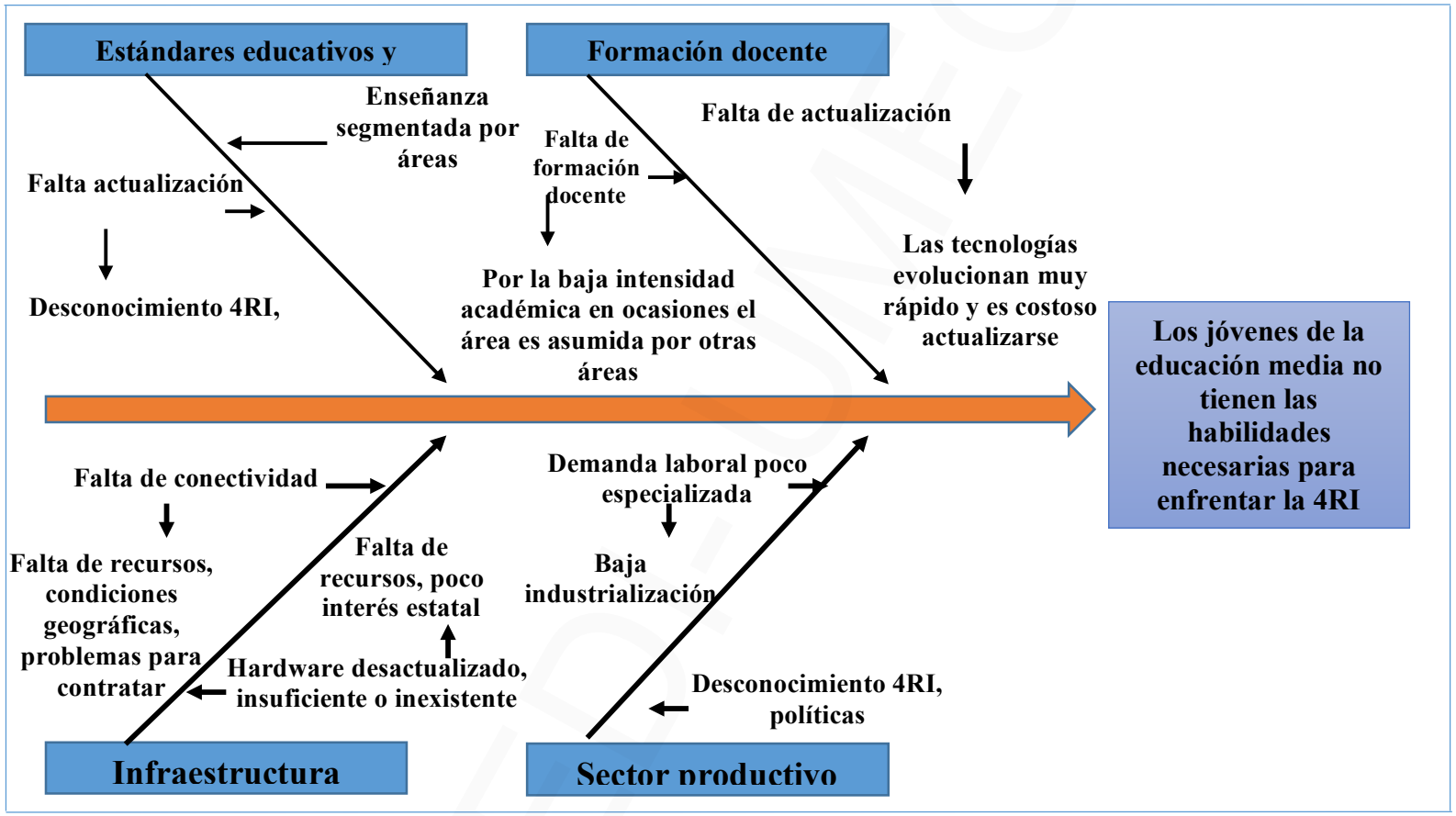
Para lograr una mejor comprensión del problema, se hará la representación gráfica del mismo empleando el diagrama de Ishikawa más conocido como diagrama de pescado que incorpora el problema y sus causas principales y secundarias; el objetivo es disgregar la estructura del problema y su dinámica interna; esto se muestra en la Figura 1.

El diagrama Ishikawa del problema que se muestra en la Figura 1, se compone de dos partes; las causas y los efectos; las causas se subdividen en causas de primero, segundo o hasta tercer nivel si se requiere; las causas de primer nivel o causas inmediatas del problema se originan en otras causas denominadas de segundo nivel que a la vez pueden ser producidas por causas de tercer nivel; las causas del primer nivel detectadas para el problema son cuatro:

Los estándares educativos y el diseño curricular presentan fallas debido a la falta de actualización de los mismos, posiblemente por las políticas educativas que pueden estar influenciadas a su vez por requerimientos internacionales o por desconocimiento del fenómeno 4RI.

Figura 1

Diagrama de Ishikawa del Problema



Fuente: Elaboración propia

La segunda causa inmediata es la formación docente que puede tener origen en la falta de preparación docente en habilidades 4RI o falta de actualización a causa de la rápida evolución de la tecnología.

La tercera causa de primer nivel es la infraestructura tecnológica educativa que es insuficiente y presenta problemas de conectividad, esta situación puede ser producida por baja inversión de recursos económicos en estas herramientas, probablemente porque no se les concede la importancia que tienen.

La última causa de primer nivel, está relacionada con el sector productivo que seguramente no se ha preparado para la cuarta revolución industrial o aún están en fase de baja industrialización, esta situación además de amenazar a las empresas con la contracción e incluso la desaparición, se ve reflejada en los programas escolares que ofrece el sector educativo que tienden a ajustarse a las ofertas laborales que se presentan en el mercado.

1.2.1 Elementos del Problema

Los elementos presentes en el problema antes descrito que se han detectado hasta el momento se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Elementos del Problema de Investigación

Hechos	Posibles Explicaciones
La 4RI requiere habilidades diferentes a las que actualmente forma el sistema educativo	El sistema educativo no se ha preparado para la 4RI
Los estándares de Tecnología e Informática no se ajustan a las competencias necesarias para la 4RI	Fueron planteados cuando no se identificaba el fenómeno de la 4RI
La infraestructura tecnológica y de conectividad es insuficiente en las instituciones educativas e impide el desarrollo de algunas de las habilidades que requiere la 4RI	El sistema educativo aún no concede la importancia que podría tener la formación en tecnología
Los planes y programas de estudio para Tecnología e informática permanecen estables a pesar de los cambios tecnológicos.	Se requiere mayor reflexión pedagógica e investigación al respecto o capacitación para el cuerpo docente.

Fuente: Elaboración Propia

Seguramente cuando se logre una mayor aproximación al fenómeno que se pretende estudiar, se logren identificar más elementos dentro del problema descrito o explicaciones que describan la realidad del fenómeno de una manera más efectiva.

1.2 Formulación de la Pregunta de Investigación

Con base en lo antes enunciado, se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo desarrollar las habilidades necesarias para enfrentar la 4RI en jóvenes de educación media del municipio de Suesca Cundinamarca desde el área de Tecnología e Informática?

La solución al anterior interrogante, permitirá reformular el proceso educativo que se lleva a cabo en el área de Tecnología e Informática en los grados décimo y once en el municipio de Suesca Cundinamarca, con miras a desarrollar en los estudiantes habilidades que les permitan integrarse de manera efectiva a la educación superior o el trabajo de cara a la 4RI.

1.3 Objetivos

Con fundamento en el problema de investigación que se planteó en el numeral anterior, se plantean los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo General

Formular una propuesta transformadora para el área de Tecnología e Informática en la educación media para que los estudiantes del municipio de Suesca – Cundinamarca desarrollen las habilidades necesarias para enfrentar la 4RI.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las tecnologías que determinan las categorías conceptuales necesarias para alcanzar las habilidades 4RI en el área de Tecnología e Informática.
- Determinar cuáles son las habilidades que deben desarrollar los estudiantes de educación media en Suesca – Cundinamarca desde el área de Tecnología e Informática para enfrentar la 4RI.
- Definir la infraestructura tecnológica básica que se requiere para implementar la propuesta transformadora.
- Plantear el plan de capacitación mínima que requieren los docentes del área de Tecnología e Informática para desarrollar la propuesta transformadora.
- Caracterizar los elementos del currículo que permiten desarrollar en los estudiantes de la educación media de Suesca – Cundinamarca habilidades 4RI.

1.5 Justificación e Impacto

La cuarta revolución industrial, industria 4.0 o 4RI es una realidad; Schwab (2017) plantea en su libro The Fourth Industrial Revolution, una completa reflexión acerca de la forma como éste fenómeno impactará en la industria, el trabajo, el gobierno y desde luego la educación; también propone una serie de acciones inmediatas que se deben efectuar para

prevenir sus efectos negativos y plantea las oportunidades que la 4RI traerá consigo para el desarrollo de la humanidad.

Dentro de lo planteado por Schwab, se manifiesta que se presentará una fusión entre tecnologías físicas y biológicas que permitirán un desarrollo a gran escala en aplicaciones como la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas, los vehículos autónomos, la impresión en 3D, la nanotecnología, la biotecnología, nuevos materiales, energía, almacenamiento y procesamiento de información a niveles cuánticos (Schwab, 2017).

Estas tecnologías que no son nuevas, sino que por el contrario ya se encuentran presentes, algunas en etapas de desarrollo y otras ya en niveles muy avanzados, han confluido para producir una transformación en la forma como se realiza la producción de bienes y servicios y se prevé generarán cambios drásticos en el mercado laboral, que desde luego desencadenarán alteraciones en los modelos económicos, políticos, sociales y educativos; en especial en aquellos entornos donde no se hayan hecho las adaptaciones necesarias para enfrentar la 4RI.

Ante esta situación, diferentes organismos internacionales como el WEF, la UNESCO y la OECD han generado alertas sobre la necesidad de preparar la industria, las políticas gubernamentales y desde luego el sistema educativo para enfrentar la 4RI; en ese sentido, es deber de la escuela redirigir sus procesos de enseñanza para formar en sus estudiantes habilidades que le permitan enfrentar con éxito los nuevos desafíos laborales que producirá la industria 4.0; no sólo a nivel universitario, sino desde los primeros años de formación.

El Foro económico mundial (2018), ha determinado como roles redundantes o puestos de trabajo que tienen alta probabilidad de desaparecer, aquellos en los que se desarrollan actividades repetitivas que no involucran características distintivas del ser humano como la creatividad, la innovación o la toma de decisiones; en oposición, se prevé mayor demanda de empleos relacionados con la producción tecnológica; por ello, los jóvenes que actualmente se encuentran en el sistema educativo, tendrán mejores expectativas laborales en la medida que cuenten con habilidades de producción tecnológica o tengan la capacidad de aprender por cuenta propia y adaptarse a situaciones cambiantes.

Con base en lo expresado anteriormente, es apremiante la necesidad de reflexionar acerca de las habilidades que persigue el sistema educativo actual en relación a las nuevas

tecnologías; está claro que ya no basta con tener la capacidad de emplear los recursos tecnológicos; la 4RI implica la transición desde consumo a producción tecnológica; lo que determina una transformación en el proceso de enseñanza.

Ante esta situación, el sistema educativo no puede permanecer estático; según cifras del Ministerio de Educación Nacional (2018), tan solo el 13,4% de los jóvenes logran graduarse de una institución de educación superior; esto significa que la mayor parte de la población escolar colombiana, solo cursa hasta grado once; por esto, es deber de la educación media ofrecer la enseñanza que le permita al egresado obtener mejores oportunidades laborales o adaptarse con mayor facilidad a la educación superior.

La cobertura de la educación superior en Suesca – Cundinamarca, no difiere de la situación nacional; son muy pocos los estudiantes del municipio que logran ingresar a la universidad y más pocos aun los que logran culminar sus estudios; la mayor parte de los bachilleres se incorporan al mundo laboral en empresas de flores desarrollando tareas que exigen baja calificación; roles que la 4RI puede suplir con máquinas; por tanto, su futuro laboral podría ser incierto.

Con base en el problema antes descrito, se hace evidente la necesidad de ajustar el estándar propuesto por el Ministerio de Educación Nacional para el área de Tecnología e Informática, las temáticas, el enfoque actual del área y las estrategias metodológicas que se emplean, para que respondan a las condiciones actuales del entorno y hagan del proceso educativo un verdadero factor de transformación para la comunidad de Suesca – Cundinamarca.

Para que este reajuste tenga el efecto deseado, se requiere realizar un proceso investigativo que genere una real transformación en el área de Tecnología e Informática, de manera que la educación media permita desarrollar en sus estudiantes las habilidades necesarias para enfrentar la 4RI, ya sea en el ámbito laboral o en procesos de educación superior y que genere la base teórica necesaria para fundamentar el desarrollo de políticas educativas que fortalezcan el sistema escolar colombiano y que ofrezca mejores oportunidades para nuestros jóvenes.

El estudio que aquí se plantea, pretende llegar al planteamiento de nuevos estándares de competencias para el área de Tecnología e Informática, de modo que éstas se ajusten a las necesidades actuales del entorno; esto tendría un impacto no sólo en las

instituciones educativas del municipio de Suesca, sino en todas las instituciones que ofrezcan el ciclo de educación media (públicas y privadas), pues los estándares de competencias son de obligatorio cumplimiento para todos los centros educativos.

De este modo, se pretende impactar en el proceso de enseñanza y aprendizaje del área de Tecnología e Informática de todo el país y de ese modo, en el desarrollo tecnológico de Colombia.

RED-UMECIT

2. Fundamentación Teórica de la Investigación

2.1 Bases Teóricas, Investigativas, Conceptuales y Legales

En el presente capítulo se presentan las bases teóricas, conceptuales y legales que fundamentan el estudio que aquí se presenta; del mismo modo, se hace la revisión del estado del arte, de las investigaciones que permitieron conocer y comprender de una manera más profunda la problemática abordada.

2.1.1 Bases Teóricas

Se presentarán en este apartado los referentes teóricos, en los que se fundamenta esta investigación; estos se organizarán en tres grandes categorías: Tecnologías de Cuarta Revolución Industrial, Habilidades de Cuarta Revolución Industrial y Currículo; a continuación se desarrollarán cada una de ellas.

2.1.1.1 Tecnologías de Cuarta Revolución Industrial. La Real Academia de la Lengua Española (2019) define tecnología como un conjunto de teorías y de técnicas que permiten darle un aprovechamiento práctico a un saber científico. Lo anterior supone que las tecnologías resuelven problemas del mundo real mediante el diseño de elementos que usan conocimientos científicos; éstas buscan satisfacer necesidades humanas o hacer más fácil la subsistencia; por ello se emplean en todas los ámbitos y su desarrollo puede ser desde algo sumamente sencillo hasta algo complejo con un nivel mayor de especialización.

Para el caso de este estudio, se hará referencia a las tecnologías que predominan en la cuarta revolución industrial; la 4RI, es un fenómeno económico, social, político, tecnológico y cultural que ha sido precedido por tres revoluciones previas: La primera entre 1760 y 1840 con el descubrimiento de la máquina a vapor; la segunda a finales del siglo XIX con la invención de la electricidad y la tercera en la década de los 60 con la creación del computador (Schwab, 2017).

Con base en la elaboración del estado del arte de las investigaciones en relación a las tecnologías de 4RI (Liao et al., 2018; Chung y Kim, 2016; Alonso - Calpeño et al., 2019; C Glenn et al., 2016; González García, 2018; Mantilla Avendaño y González - Pérez, 2015) se estableció un listado de las tecnologías que se cree estarán presentes durante la cuarta revolución industrial; el siguiente es el listado consolidado:

- Internet de las Cosas (IoT)
- Sitios Web

- Aplicaciones Móviles
- Robótica
- Nanotecnología
- Blockchain
- Ciberseguridad
- Big Data
- Transporte Autónomo
- Inteligencia Artificial
- Realidad Aumentada
- Realidad Virtual
- Impresión 3D
- Biotecnología
- Wearable Electronics

En este listado de tecnologías, puede apreciarse que no se trata de nuevas tecnologías, sino que, por el contrario, se trata de tecnologías que ya están presentes, algunas en fases muy maduras, otras apenas en etapas de desarrollo; Schwab (2017) establece que, durante la cuarta revolución industrial, estas tecnologías alcanzarán su máximo desarrollo y se entrelazarán para mejorar su eficiencia.

Para efectos de su estudio, se clasificarán las tecnologías mencionadas anteriormente según su estructura, en dos grandes categorías: Hardware y Software.

La RAE (2020), define hardware como un grupo de elementos tangibles que componen un sistema informático; es decir, en esta categoría podemos encontrar las tecnologías cuyo desarrollo supone la construcción de elementos físicos que pueden tocarse o manipularse.

En oposición, el software es el conjunto de programas, aplicaciones o instrucciones que permiten al sistema informático ejecutar sus tareas (RAE, 2020).

El software es complementario al hardware, ya que permite controlarlo mediante programas o aplicaciones con los que el usuario interactúa para obtener los resultados que espera del sistema informático; algunos elementos de hardware funcionan sin software, pues se controlan mediante mecanismos físicos.

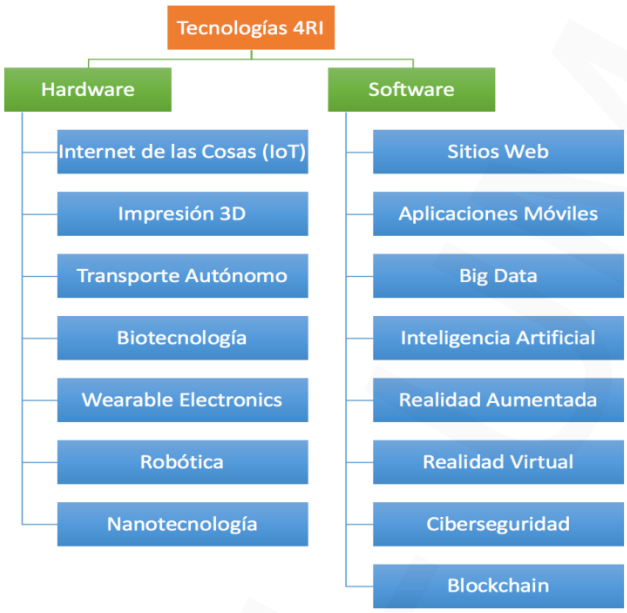
REPOSITORIO

Con fundamento en estas definiciones, se han clasificado las tecnologías 4RI tal como se muestra en la Figura 2. Es importante mencionar que algunas de ellas se componen tanto de hardware como de software, sin embargo, se han ubicado teniendo en cuenta su función y su necesidad predominante de desarrollo; es decir el elemento para su construcción que requiere mayor especialización.

Con base en la clasificación presentada en la Figura 1, se procederá ampliar cada una de las categorías con las tecnologías de cuarta revolución industrial.

Figura 2

Tecnologías de Cuarta Revolución Industrial (4RI)



Fuente: Elaboración propia a partir Liao et al., 2018; Chung y Kim, 2016; Alonso - Calpeño et al., 2019; C Glenn et al., 2016; González García, 2018; Mantilla Avendaño y González - Pérez, 2015.

2.1.1.1.1 Software. En este apartado se revisarán aquellas tecnologías de cuarta revolución industrial cuyo desarrollo involucra mayormente el uso de lenguajes de programación para determinar instrucciones que definen su comportamiento. En esta categoría se encuentran: sitios web, aplicaciones móviles, cloud computing, big data, inteligencia artificial, realidad aumentada, realidad virtual, cyber security y blockchain.

- Sitios Web

La información que se encuentra disponible en internet suele mostrarse a través de sitios web; un sitio web o portal web es un conjunto de páginas web interrelacionadas que

se encuentra alojadas en un domino. Una página web es una fuente de información que se ha elaborado como mínimo en lenguaje HTML y que se ha adaptado para la World Wide Web para que pueda ser visualizada a través de un navegador; se compone de diversos archivos como imágenes, videos y sus archivos de código fuente (Equipo Vórtice, 2010).

El primer sitio web, fue creado por Tim Berners Lee para el Centro de Investigación Nuclear Europeo CERN en 1991; para el 3 de Octubre de 2019, había 1718 millones de portales web en el mundo, siendo los más populares Google, Youtube, Facebook, Baidu, Wikipedia, Tecent QQ, Taboao y Tmall, Yahoo, Amazon y Twitter (El Mundo, 2019).

Los anteriores portales son muy reconocidos y cuentan con millones de usuarios registrados alrededor del mundo por contar con interfaces muy intuitivas, así como herramientas interactivas que permiten al usuario realizar múltiples acciones de manera rápida y sencilla, por ello son referentes para otros sitios similares y sus contenidos pueden ser visualizados desde infinidad de páginas web, ejemplo de ello, es la inclusión de videos alojados en Youtube en portales educativos o de noticias, así como la opción de compartir contenidos en Facebook desde páginas de comercios.

Para que un sitio web tenga éxito debe cumplir ciertos criterios de calidad; según Pedraza-Jiménez et al. (2016), un sitio web está bien diseñado si cumple sus objetivos y esto se determina mediante los siguientes criterios: la facilidad de uso conocida como usabilidad, adecuada concepción del sitio, efectividad de las herramientas, realización de benchmarking (comparación con sitios similares), innovación, interconexión desde y hacia otros portales, accesibilidad y acciones SEO (mejora de posicionamiento del sitio en buscadores).

Si un sitio web cumple con los criterios de calidad, será más sencillo que los usuarios puedan llegar fácilmente hacia él desde buscadores, redes sociales u otras páginas, también será posible que los navegadores muestren correctamente todo su contenido y que las personas puedan interactuar fácilmente con las herramientas del sitio; esto producirá mejores resultados de desempeño, ya sea vendiendo algún producto, dando a conocer alguna información, actualizando datos, recuperando información, mostrando algún contenido o prestando algún servicio.

Softwarelab (2020) establece ocho tipos de sitios web que se diferencian entre sí por el tipo de información que proporcionan: Los blogs personales usados por las personas para

escribir acerca de sus gustos o experiencias, los sitios de empresas que buscan ofrecer sus productos o servicios, los sitios personales también conocidos como redes sociales donde los usuarios comparten información acerca de sí mismos, los sitios de subastas que ofrecen artículos en la red, los sitios de noticias dedicados a publicar información de actualidad, los sitios de descargas donde los usuarios pueden descargar aplicaciones o programas, los sitios de comercio electrónico para comprar y vender productos y los sitios buscadores encargados de listar otros sitios filtrando por unos criterios de búsqueda, el más conocido de estos es Google.

La construcción de un sitio web requiere que el diseñador tenga en cuenta los criterios de calidad y los aplique en el diseño, sin perder la esencia de lo que quiere que su sitio ofrezca al usuario, considerando que las páginas que conforman el portal conserven cierta homogeneidad y consistencia en sus elementos, consolidando la percepción visual del sitio; establecidos los elementos o secciones que debe llevar el sitio, se inicia el trabajo de desarrollo; la construcción de un sitio web requiere que el desarrollador tenga ciertos conocimientos acerca de lenguajes de programación y bases de datos.

De otra parte, Corcoles y Montero (2014) establecen que una página web debe incluir los siguientes elementos: Un header o cabecera en donde se incluyen los elementos que permiten identificar al propietario del sitio, un sistema de navegación que hace posible la navegación por las diferentes secciones del sitio, un body o cuerpo en donde se presenta el contenido principal de la página, un footer o pie de página que por lo general incluye enlaces de interés para el usuario, así como información de contacto acerca del sitio y por último, espacios en blanco que establecen márgenes, espacios y bordes entre las secciones de la página.

El orden de estos elementos puede variar de un sitio web a otro; sin embargo, la mayor parte de los portales procuran incluir estos cinco elementos de una manera armónica sin sobrecargar la apariencia del sitio con el fin de lograr una interfaz agradable para el usuario y una carga rápida de los elementos por parte del navegador; si se incluyen demasiados elementos, la página se hace pesada y se demanda mayor velocidad del internet así como mayores requerimientos de hardware.

Para Lerma – Blasco et al. (2013), un sitio web puede ser desarrollado utilizando un Sistema Gestor de Contenidos (Content Management System – CMS) que es una

herramienta de software que permite crear, organizar y publicar documentos web sin que sea necesario tener grandes conocimientos en programación.

Pese a lo anterior, los CMS están dirigidos a usuarios con conocimientos tecnológicos básicos; por ello, para llegar a niveles avanzados de habilidades 4RI y para garantizar la universalidad del diseño, es decir, que sus elementos y herramientas funcionen igual en cualquier navegador y en cualquier sistema operativo, es vital usar lenguajes de programación.

Vara et al. (2014), establecen que el desarrollo de un sitio web requiere de un componente llamado Front end o entorno cliente, es decir, la parte que ve el usuario y uno Back end o entorno servidor que es la parte que ejecuta las acciones ordenadas por el usuario; la construcción del Front end requiere conocimientos en HTML, CSS, programación en JavaScript y Ajax; el Back end programación en PHP, ASP, Perl, Python y JSP, así como conocimientos en bases de datos, SQL o MySQL.

De lo anterior se desprende que el desarrollo web requiere una amplia gama de conocimientos en lenguajes de programación, así como en el diseño, creación y gestión de bases de datos; este hecho ha desencadenado el nacimiento de plataformas educativas que ofrecen programas de capacitación en ese sentido pues la demanda es grande y la creación de sitios web es un fenómeno de enorme crecimiento.

Para el caso de esta investigación, la ampliación de los términos técnicos empleados para hablar acerca de las necesidades de formación de un desarrollador web, se hará en el apartado de competencias 4RI.

Para concluir, se puede afirmar que los sitios web son herramientas eficaces para publicar información, interactuar con los usuarios y ofrecer todo tipo de servicios, además, se pueden visualizar en cualquier dispositivo con conexión a internet; su diseño y construcción requiere de personal especializado y por ello, son una tecnología clave que seguirá vigente en la 4RI.

- Aplicaciones Móviles

Los dispositivos móviles de conexión a internet, han superado en cantidad a los habitantes del planeta; según el informe anual Mobile Economy de la GSMA, para fines del año 2017, existían 7800 millones de usuarios en el mundo de estos dispositivos; lo que

corresponde al 103% de la población mundial; se prevé que para el año 2025 se alcancen los 9000 millones (El País, 2018).

La anterior información indica que los dispositivos móviles son unas de las tecnologías 4RI con mayor crecimiento; del mismo modo, las aplicaciones que se ejecutan en cada uno de ellos, conocidas como aplicaciones móviles, son también un mercado en crecimiento; según el portal Alianzared (2019) hay más de 9 millones de aplicaciones sólo en Google Play.

Las aplicaciones móviles o apps son desarrollos de software que funcionan en teléfonos móviles y que se han creado con un fin concreto (Santamaría-Puerto y Hernández-Rincón, 2015). Son muchas las categorías de apps que se pueden encontrar así como variados son sus propósitos; algunas de las apps son de pago, es decir, el usuario paga un valor en dinero cuando se descargan; mientras que otras se instalan gratuitamente pero muestran publicidad; otras tienen propósitos no económicos como las de entidades gubernamentales.

Las apps son herramientas de 4RI que permiten ofrecer soluciones prácticas a problemas y se encuentran a disposición de todos los usuarios de dispositivos móviles, quienes tienen a su servicio aplicaciones de todo tipo en tiendas como Play Store, Google Play, App Store o en las plataformas de los creadores de las apps; las aplicaciones más comunes a octubre de 2017 eran Facebook, WhatsApp, Chrome, Facebook, Messenger e Instagram (La Nación, 2017). Cualquier persona puede crear su App y subirla a las tiendas de aplicaciones para que pueda ser descargadas por los usuarios.

El desarrollo de aplicaciones móviles suele hacerse para los sistemas operativos más comunes que son Android y iOS; en cada caso existe un software para el desarrollo de las Apps que incluye un simulador en el que el desarrollador puede ir visualizando como luce su aplicación.

Android ofrece un programa de desarrollo llamado Software Development Kit (SDK) que permite desarrollar aplicaciones para cualquier dispositivo; incluye librerías, herramientas de desarrollo, emulador de Android, documentación, código de ejemplo y soporte en línea; utiliza lenguaje de programación Java (León y Galán, 2014).

Para el sistema operativo iOS que utilizan los dispositivos Apple, el programa de desarrollo de aplicaciones móviles se llama Xcode, según Apple Inc.(2020), es un conjunto

completo de herramientas para crear apps, ofrece funciones de diseño, programación, prueba, depuración y envío de la app al Apple Store (Apple Inc., 2020).

Aunque son programas diferentes, las herramientas de diseño y los simuladores funcionan de manera similar; los dos emplean Java como lenguaje de programación; algunos desarrolladores diseñan su app en SDK y luego migran el desarrollo a Xcode o viceversa para que la aplicación esté disponible para todos los usuarios.

Según el portal Universia (2014), existen más de 80.000 aplicaciones educativas, siendo esta área la segunda en números de apps después del ocio; las más populares son Kahoot!, ClassDojo, Lumosity, Khan Academy, Google Classroom y Duolingo (Educación 3.0, 2018).

Las aplicaciones móviles son una de las tecnologías 4.0 con mayor crecimiento, ya que cada vez hay más usuarios de dispositivos móviles; su rango de acción abarca todos los ámbitos de las actividades humanas y sus propósitos son variados, así como el público al que van dirigidas; muchos startups inician con una app por eso se consolidan como una de las tecnologías 4RI con mayor proyección.

- Cloud Computing

En la actualidad es común que las empresas contraten servicios de Cloud Computing o Computación en la nube; IBM (2015) una de las empresas informáticas con mayor trayectoria a nivel mundial, la define de la siguiente manera:

> La computación en la nube, a veces denominada simplemente "nube", es el uso de recursos informáticos (servidores, gestión de bases de datos, almacenamiento de datos, redes, aplicaciones de software y capacidades especiales como blockchain e inteligencia artificial (IA)) a través de Internet, en lugar de poseer y operar esos recursos usted mismo, en las instalaciones. (párr.1)

Celaya (2014), define el cloud computing o simplemente cloud, como un conjunto de aplicaciones y servicios informáticos cuya principal característica es que se alojan en internet; el usuario puede acceder a ellos de manera instantánea en cualquier momento y lugar.

Existen en el mercado varias empresas que prestan el servicio de Cloud Computing; esta alternativa evita que pequeños o grandes negocios deban invertir en infraestructura física y tecnológica para almacenar la información de su empresa, personal para ponerla en

marcha y sistemas de copia de seguridad de la misma; la computación en la nube permite que se acceda a recursos de alta tecnología de manera remota a través de la internet; optimizando el espacio y presupuesto del negocio.

Según Celaya(2014), los servicios en la nube tienen las siguientes características: Son accesible, ágiles, evitan tener que instalar y actualizar software porque todos los servicios están en la nube, evitando también el gasto de licencias, disminuyen el gasto en hardware y su mantenimiento, sus aplicaciones se adaptan a cualquier sistema, sus aplicaciones pueden atender miles de usuarios a la vez, ofrecen seguridad y facilidad de recuperación de la información; en oposición presenta desventajas en cuanto a la necesidad de estar conectado a internet constantemente, dificultades en la cobertura legal por estar las empresas en diversos países y posibles conflictos en relación a la propiedad de la información.

Villarino (2018) por su parte menciona las siguientes características del cloud computing: Es elástico ya que se adapta a las necesidades del usuario, los servicios se ofrecen a la medida, es un autoservicio ya que el usuario no debe interactuar con personas solo con servicios, sus recursos se agrupan y se asignan dinámicamente por demanda y disminuyen los requerimientos de hardware del usuario.

Los servicios de computación en la nube hacen posible que la información de un usuario sea almacenada, custodiada y respaldada por empresas dedicadas exclusivamente a esa tarea; en el pasado, las personas y las empresas debían dedicar grandes esfuerzos y recursos para salvaguardar su información; con el cloud computing, solo basta con elegir el paquete de servicios que mejor se ajuste al presupuesto y a las necesidades para mantener la información de manera segura.

Los servicios en la nube se clasifican según el tipo de servicio y su ámbito; Celaya (2014) los clasifica según su tipo en tres niveles: el primero se conoce como IAAS (Infraestructura as a Service), está dirigido a las empresas y ofrece almacenamiento y servicios de manejo de la información ejemplo de este es Amazon Web Services o IBM Smart Cloud; el segundo llamado PAAS (Platform as a Service) está diseñado para desarrolladores y ofrece programas y recursos para crear y poner en marcha aplicaciones, en este nivel están servicios como Microsoft Windows Azure o Google App Engine ; el

tercer nivel llamado SAAS (Software as a Service) es el que está dirigido al grueso del público y se ofrece a través de navegadores, ejemplo de éste son Gmail o Google Drive.

Según su ámbito, la misma autora clasifica los servicios como nube pública (todos los usuarios acceden por internet), nube privada (implementada para una única empresa) y nube híbrida (combina servicios públicos y privados).

Actualmente, se presta el servicio de Cloud Computing para usuarios comunes que desean almacenar fotos, videos, trabajos o cualquier otro tipo de archivos en la nube y acceder a ellos cada vez que lo deseen; esta tecnología de 4RI permite el almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de información a un bajo costo, lo que facilita a las empresas dedicarse totalmente a sus actividades.

En el ámbito educativo, son bastante populares servicios de cloud computing como Google Drive o iCloud para almacenar sus archivos, trabajos y demás material educativo, de manera segura, de fácil acceso y a un costo bajo o nulo pues en cantidades de almacenamiento pequeñas el servicio es gratuito.

De otra parte, Murazzo et al. (2010) plantean el cloud computing como una herramienta que facilita la cooperación y la colaboración en ambientes educativos, ya que permite el desarrollo de ambientes de aprendizaje virtual (VLE), plataformas electrónicas para hacer seguimiento al proceso educativo y llegar de este modo a ambientes de aprendizaje personal (PLE) para que el estudiante administre su propio conocimiento.

El uso del servicio de computación en la nube, permite enriquecer la variedad de instrumentos de mediación pedagógica que se utilizan en el aula y del mismo modo, hacer un seguimiento personalizado al avance en el aprendizaje de cada estudiante, pues sus interacciones quedan registradas; pese a lo anterior, aún se presentan desafíos para el acceso a ésta tecnología en el ámbito educativo, como lo referente a la disminución de la brecha de conectividad y de acceso a los recursos informáticos en la población escolar colombiana, especialmente la del sector oficial.

Por su parte, Macías et al. (2019), plantean que la implementación del cloud computing en la educación ofrece ventajas como evitar el requerimiento de medios de almacenamiento externos, fácil acceso, estabilidad, seguridad, compatibilidad, rastreabilidad, colaboración, ahorro de papel y de archivadores; en contraparte, presenta desafíos como la protección de la información y de los datos personales de los usuarios.

Desde luego el hecho de que la información se almacene en lugares externos a la institución educativa no la hace más o menos vulnerable que si se guardara dentro del campus; virus informáticos, hackers, accidentes, emergencias o desastres naturales pueden tener el mismo efecto en los datos y causar su filtración o pérdida definitiva; mientras que el servicio de computación en la nube garantiza un respaldo actualizado de la información.

El cloud computing tiene un gran potencial para la educación; sin embargo, para que las herramientas que allí se alojan sean realmente efectivas y mejoren el proceso de aprendizaje de los estudiantes, deben ser elaboradas a la medida; cada docente conoce a sus estudiantes y sabe de sus necesidades; este conocimientos debería ser insumo para el desarrollo de herramientas educativas que puedan ser empleadas por sus alumnos con tecnologías como ésta; aunque hayan en el mercado diversas aplicaciones educativas, éstas no siempre se adaptan a las necesidades de todos los grupos escolares.

- Big Data

Para Gartner (2001) una de las empresas pioneras en el análisis de grandes volúmenes de información, el big data son un conjunto de datos muy variados que amplían su volumen a una velocidad superior.

Según Castillo (2018), el big data son un conjunto de datos de tamaño monstruoso que presentan tres características: gran volumen, variedad y se producen a gran velocidad; esto hace que sobrepasen la capacidad del software para capturarlos, gestionarlos y procesarlos, pero que a su vez brindan datos útiles para las empresas.

Lo anterior, quiere decir que en ocasiones la actividad cotidiana de las empresas produce continuamente grandes volúmenes de información aparentemente inconexos e inútiles; el análisis de esa big data, permite clasificar y obtener datos relevantes para el negocio que ayudan a tomar decisiones para mejorar su productividad.

Los datos que contiene la big data son en comienzo desestructurados; esto significa que en apariencia no se encuentran relacionados entre sí; sin embargo, su análisis permite descubrir patrones en los datos que arrojan información clave para las empresas; el hallazgo de la información está a cargo de un científico de datos.

La ocupación científico de datos es común en las empresas; Castillo (2018), lo describe como la persona encargada de encontrar patrones dentro de la big data para obtener información que le permita a una empresa diseñar estrategias de mercado que

respondan a las necesidades de los clientes; esta tarea denominada data mining (minería de datos) suministra información relevante desde datos aparentemente inconexos; para logarlo, el científico de datos usa modelos matemáticos, estadísticos e informáticos y programas de inteligencia artificial.

Un ejemplo de lo descrito son los sitios web; el análisis Big Data permitió la incorporación de Cookies que son pequeños programas que almacenan las búsquedas de un usuario; así se establece qué productos consultó cuanto tiempo estuvo en X o Y producto, cuantas búsquedas relacionadas con ese producto hizo, etc.; luego el programa incluye en las sugerencias de navegación los productos relacionados con la información de las Cookies para inducir al usuario a la compra.

Estrategias como la anterior, son la resultante de la función predictiva del análisis del big data; el hallazgo de patrones de datos permite predecir el comportamiento del usuario mediante técnicas de analítica avanzada.

La analítica avanzada extrae información que permite predecir resultados y tomar la mejor decisión; esto se hace mediante la analítica predictiva que predice lo que ocurrirá y la analítica prescriptiva que simula las alternativas para elegir las más adecuada (Castillo, 2018).

La capacidad de predecir una situación, con un rango aceptable de confiabilidad, es sin duda una gran ventaja en cualquier contexto; en el caso de las empresas, significa la mejor estrategia para capturar clientes, en derecho, una estrategia jurídica exitosa, en política una propuesta que los electores apoyan, en la industria, un modelo de producción favorable, en el diseño de una máquina, la manera más eficiente de hacer una tarea; cada situación puede sacar provecho de la big data.

Los datos masivos ha empezado a utilizarse también en la educación; Williamson (2018), afirma que la big data que generan los ambientes virtuales de aprendizaje, la información educativa digitalizada, los libros de texto electrónicos, las simulaciones digitales y demás, produce información con potencial de transformar la educación; mediante el seguimiento de los comportamientos de los estudiantes, la comprensión del funcionamiento de sus procesos cognitivos y la personalización de los ritmos y formas de aprendizaje; por otra parte, la big data genera información de base para procesos investigativos y la producción de nuevos conocimientos.

Lo referido por el autor implica que se requieren analistas de big data en el campo educativo; personas que tengan conocimientos en pedagogía y a la vez en la ciencia de datos; de ésta manera, será posible la construcción de conocimientos acerca de la forma como los estudiantes aprenden y será posible el diseño de estrategias metodológicas que en efecto transformen la educación.

La big data es una herramienta de 4RI que es aplicable en todas y cada una de las actividades humanas; el cloud computing la complementa ya que permite almacenar estos volúmenes de datos y la inteligencia artificial ofrece las herramientas de software que hacen posible el análisis en tiempo real de los grandes volúmenes de datos que se generan; es probable que durante la cuarta revolución industrial se logre el mejoramiento de los algoritmos encargados de hacer predicciones con la big data; esto produciría una enorme transformación en las dinámicas sociales, económicas, políticas, educativas, tecnológicas y culturales que se desarrollan en la actualidad.

- Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial es definida por su pionero Marvin Minsky (2010) como una ciencia que permite que las máquinas realicen tareas que requieran inteligencia tal como las haría un humano.

Por su parte, Escolano Ruiz et al. (2003), la definen como "aquella ciencia que incorpora conocimiento a los procesos o actividades para que éstos tengan éxito"(p. 4).

Lo mencionado anteriormente implica que algunas tareas que tradicionalmente desarrollan los humanos, pueden ser realizadas por máquinas si estas "saben" como hacerlo; en la actualidad, se usan diferentes dispositivos inteligentes como los sistemas de alumbrado, el GPS, la lavadora, entre otros, que desarrollan algunas actividades que antes hacían cotidianamente las personas y que se han simplificado gracias a la invención de estos sistemas tecnológicos.

Para que tales dispositivos realicen determinada tarea, se emplean dos componentes; uno físico, en el que el artefacto se alimenta de información acerca de la tarea que debe desarrollar y uno lógico, que le dice al dispositivo que hacer con la información y cómo hacerlo; el componente físico obtiene su información de sensores, cámaras, micrófonos o cualquier dispositivo de entrada que permita el ingreso de datos; el lógico se desarrolla en

el cerebro de la máquina, mediante la ejecución de algoritmos y de programas que le indican cómo comportarse.

Benítez et al. (2013), establecen un paralelo entre la inteligencia natural y la inteligencia artificial; en la natural, el hardware son las neuronas y la arquitectura, la programación y la computación de la información están a cargo del cerebro; su desempeño permite llegar a un nivel de abstracción. En la inteligencia natural, el hardware es un transistor y la arquitectura, la programación y la computación son trabajo de la CPU y de la memoria que almacenan algoritmos y programas que le permiten llegar al nivel de abstracción.

El fin último de la inteligencia artificial (IA), es emular o superar la inteligencia humana; sin embargo, aún no se han superado barreras que permitan a las máquinas recibir información tales como la percepción, el entendimiento del lenguaje natural y otros; esto ha derivado en el desarrollo de sistemas inteligentes más específicos para tareas concretas (Escolano Ruiz et al., 2003).

El momento de la singularidad que se ha establecido como aquel punto donde las máquinas igualen la inteligencia humana, aún no tiene definida una fecha específica; Mantaras y Meseguer (2017), plantean que pese a los grandes desarrollos que se han logrado en la inteligencia artificial para el desarrollo de tareas concretas, aún es difícil que se logre una inteligencia general, debido a que no ha sido posible dotar a las máquinas de sentido común; según los autores, el sentido común es el resultado de las experiencias de interacción con el entorno, en el caso de las máquinas, éstas no pueden tener interacciones corpóreas directas con el entorno.

Pese a lo anterior, el desarrollo de la IA se ha visto potenciado por descubrimientos en otros campos que van permitiendo su progreso poco a poco; se prevé que esta ciencia sea una de las que logre mayor desarrollo durante la 4RI por su interrelación con la Robótica y la tendencia a automatizar los procesos, así como los grandes volúmenes de datos generados en la big data.

En ese sentido, Mantaras y Meseguer (2017), proponen como futuro de la inteligencia artificial el desarrollo de la masive data driven AI, que es la posibilidad de acceder a cantidades masivas de datos procesadas por hardware veloz que obtengan resultados pero que tengan la capacidad de explicar cómo llegaron a esos resultados.

Esta tendencia futura de la IA, está directamente relacionada con la big data, el cloud computing y la robótica. Por otra parte, los desarrollos de la inteligencia artificial tienen aplicación en diferentes entornos de la actividad humana.

Benítez et al. (2013), establecen como ámbitos de aplicación de la inteligencia artificial la medicina para el diagnóstico de enfermedades y tratamientos; la ingeniería para la organización y optimización de procesos, así como la toma de decisiones, la economía para los análisis financieros, análisis de riesgos y el marketing; la biología para el análisis de estructuras moleculares y genéticas; la informática para el procesamiento de lenguaje natural, la criptografía, la teoría de juegos y la lingüística computacional; la robótica para la creación de sistemas de rehabilitación, sistemas de navegación e interfaces cerebro computadora; la física y matemáticas para la demostración de teoremas, el análisis cualitativo y la caracterización de sistemas complejos.

El desarrollo de la inteligencia artificial está ligado a los avances en otras disciplinas; en especial con el campo de la electrónica para el mejoramiento de la interacción de la máquina con el entorno, con la biología para la comprensión del cerebro y la forma como se desarrollan los procesos de pensamiento y con la informática para el diseño e implementación de algoritmos.

- Realidad Aumentada

Prendes (2015), define la realidad aumentada como "una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla, imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador"(p. 188).

La realidad aumentada (RA), combina la realidad física con elementos virtuales en tiempo real, esta combinación suele denominarse realidad mixta (Moreno et al., 2017).

La construcción de esa realidad mixta se hace mediante el añadido de capas sobre la realidad física; es decir a un objeto del mundo real se agregan contenidos que muestran su estructura o características en detalle que se pueden visualizar a través por ejemplo de la pantalla del teléfono; cuando el usuario acerca el móvil sobre el objeto real, se activan los contenidos creados.

Según Cabero et al. (2016), los recursos y dispositivos tecnológicos que se requieren para producir y observar objetos de realidad aumentada son: un elemento que capture la imagen de la realidad, puede ser un teléfono, Tablet, computador o videoconsola;

un dispositivo para proyectar las imágenes mezcladas que pueden ser los que ya se mencionaron; un elemento de procesamiento que ejecute las proyecciones cuando se capture la imagen que por lo regular son los ya enunciados; un software que ejecute las instrucciones; un activador de RA que puede ser el GPS, la cámara u otro; un servidor de contenidos donde está la información que se quiere mostrar.

Lo dicho hasta aquí, determina que la RA requiere tres elementos: un dispositivo móvil o pc, un programa y un servidor donde alojar los contenidos; las opciones de interactividad de los contenidos están determinados por el diseño del programa y las características del dispositivo donde se ejecuta.

La ejecución de herramientas de realidad aumentada ocurre generalmente en dispositivos móviles que emplean capacidades propias del mismo como el GPS o el giroscopio y con base en el comportamiento de los mismos ejecutar instrucciones de programación que simulen situaciones que pudiesen ocurrir en ese entorno (Navarro et al., 2018).

La RA se emplea actualmente para imágenes, espacios y lugares; los ejemplos más notables de su uso son los videojuegos, las Apps para sitios turísticos, los filtros para las cámaras de los teléfonos y los mensajes publicitarios.

Según Cabero et al. (2016), la mayoría de aplicaciones de RA se han hecho en Ciencia, Humanidades y Artes; Salud, Bienestar y Formación de docentes son los campos menos desarrollados; en el ámbito educativo, la RA ofrece motivación, interacción y aprendizaje colaborativo permitiendo la educación personalizada.

Las aplicaciones que incluyen RA permiten que el estudiante visualice contenidos en tiempo real acerca de un objeto o un lugar, haciendo posible que conozca diversas características del mismo que pueden incluirse en forma de sonido, imagen, video o texto, involucrando de esta manera los sentidos y generando experiencias que permiten que el conocimiento acerca de tal objeto se construya mediante la interacción mixta con el mismo.

La realidad aumentada es una tecnología de la 4RI que requiere pocos elementos de hardware y en algunos casos una conexión a internet; esta característica hace que sea accesible para miles de usuarios y tenga un potencial enorme en sus aplicaciones.

- Realidad Virtual

En la actualidad, se habla mucho de lo virtual para referirse a objetos que existen solo en las memorias de los computadores; la realidad, es uno de esos elementos que se han intentado duplicar a través del uso de tecnologías; esta práctica se denomina Realidad Virtual o VR por sus siglas en inglés.

Para Castañares (2011), la realidad virtual es "lograr una relación interactiva con el sistema de la máquina, de tal manera que el objetivo es la creación de "un entorno mental" en el que se producen unos efectos semejantes a los que produce la realidad"(p.60).

Esta definición asume que es posible convencer a la mente humana de que está viviendo cierta realidad mediante la simulación de estímulos virtuales similares a los del mundo real.

Por su parte Lanier (1980), uno de los pioneros de esta disciplina, define la realidad virtual como la capacidad de simular mediante el computador situaciones que ocurren en los ámbitos físicos, biológicos, sociales, recreativos, entre otros utilizando fenómenos y procesos perceptivos.

La perspectiva de éste autor, deja ver que las potenciales aplicaciones de la realidad virtual (VR), se encuentran en diversos ámbitos y sus propósitos son también variados; la VR usa conocimientos de muchas disciplinas para lograr que los estímulos sean muy similares a la realidad y logren convencer a la mente del sujeto de que ese entorno es totalmente posible; esta similitud, hace viable que los entornos virtuales se usen como mecanismo de exploración y aprendizaje, pero también como elemento de distracción u ocio.

Navarro et al. (2018), definen la realidad virtual como un entorno que puede tener una apariencia real o no, que logra crear en el usuario la sensación de estar dentro de él; este entorno es generando usando medios informáticos y el usuario accede a el mediante dispositivos especiales creados para tal fin.

De lo anterior, puede inferirse que el desarrollo de entornos virtuales requiere los siguientes elementos: un software que permita simular un lugar, situación u objeto; el programa de este software debe ser muy detallado para obtener una representación fiel de lo que se desea simular; un dispositivo que permita la ejecución del software y un dispositivo especial o conjunto de dispositivos diseñados con el propósito de ofrecer al usuario

estímulos visuales, sensitivos o auditivos, que le permitan interactuar con el software de modo que el sujeto se sienta inmerso en la simulación. Los dispositivos de realidad virtual más conocidos son las gafas, los cascos, los guantes y los controles de mando.

Parés y Parés (2010), proponen tres usos posibles para la realidad virtual: los usos sustitutivos donde se busca emular un uso convencional de otro medio, por ejemplo el recorrido virtual de un museo; los usos complementarios que buscan complementar los usos convencionales de otro medio, por ejemplo la presentación virtual de un proyecto de construcción con sus redes internas; por último, los usos originales que intentan sacar provecho de las propiedades de la VR para plantear o resolver problemas por ejemplo un sistema de realidad virtual de ensamblaje intuitivo de moléculas complejas con force feedback.

El primer y segundo nivel de aplicaciones descrito anteriormente, se usan en la actualidad con bastante frecuencia; el tercer nivel que da lugar a la transformación de situaciones reales, requiere un mayor nivel de especialización pues necesita conocimientos profundos acerca del objeto o del problema para construir su simulación; por otra parte, ofrece la posibilidad de evaluar mediante simulaciones la eficiencia de las alternativas de solución o conocer los posibles comportamientos del objeto ante determinadas intervenciones.

La realidad virtual usa los movimientos naturales del usuario para representarlos en el entorno virtual; esto hace posible su utilización en aplicaciones como los videojuegos, la construcción de animaciones y simulación de escenas en el cine, los simuladores que se emplean para entrenar profesionales como los pilotos, programas de diagnóstico en la medicina, etc.

Miglino et al. (2013), plantean la realidad virtual como una herramienta que permite el aprendizaje colaborativo, en donde los conocimientos se van construyendo mediante la experimentación y el aprendizaje progresivo.

Estas características de la VR, hacen que sea posible lograr aprendizajes muy detallados casi en cualquier área del conocimiento, pues la interacción con el objeto de estudio es viable mediante simulaciones, evitando obstáculos de tipo físico o técnico en el manejo de recursos; desde luego, se requiere que los profesionales de la educación

investiguen en ésta área para construir material didáctico acorde a las necesidades escolares.

Esta herramienta de 4RI, tiene gran potencial para el entrenamiento de habilidades físicas en situaciones en donde no se puede hacerlo en el plano real, esto ocurre no solo en el ámbito escolar, sino también en muchos otros ámbitos.

- Cyber Security

Con la virtualización de las actividades económicas y sociales de los individuos, los delincuentes buscan formas de cometer sus delitos también en este contexto; por ello, se hace necesario definir herramientas que garanticen la seguridad de los usuarios a la hora de proteger sus datos personales en especial los relativos al manejo de dinero; estas herramientas y técnicas se conocen como cyber security o ciberseguridad.

Karpesky (2020), la compañía que ofrece un antivirus bastante reconocido con el mismo nombre, define la ciberseguridad como la práctica de salvaguardar computadoras, servidores, dispositivos móviles, sistemas electrónicos, redes y datos de ataques maliciosos.

Navarro et al. (2018), definen la ciberseguridad como la protección de la infraestructura informática o la información que contiene aplicando protocolos, métodos y reglas para minimizar los riesgos a los que pueda estar sometida.

La digitalización de la información personal, hace que el acceso a los datos de los usuarios sea un objetivo para personas inescrupulosas que pretenden usarlos para su propio beneficio; los ataques maliciosos también conocidos como hacking, son una de las mayores preocupaciones de los usuarios y de las empresas, por ello es necesario el establecimiento de mecanismos de defensa contra cualquier posible ciberataque.

Muchas veces, al entrar en determinados sitios web o abrir un mensaje de correo, sin que el usuario lo note, se pueden descargar en el dispositivo tecnológico, paquetes de software maliciosos (malware) que tiene el objetivo de causar un mal funcionamiento en la máquina (virus) o espiar las contraseñas y datos personales del usuario (Spyware); por esto es necesario contar con herramientas de ciberseguridad.

La ciberseguridad es la herramienta que permite salvaguardar la seguridad de la información; por ello, se invierten fuertes sumas de dinero en diseñar y fortalecer las herramientas de defensa cibernética, de acuerdo con Karpesky (2020), el gobierno de los

Estados unidos gasta $13.000 millones de dólares al año en este rubro; esto es un indicador de la importancia actual que tiene la seguridad de la información.

Urcuqui et al. (2018), plantean cuatro métodos para el análisis de las amenazas cibernéticas: el análisis estático que se hace mediante la revisión del código fuente de los programas maliciosos; el análisis dinámico que analiza el comportamiento del malware mientras se ejecuta para conocer sus características; el análisis híbrido que combina técnicas estáticas y dinámicas; y el análisis usando inteligencia artificial que mediante machine learning aprende identificar el malware.

Las técnicas de análisis antes descritas, ponen en evidencia la necesidad de tener profundos conocimientos en programación para descubrir amenazas cibernéticas y saber cómo neutralizarlas; aún si se utiliza machine learning, es necesario parametrizar al sistema para que sepa que debe ser interpretado como amenaza y cómo actuar en caso de que éstas se presenten.

La ciberseguridad es una herramienta de 4RI, que es complementaria a todas las demás herramientas de software y también a las de hardware; tecnologías como cloud computing e inteligencia artificial, así como el desarrollo de la ciencia de datos, están ligadas al fortalecimiento de la seguridad cibernética; todos los sistemas tecnológicos deben contar con un esquema de protección contra ciberataques y es por ello que la protección de la información es tan importante en el marco de la cuarta revolución industrial.

- Blockchain

La necesidad de hacer transacciones comerciales a través de la internet con clientes y vendedores ubicados en diferentes estados, sumado a los costos que genera utilizar el sistema bancario tradicional, dio origen a una nueva forma de pago que utiliza un sistema denominado blockchain (cadena de bloques).

La cadena de bloques es un protocolo de sistema de pago electrónico entre iguales (peer to peer o P2P), que usa criptomonedas (monedas digitales que no son contraladas por los estados), siendo la más popular de ellas Bitcoin; el protocolo establece normas de computación distribuida que garantiza la integridad de la información; la fiabilidad del sistema la logra mediante el registro de los bloques en secuencia (llamados blockchain o cadena de bloques), en la Blockchain miles de usuarios tienen acceso al registro de cada bloque, lo que permite contrastar su validez y evita centralizar la información para no

hacerla susceptible a ciberataques. La blockchain es pública y se protege mediante encriptación (Tapscott y Tapscott, 2017).

Este protocolo permite que un usuario traslade criptomonedas a otro usuario a cambio de algún producto o servicio sin usar intermediarios; la identidad de los usuarios es privada y estos se ponen en contacto mediante un alias; la seguridad de esta transacción la garantiza el hecho de esta se registra en el último bloque de la cadena de movimientos de la moneda, que contiene el historial de todas las transacciones hechas con esa moneda; esta cadena es pública por lo tanto cualquier usuario puede verificar su integridad.

La aparición del blockchain supone la creación de una moneda "universal" que es transable en todo el ciberespacio y que permite comprar o vender productos o servicios en cualquier lugar del mundo; lo anterior determina un cambio en la dinámica monetaria de los países y en el rol de las entidades bancarias.

La tarea de verificar la autenticidad de una cadena de bloques es un trabajo muy arduo que supone muchas horas de trabajo; por ello cuando un usuario asume el desafío y lo logra, es recompensado con criptomonedas; esta actividad se conoce como mining o minado (Arroyo et al., 2019).

El mining supone una fuente de ingresos para aquellos usuarios que deseen ayudar a certificar la autenticidad de una cadena de bloques mediante la o contrastación de la autenticidad de una cadena de bloques por su hash (función de resumen de un bloque de la cadena) y número de bloque; este proceso que es complejo, supone amplios conocimientos de lenguaje de programación Script que es el que se emplea para la creación de cada bloque.

Pese a que el minado supone un mecanismo de control para garantizar la seguridad y autenticidad de las transacciones, los usuarios tienen una clave pública y una clave privada; la clave pública se usa como identificación cuando se va a recibir bitcoins de modo que quien las envía identifica al destinatario por esa clave pública o alias; sin embargo, la clave privada es confidencial y no hay manera de saber a quién le pertenece a menos que el propietario revele su identidad; un usuario genera una clave privada por cada bitcoin y esto permite rastrear el movimiento de cada moneda para evitar que se intente utilizarla más de una vez (Arroyo et al. , 2019).

Por su parte, García (2018) menciona las siguientes técnicas de seguridad aplicadas a la blockchain: El cifrado, esta permite encriptar las claves de los usuarios; el mecanismo de hash que es una función matemática que crea a partir de un conjunto de datos de longitud variable un resultado de tamaño fijo que se añade a los datos de cada bloque lo que lo hace muy difícil y costoso en términos de máquina para descifrar, el Merkle Root verifica criptográficamente la consistencia de la cadena de bloques; los procesos de consenso que implican que como blockchain es un sistema distribuido, existen copias de la información en muchas computadoras y éstas deben ser idénticas, si alguna difiere se descarta como alterada.

Pese a las anteriores técnicas de seguridad, el autor describe los siguientes problemas de seguridad en blockchain: El majority attack o ataque del 51% que implica modificar la información del 51% de los equipos que contienen la información de las transacciones; El Dos o denegación del servicio donde el atacante bloquea nodos para que no puedan recibir información de las transacciones y de éste modo dejar activos sólo los que le convienen; el ataque de carrera que consiste enviar dos juegos de información diferente de la misma transacción; el ataque Sybil que crea nodos fantasma para que los reales no reciban la información; por último, el análisis de tráfico para intentar conocer la identidad de los usuarios ya que la información del tráfico de red no es cifrado.

Desde luego, pese a todas las estrategias de seguridad, no existe una manera cien por ciento segura de manejar el dinero; en la actualidad, a pesar de los grandes esfuerzos en materia de seguridad de los bancos, siguen presentándose delitos informáticos relacionados con transacciones bancarias tanto en el ámbito digital como en el real; por ello, aún si los sistemas monetarios migran a cadenas de bloques, siempre existirá riesgo de ciberataques; de modo que, la blockchain trabaja de la mano de la ciberseguridad para mejorar la confianza de sus usuarios.

Por ahora, las aplicaciones de la blockchain que no sólo son aplicables a la emisión de monedas, sino también a la certificación de autenticidad de firmas y documentos, tienen gran potencial en los bancos, las empresas de seguros (mediante el uso contratos inteligentes), las notarías, la producción de energía en esquema distribuido, la salud (para resguardar las historias clínicas), el sector de la logística, los consorcios y las plataformas (García, 2018).

La cadena de bloques, es una tecnología 4RI que permitirá en un futuro cercano realizar pagos a terceros o certificar autenticidad de identidad o documentos sin ningún tipo de intermediación, de una manera segura; esto sin duda producirá transformaciones en los sistemas financieros, en la recaudación de impuestos, las formas tradicionales de pago, el mercado bursátil, la legislación económica, la producción de papel moneda, el registro de documentos y con ello el rol de notarías, oficinas de registro y registradurías; por ello, su conocimiento y uso es necesario en el diseño de recursos tecnológicos de cuarta revolución industrial.

2.1.1.1.1 Hardware. En esta sección se abordarán las tecnologías de cuarta revolución industrial cuyo desarrollo involucra principalmente la construcción de elementos físicos; es decir aquellas tecnologías que, aunque requieren desarrollos de software, su construcción y desempeño parte de un artefacto tangible. En esta categoría se encuentran el internet de las cosas (IoT), la impresión en 3D, el transporte autónomo, la biotecnología, los wearable electronics , la robótica y la nanotecnología.

- Internet de las Cosas (IoT)

El internet de las cosas conocido como IoT por su sigla en inglés (Internet of Things) es una tecnología de 4RI, en la que se busca conectar máquinas, equipos, software y cosas del entorno a la internet mediante la asignación de una dirección de protocolo de internet única denominada IP, que permite efectuar la conexión sin la intervención humana (Yinghui y Guanyu, 2010).

Navarro et al. (2018), definen el IoT como la integración en todos los elementos, sensores, circuitos y capacidad de conexión y software de los dispositivos para que puedan comunicarse e intercambiar información usando internet.

El diseño de los dispositivos tecnológicos en la actualidad, deben considerar como una de sus características principales, la capacidad del dispositivo para conectarse a internet; ya sea para lograr un mejor funcionamiento o para permitir que los usuarios los controlen mediante ésta tecnología.

El IoT considera un modelo de conexión inalámbrica entre redes de sensores inalámbricos (WSN), redes móviles y actuadores con dispositivos tecnológicos (también llamados Objetos Inteligentes) más una dirección IP; los WSN están dotados de sensores

que permiten la comunicación entre Objetos Inteligentes; de tal modo que un usuario pueda controlarlos vía internet (Cama et al., 2012).

Lo anterior significa, que agregar internet a un desarrollo tecnológico requiere conocimientos en circuitos inalámbricos, manejo de redes, así como un programa que permita el control del dispositivo.

Para Barrio (2018), las principales características de la tecnología IoT son: IoT es una tecnología sensorial ya que maneja información relacionada con temperatura, presión, luz entre otros; es ubicua ya que el internet está disponible en todas partes, convierte a cualquier dispositivo en receptor y fuente de datos así como en blanco de ataques; ofrece comunicación y cooperación entre los objetos; permite detectar, identificar y direccionar los dispositivos; poseen actuadores para manejarse remotamente y rastreadores para ubicarlos; son capaces de procesar información y se comunican con sus usuarios por medio de interfaces.

Estas características definen las condiciones de hardware que cumple un dispositivo que tenga IoT, así como algunos requerimientos de software que debe tener en cuenta el desarrollador cuando diseñe la interface; la característica de vulnerabilidad a ataques cibernéticos por su dependencia de internet, implica que el software debe incluir protocolos de ciberseguridad con el fin de resguardar la información que contenga el dispositivo, en especial lo relativo a los datos personales; por ello, esta tecnología se encuentra asociada a otras como ciberseguridad, cloud computing, robótica e inteligencia artificial.

En resumen, el Internet de las Cosas es una tecnología de comunicaciones que permite adicionar a cualquier dispositivo tecnológico, un sensor inalámbrico que hace posible que este se conecte con otros dispositivos tecnológicos y con la internet, para aprovechar información que de allí necesite, o para que su usuario pueda controlarlo de manera remota desde cualquier lugar. Sus aplicaciones están presentes en el hogar, en el transporte, en la construcción, en los servicios públicos, en la industria, incluso en los sistemas de control de las ciudades; algunos ejemplos de dispositivos con tecnología IoT son las cámaras de vigilancia, los robots de limpieza, los semáforos inteligentes, el alumbrado público o un vehículo autónomo.

En el campo educativo, el IoT está presente en los dispositivos móviles y algunos elementos tecnológicos en el aula como los SmartTV, los computadores o los Smart Video

Beam; en Tailandia se incorporó al aula un dispositivo llamado OBSY (Observation Learning System /sistema de observación del aprendizaje) que busca favorecer el aprendizaje colaborativo en los niños; tiene el diseño de un pulpo con sensores en los tentáculos que obtienen información del entorno; OBSY se orienta hacia las ciencias y la experimentación y les muestra a los niños información que contribuya a su aprendizaje (Pruet Putjorn, 2015).

Experiencias como la antes descrita, permite ver el potencial del internet de las cosas en el ámbito educativo; tal vez haga falta aún diseñar dispositivos que se ajusten a las características de los estudiantes y a sus necesidades de aprendizaje, por esto, el IoT requiere mayor exploración en este ámbito.

- Impresión en 3D

La impresión en 3D es un sistema tecnológico que permite imprimir un diseño 3D; este proceso suele hacerse mediante el uso de impresoras 3D; "Una impresora 3D es una máquina que crea objetos de plástico u otros materiales utilizando un proceso de fabricación de aditivos. La fabricación aditiva produce objetos en una sucesión de capas de la parte inferior, hacia arriba" (Hiemenz y Stratasys, 2011).

Berchon y Luyt (2016), define la impresión en 3D o fabricación aditiva como un conjunto de técnicas de fabricación capa por capa, en un solo paso, a un ritmo medio de dos centímetros por hora; el objeto que se crea puede tener mecanismos, zonas tejidas, zonas entrelazadas, huecos o curvas.

Jorquera (2017), define la fabricación aditiva como el nombre técnico que engloba todas las tecnologías de impresión en 3D, que permiten elaborar objetos tridimensionales a partir de un modelo 3D, mediante la aportación de material en capas hasta crear un objeto tangible.

Las definiciones antes anotadas, señalan que, mediante un diseño en tres dimensiones, es posible construir un objeto que puede tener cualquier forma y cualquier dimensión usando la impresión 3D para hacerlo tangible; la impresora toma el diseño e inicia su elaboración iniciando por su parte más inferior y va agregando una a una las capas que sean necesarias para que el objeto tome la forma que se ha definido en el diseño.

El proceso de impresión en 3D se compone de tres fases: primero se hace el diseño 3D de la pieza que se desea imprimir usando algún programa de diseño asistido (Autocad,

SketchUp, 3DSlash, etc.), para definir las dimensiones de la pieza y su estructura; luego viene la fase del procesado de capas, en donde la impresora transforma el plástico en hilos tan delgados como un cabello y va depositando capas finas del material dándole forma de abajo hacia arriba; por último, se retira la pieza ya impresa de la cámara de la impresora y se lava eliminando el material de soporte que sostenía la pieza en su lugar (Hiemenz & Stratasys, 2011).

El potencial de impresión de cualquier forma o figura, hace posible que las posibilidades de diseño sean infinitas y que se puedan crear piezas únicas que sólo existen en la imaginación del diseñador; por tanto, es posible afirmar que la impresión en 3D requiere capacidad de diseñar, conocimiento de los materiales a emplear y contar con un equipo de impresión.

En una impresora 3D, se pueden imprimir estructuras con formas geométricas diversas, entrelazadas como tejidos, piezas mecánicas, piezas de joyería, piezas odontológicas, piezas de aviones o autos e incluso órganos humanos; se pueden emplear para la impresión plásticos de diferentes tipos, metales y aleaciones de metales, cerámica y se ha experimentado con otros materiales como alimentos, tejidos humanos o animales e incluso con hormigón (Berchon y Luyt, 2016).

Las posibilidades son infinitas cuando es posible darle cualquier forma al diseño y se tiene una gama tan amplia de materiales; las aplicaciones pueden emplearse en diversos ámbitos, logrando que las piezas tengan condiciones de diseño muy específicas y con un alto nivel de perfección; se espera que se diversifique cada vez más la gama de materiales para imprimir en 3D.

La impresión en 3D hace posible construir en físico cualquier diseño 3D; esta tecnología, tiene aplicaciones en el modelado de dispositivos, el desarrollo de prototipos funcionales, el desarrollo de herramientas para la fabricación y para producir productos a menor escala (Hiemenz y Stratasys, 2011).

Con esto en mente, es posible crear grandes piezas de maquinaria o estructura mediante el modelado e impresión de piezas más pequeñas que lo componen, así como también es posible diseñar piezas de tamaño milimétricos que eran muy difíciles de producir de otro modo; la impresión en 3D abre una amplia gama de posibilidades para el diseño en general y la construcción de todo tipo de elementos.

Es importante mencionar que la impresora 3D no es un objeto estándar; Berchon y Luyt (2016), distinguen tres tipos de impresoras según su finalidad: la impresora personal, impresoras profesionales e impresoras industriales; el diseñador puede elegir la versión que mejor se adapte a sus necesidades.

La impresión 3D es una tecnología de cuarta revolución industrial que hará posible la construcción de dispositivos totalmente nuevos, piezas únicas con finalidades diversas e incluso tejidos y partes humanas que permitirán un gran avance en la medicina; se prevé el descubrimiento de nuevos materiales de impresión y mejoras en la velocidad de las impresoras.

- Transporte Autónomo

Transportar significa llevar una persona, animal o cosa desde un lugar hasta otro utilizando un medio de transporte; para el caso, ese medio de transporte no requiere de la operación por parte de un humano para cumplir su objetivo; esta tecnología se encuentra en desarrollo en la producción automotriz de vehículos autónomos. Según Salgado (2019), se puede definir vehículo autónomo de la siguiente manera:

> El vehículo autónomo es un automóvil capaz de imitar las capacidades humanas de manejo y control, percibiendo el medio que le rodea y desplazándose según la dirección o plan de destino autorizado. Éste funciona mediante la combinación de una computadora, una cámara, diferentes sensores y automatismos, los que hacen que el coche se mueva solo. (párr.3)

La accidentabilidad en vehículos terrestres es alta; en Bogotá, cada 5,6 minutos ocurre un siniestro vial; los vehículos con mayor accidentalidad son los automóviles particulares, seguidos de las motocicletas y los taxis (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2019).

Estos datos muestran que por diferentes causas se presenta una alta accidentalidad que involucra a los automóviles y desde luego a sus conductores; por ello y ante diferentes factores que pueden incidir en el desempeño de quien conduce el automóvil, los vehículos autónomos o self driving cars, son una alternativa que busca reducir la siniestralidad vial y como resultante evitar las víctimas.

Waymo (2020), la empresa encargada de diseñar el software del vehículo autónomo de Google, establece que hay una gama de cinco niveles de sistemas autónomos para la

conducción de vehículos: el nivel 0 provee advertencias y asistencia momentánea para puntos ciegos y cambios de carril; el nivel 1 hay apoyo en la aceleración o en el frenado; en el nivel 2 hay asistencia en la dirección, aceleración y frenado; en el nivel 3, los vehículos pueden conducir por su cuenta en condiciones limitadas; en el nivel 4 los vehículos pueden conducir por su cuenta, pero sólo si se cumplen todas las condiciones requeridas; en el nivel 5, los vehículos pueden conducir por su cuenta en todas las condiciones.

Durante la 4RI se espera que se logre total eficiencia en los vehículos con nivel de autonomía cinco, con el fin de disminuir los accidentes de tránsito, mejorar la movilidad y permitir a las personas realizar otras tareas mientras se desplazan de un lugar a otro.

Los vehículos autónomos cuentan con un software que conoce las reglas de tránsito, el mapa de la ciudad y controla el destino, así como la velocidad y el frenado del vehículo; también cuentan con un radar que detecta objetos y mide las distancias creando una imagen 3D del entorno que rodea al vehículo para evitar choques y accidentes. Ya se han presentado diferentes modelos autónomos de marcas como Tesla, Mercedes Benz, Audi, Google y Nissan; también se han exhibido modelos para carga y transporte compartido de Daimler Trucks de EEUU y Alphabet (Salgado, 2019).

El correcto funcionamiento del software de conducción está relacionado con el hardware que se instala en el exterior del vehículo; cada marca de vehículos establece cuantas cámaras se instalan y en qué parte del vehículo, que alcance y exactitud que tiene el radar y cuantos sensores lo alimentarán; por otra parte, un factor determinante en el éxito del software es la calidad de las vías, la señalización de las mismas y las normas de tránsito que la rigen; del mismo modo, elementos externos al funcionamiento del hardware y software pueden afectar el desempeño en términos de seguridad del vehículo autónomo tales como los comportamientos de los peatones, ciclistas u otros actores viales; todos estos elementos deben considerarse en la construcción de este tipo de transporte.

Esta tecnología de cuarta revolución industrial, requiere para su desarrollo de dispositivos que permitan al vehículo conocer su posición y su situación con respecto al entorno, así como la cercanía de peatones y otros actores viales, además, programas que usen esa información de manera efectiva para mejorar el desempeño del vehículo y reducir el riesgo de accidentes.

Las tendencias actuales muestran que la industria automovilística se dirige hacia los vehículos autónomos y eléctricos; La República (2020), haciendo referencia a la feria de tecnología de Las Vegas 2020, concluye que los principales fabricantes de autos están preocupados por reducir las emisiones contaminantes y por ello, empresas como Honda, Toyota, Nissan, Audi, Jeep, Sony y Ford presentaron modelos eléctricos y Toyota presentó un modelo que purifica el aire con sensores especiales; el diario afirma que la movilidad en el futuro también está ligada a la inteligencia artificial y al internet de las cosas de modo que los autos puedan conectarse con otros dispositivos y aprender de los comportamientos de sus usuarios.

Como lo menciona el diario, durante la cuarta revolución industrial se prevé que los vehículos alcancen total autonomía en lo respectivo a la conducción, integrándose con la IoT y la IA; se espera también que se logre una importante reducción de emisiones contaminantes al hacer la transición de combustibles fósiles a electricidad.

- Biotecnología

Para Sasson (1984), " las biotecnologías consisten en la utilización de bacterias, levaduras y células animales y vegetales en cultivo, cuyo metabolismo y capacidad de biosíntesis están orientados hacia la fabricación de sustancias específicas."(p.11) ProArgentina (2005), define la biotecnología de la siguiente manera:

> la aplicación de la ciencia y de la ingeniería en el uso directo o indirecto de organismos vivos o parte de ellos, en sus formas naturales o modificadas, en una forma innovadora para la producción de bienes y servicios o para la mejora de procesos industriales existentes (p.3)

Morcillo et al. (2013), por su parte, definen la biotecnología como la utilización deliberada de agentes biológicos para aplicarlos en procesos técnicos que buscan manufacturar productos u obtener servicios.

El desarrollo de la biotecnología está ligado al conocimiento de los organismos y sus interacciones con el entorno; esta ciencia se vale de conocimientos propios de la biología y la genética para sacar provecho de estas interacciones a gran escala y usarlas en la industria, medicina, producción de alimentos u otros.

La biotecnología combinada con otras ciencias como la Ingeniería Química, la Microbiología o la Genética, aprovechan los microorganismos para producir sustancias y

compuestos esenciales para mejorar la condición humana; a través de esta tecnología, se han producido descubrimientos tales como los antibióticos, las vacunas, las vitaminas, las hormonas, los biopolímeros, los pesticidas y biocombustibles entre otros (Sasson, 1984).

ProArgentina (2005), establece sectores en los que la biotecnología ha tenido avances en la agricultura, la industria alimenticia, la ganadería, la salud humana, la industria y el medio ambiente.

Morcillo et al. (2013), determina que las aplicaciones de la biotecnología se dan en la agricultura, la industria y últimamente en el estudio de la genética.

Desde luego, hay cierto consenso en cuanto a las aplicaciones de la biotecnología, por lo que ha sido su desarrollo histórico y la multiplicidad de productos que disfrutamos hoy en día gracias a su evolución, tales como el vino, el pan, el yogurt, la cerveza o aplicaciones en salud como las vacunas o los antibióticos, así como técnicas para mejorar la producción de alimentos como los cultivos transgénicos o el mejoramiento nutricional de los frutos y el desarrollo de materiales biodegradables o técnicas para el tratamiento de aguas.

En la actualidad, en la Biotecnología se investiga de manera interdisciplinaria con especialistas de otras áreas como neurobiólogos, inmunólogos, farmacólogos, físicos e ingenieros; esto genera como resultante aplicaciones en microbiología industrial, ingeniería genética, anticuerpos monoclonales, aplicación de la computación, tecnología de fermentadores, síntesis de péptidos, síntesis de nucleótidos, síntesis de carbohidratos, tecnología de purificación y tecnología analítica; se han hecho grandes descubrimientos en el campo de la salud, la industria, la producción de alimentos y el cuidado del planeta(Delgado, 1998).

Una de las ciencias que en la actualidad está trabajando interdisciplinariamente con la biotecnología y de la cual se esperan grandes avances, es la ingeniería genética que busca modificar la información genética de las células.

Según Morcillo et al. (2013), la ingeniería genética pretende modificar el genoma de un organismo para transferir unidades específicas de información genética de un organismo a otro.

Estas modificaciones genéticas, tienen por objetivo lograr un mejoramiento en la producción de las plantas, así como la resistencia a las enfermedades; también busca

mejorar algunas especies animales y a nivel del ser humano, tratar algunas enfermedades o conseguir su cura.

La interdisciplinariedad de la biotecnología para su desarrollo, determina que puede requerir de diversas áreas del conocimiento; en el caso de la tecnología, ésta debe dar soporte desde el punto de vista de hardware y software para poder procesar la información de esa disciplina; máquinas para tomar o procesar muestras, dispositivos para almacenar la información, programas para procesar datos entre otros, son la contribución que se espera de parte de la tecnología para la biotecnología.

Las aplicaciones de la Biotecnología se dan en diversos ámbitos y posiblemente durante la 4RI amplíen su aplicación en campos como la impresión 3D, la Robótica o los Tecnológicos Vestibles; su naturaleza interdisciplinaria hace que cada vez se encuentren más ámbitos de aplicación y que se logren más descubrimientos.

- Wearable Electronics

Los wearable electronics o tecnología vestible, hace referencia a prendas que se elaboran con textiles inteligentes más conocidos como e-textiles; Stoppa y Chiolerio (2014), los definen como "telas que cuentan con dispositivos electrónicos e interconexiones tejidas en ellos, presentando flexibilidad física y tamaño típico que no se puede lograr con otras técnicas de fabricación electrónica existentes" (p. 11957).

Por su parte para Wilson y Teverovsky (2012) "Los textiles electrónicos (e-textiles) son textiles que son, o son parte de, componentes electrónicos que crean sistemas capaces de detectar, calentar, iluminar o transmitir datos" (p.156).

Esta tecnología representa la unión de dos técnicas: el diseño de prendas y el diseño de circuitos; la fusión de estas tecnologías, hace posible que las personas integren a su biología (ya que todo el mundo usa ropa), componentes electrónicos en forma de prendas que además de mantener la temperatura corporal, realizan otras funciones que actualmente requieren el uso de algún dispositivo externo, tales como medir el ritmo cardiaco, la temperatura corporal, guardar información o navegar en la internet.

Las prendas elaboradas con e-textiles, lucen igual que las telas tradicionales y ofrecen tres funcionalidades: la primera es pasiva, es decir solo detectan el entorno del usuario usando sensores; la segunda detecta y reacciona ante estímulos con un actuador y la

tercera siente, reacciona y adapta su comportamiento con base en las circunstancias (Stoppa y Chiolerio, 2014).

Hari (2012), expresa que los e-textiles harán realmente portables a las computadoras porque incluyen procesadores, baterías, micrófonos e incluso altavoces; también se espera que estos textiles contengan nanotubos, que disminuirán el tamaño de los componentes.

Se prevé que las prendas elaboradas con e-textiles tengan aplicaciones en los campos de la medicina, el deporte, el arte y la investigación aeroespacial; sin embargo, aún se está explorando en el campo de la fabricación de las telas, pues se requiere que éstas sean cómodas al utilizarlas y a un bajo costo de producción.

En la actualidad se desarrollan proyectos para producir electrotextiles (textiles que conducen electricidad), transistores en hilos, circuitos en fibras, tintas conductoras, sensores elásticos y electroquímicos, textiles con acumuladores de energía corporal, tarjetas de circuitos impresos en telas, prendas con antenas integradas, fibras metálicas, recubrimiento de fibras e interconexiones elásticas (Stoppa y Chiolerio, 2014).

Cork(2015), menciona entre algunas empresas ya dedicadas a la producción de prendas que incluyen antenas, sensores, núcleos, conductores, antiestáticos entre otras: Statex, Syscom, Aracon, Quigdao Hengtong, Nobel Biomaterials y R-Stat; el número de compañías que investigan en esta área y se dedican a la producción de estos elementos es un claro indicador del potencial que tiene este mercado.

La producción de prendas que contengan componentes electrónicos, abre una puerta al diseño de un sin fin de aplicaciones tecnológicas para las prendas, ya que son un elemento necesario para todos los individuos; se espera que durante la cuarta revolución industrial se logre el perfeccionamiento y diversificación de prendas cómodas e inteligentes.

- Robótica.

Los robots han ido incursionando en campos como la industria, el comercio, la salud, la investigación e incluso han ingresado a nuestros hogares en forma de electrodoméstico; el diseño y construcción de los mismos se ha convertido en un campo denominado Robótica.

Reyes, (2011) define así: “La Robótica es una disciplina científica que aborda la investigación y desarrollo de una clase particular de sistemas mecánicos, denominados

robots manipuladores, diseñados para realizar una amplia variedad de aplicaciones industriales, científicas, domésticas y comerciales." (p.41)

Torres (2012), puntualiza la robótica como una rama de la tecnología que diseña y construye máquinas para hacer tareas repetitivas o peligrosas para las personas.

La Robótica es una disciplina transversal que se interrelaciona con diferentes áreas del conocimiento para definir la arquitectura y funcionamiento de los robots. Según Reyes (2011):

> El término Robot viene de la palabra checa "robota" y significa trabajo; fue introducido a nuestro vocabulario por el dramaturgo Karel Capec en 1921 en su novela satírica Rossum's Universal Robots, donde describe al robot como una máquina que sustituye a los seres humanos para ejecutar tareas sin descanso (p. 43).

Subir (2008), define el término robot como un dispositivo multifuncional programable capaz de realizar diversas tareas; los robots pueden ser industriales (diseñados para mover piezas, herramientas o dispositivos), no industriales (que realizan tareas de servicio) y para usos especiales (que son los que actúan en ambientes distintos de la industria).

El diseño de robots requiere de dos líneas de trabajo: el hardware y el software; en la primera se define el tipo de robot que se desarrollará y con base en las tareas que ejecutará se diseñan las partes físicas del robot; en la segunda, se construyen los programas que permitirán controlar las funciones del robot.

Lo anterior indica que el robot tiene como finalidad reemplazar a los humanos en la realización de tareas; este hecho ha producido fenómenos de desocupación de los trabajadores, lo que ha generado profundos efectos sociales, pues las industrias prefieren invertir en robots que en salarios de trabajadores ya que las máquinas no se cansan, no se enferman y hacen su trabajo con exactitud; por esto las máquinas han desplazado a los humanos de algunas ocupaciones.

De otra parte, algunos trabajos resultan peligrosos o perjudiciales para la salud humana, en estos casos, el uso de robots ha sido un factor positivo en el cuidado de la vida y la seguridad de los humanos. La inclusión de robots en la industria ha obligado a los trabajadores a capacitarse para desarrollar tareas en los que no pueden ser reemplazados por máquinas que incluyen habilidades como la creatividad y la interacción humana.

En el desarrollo de la 4RI, el desplazamiento de humanos a causa de la tecnología vuelve a ser una preocupación mayor; Frey y Osborne (2013), en su estudio de probabilidad de computarización de los trabajos, analizaron 702 ocupaciones que desarrollan humanos actualmente; el estudio encontró 170 oficios que tienen más de un 90% de probabilidad de automatizarse, 92 que tienen más del 80%, 55 que tienen más de un 70%, 51 que tienen más un 60%, 31 que tienen más de un 50% y 298 que tienen menos del 50%.

Lo anterior significa que al menos la mitad de los trabajos podrían computarizarse durante la cuarta revolución industrial lo que implica que miles de millones de personas en el mundo serían reemplazados por máquinas con la consecuente crisis social que generaría tal pérdida de empleos.

En consonancia con este estudio, el World Economic Forum (2018) en su reporte Future of Jobs, encontró que para el año 2022, el 37% de las empresas usarán robots estacionarios, 33% usarán robots movibles, el 23% usarán robots humanoides y el 19% robots sumergibles; esto desde luego implica que muchas de las tareas que actualmente desarrollan las personas serán asumidas por estas máquinas.

En el mismo sentido, (Manyika et al., 2017) encontraron que $15 billones de dólares en salarios, pueden dejar de ser pagados automatizando actividades que tienen al menos un 30% de probabilidad de ser efectuados por máquina, tan solo en los Estados Unidos; esta cifra es enorme y representa el trabajo de millones de personas.

Los hallazgos ya descritos, muestran la tremenda incidencia que tendrá en la industria y a nivel social, la masificación de los desarrollo robóticos y su implantación en diferentes ámbitos; si bien su inclusión disminuye los riesgos laborales para los empleados, pueden causar un drama social a raíz de la pérdida masiva de empleos.

Por lo anterior, es muy importante que los trabajadores se capaciten para que puedan ocupar otros trabajos en los que los humanos sean mejores que los robots.

- Nanotecnología.

La nanotecnología se refiere a desarrollos tecnológicos con tamaño muy pequeño a nivel de la nanoescala; es decir tamaños cercanos al 0,000000001 metros. Taniguchi (1974), define la nanotecnología como un conjunto de técnicas que permiten fabricar dispositivos tecnológicos con una precisión del orden de 1 nanómetro.

Bermejo y Serena (2017) por su parte, definen la nanotecnología como una ciencia que "pretende controlar a escala atómica la construcción de estructuras con un control último de su composición, tamaño, forma y ubicación, con la finalidad de formar estructuras más complejas" (p.22).

La nanotecnología implica que es posible miniaturizar diversos elementos, cuyo tamaño es más conveniente si es microscópico, ejemplo de ello podrían ser dispositivos que permitan tomar muestras médicas, elementos que pudiesen ser introducidos en el cuerpo para tratar enfermedades, dispositivos para descontaminar ríos, desarrollos para descomponer materiales no biodegradables, prótesis para rehabilitación, etc.

Esta tecnología de 4RI, combina técnicas para lograr desarrollos a nivel atómico, molecular y aún supramolecular; esto supone que el comportamiento de los materiales de estas tecnologías se rigen por las leyes de la mecánica cuántica y su manipulación requiere de herramientas que aún están en desarrollo; por ello, la nanotecnología integra disciplinas como la Química, la Física, la Biología, la Ingeniería, la Medicina, la Ciencia de Materiales y la Computación (Serena y Correira, 2003).

Es tanta la proyección de la nanotecnología en todas las áreas, que se han invertido grandes sumas de dinero en su investigación; ejemplo de ello es la inversión prioritaria que la unión europea ha hecho en su financiación, asumiéndola como una tecnología facilitadora de la competitividad industrial (Bermejo y Serena , 2017).

Como ya se estableció, la nanotecnología es multidisciplinar tanto en su desarrollo como en sus aplicaciones; en el caso de la tecnología, los aportes que puede hacer a la nanotecnología están relacionados con el diseño de instrumentos de manipulación de la materia a escalas moleculares y desarrollo de software tanto para el proceso de la información proveniente de la investigación, como para el control de las herramientas y el control de los dispositivos resultantes de la nanotecnología.

Resultante de la física cuántica, nació la Nanociencia, gracias a la idea de utilizar estructuras atómicas sobre átomos planteada por el Dr. Richard Feynman en el año de 1952; la nanotecnología permite caracterizar los nuevos avances tecnológicos desenvueltos por la nanociencia; cuyo principio es controlar y manipular la materia en una escala menor que un micrómetro, esto es a nivel de átomos y moléculas (Quintili, 2012).

Las aplicaciones de la nanotecnología podrían darse en diversos campos como la medicina, la producción de energía, la producción de alimentos y la industria; su desarrollo podría generar una nueva revolución industrial en la que los materiales para producir cambiarían totalmente.

2.1.1.2 Habilidades de 4RI. La real Academia Española de la Lengua, define habilidad como "Cada una de las cosas que una persona ejecuta con gracia y destreza." (Real Academia Española, 2019).

Con base en lo hallado durante la fase de construcción del estado del arte en relación a las habilidades de cuarta generación industrial (Crovi Druetta, 2017; Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard et al., 2017; Lubis et al., 2019; Manyika et al., 2017; Manpower Group, 2018; Romero et al., 2016; Frey y Osborne, 2013; Dombrowski y Wagner, 2014; Ghislieri et al., 2018; Sook Young, 2018; Kurniawan et al., 2019; Pérez Betancur, 2016) y la revisión teórica de las tecnologías presentes en la cuarta revolución industrial desarrollada en la sección anterior, se pudo establecer, una serie de acciones que una persona debería estar en capacidad de ejecutar o que debería saber en el marco de la cuarta revolución industrial.

Las siguientes, son las habilidades que se ha determinado se requieren durante la cuarta revolución industrial:

- Uso de las tecnologías de 4RI
- Diseño tecnológico
- Programación
- Circuitos
- Desarrollo web
- Manejo de Datos
- Diseño 3D
- Influencia social
- Inteligencia emocional
- Negociación
- Comunicación
- Construcción de relaciones
- Razonamiento

- Pensamiento analítico
- Pensamiento crítico
- Creatividad e innovación
- Resolución de problemas
- Aprendizaje activo
- Autoaprendizaje
- Liderazgo
- Iniciativa
- Persistencia
- Manejo del tiempo
- Toma de decisiones
- Profesionalismo
- Empatía
- Colaboración y cooperación
- Mentalidad sostenible
- Comprensión de la sociedad y ciudadanía digital
- Adaptabilidad

Estas habilidades han sido agrupadas en dos grandes categorías: habilidades técnicas y habilidades blandas.

La Real Academia de la Lengua Española (2019), define técnica como la habilidad para ejecutar una actividad, un procedimiento o utilizar unos recursos en determinado campo, ciencia o arte; para éste estudio, las habilidades técnicas están relacionadas con el uso de las tecnologías 4RI o los conocimientos y destrezas necesarias para el desarrollo de tecnologías 4.0.

Las habilidades blandas, tienen que ver con aptitudes y comportamientos; en términos de la UNESCO (2013) son "habilidades de comunicación, pensamiento lógico y otras habilidades sociales" (p.93). De modo que, están asociadas al desempeño mental, social y emocional del individuo en todas sus interacciones.

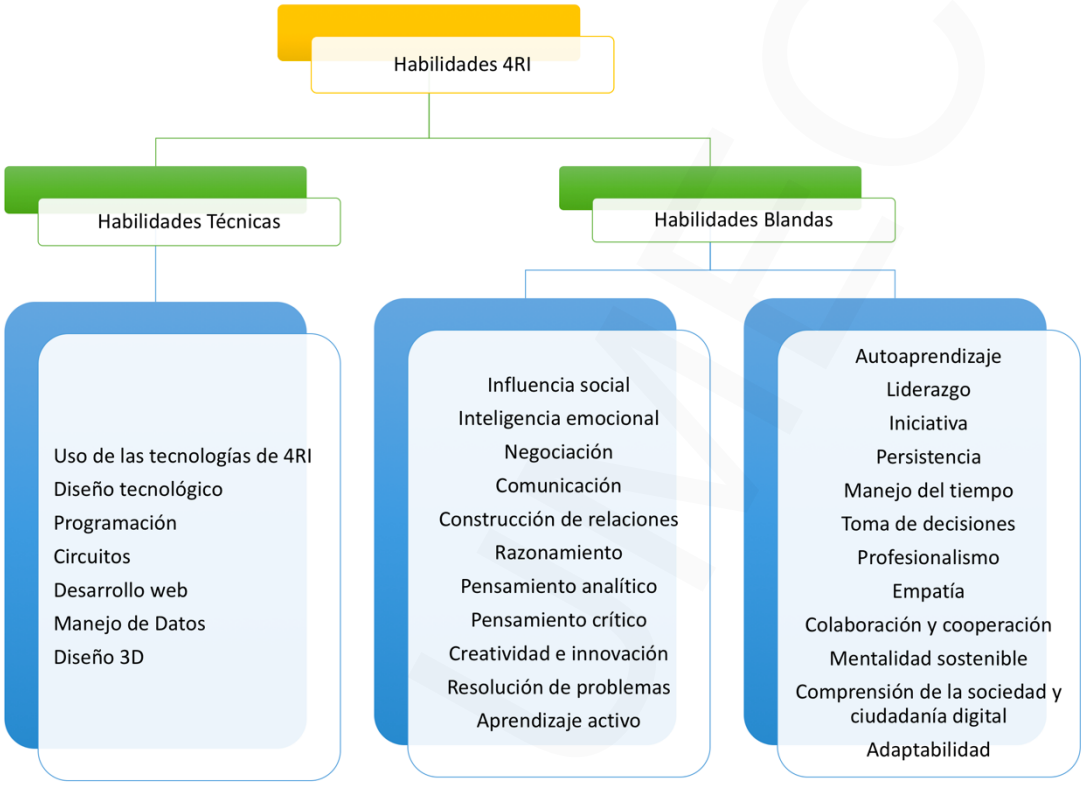
Con fundamento en las características que implica de cada tipo de habilidad y la concepción de habilidad técnica y habilidad blanda que se describió anteriormente, se ha

REPOSITORIO UNEG

definido a que grupo pertenece cada una de ellas; en la Figura 3 se muestra la clasificación de las habilidades de cuarta revolución industrial.

Figura 3

Habilidades de Cuarta Revolución Industrial (4RI)



Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de Crovi Druetta, 2017; Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard et al., 2017; Lubis et al., 2019; Manyika et al., 2017; Manpower Group, 2018; Romero et al., 2016; Frey y Osborne, 2013; Dombrowski y Wagner, 2014; Ghislieri et al., 2018; Sook Young, 2018; Kurniawan et al., 2019 y Pérez Betancur, 2016.

A continuación, se desarrollarán con detalle las habilidades técnicas y las habilidades blandas en lo relativo a la cuarta revolución industrial.

2.1.1.2.1Habilidades Técnicas. Las habilidades técnicas tienen que ver con el uso, manipulación y construcción de recursos; Spirovska (2015), define las habilidades técnicas o hard Skills como los conocimientos y la experiencia en un área del conocimiento; Trumble y Stevenson (2002), las definen como las acciones psicomotoras o la facultad mental disponible o adquirida mediante la práctica o el aprendizaje acerca de un oficio o profesión definida.

En concreto, las habilidades técnicas están asociadas al conocimiento y a la destreza para realizar alguna actividad; de modo que cuando se desarrolla determinada tarea, siempre están implícitos el conocimiento previo y la destreza; es decir, un componente mental y uno físico, que se entrelazan para lograr un objetivo y que van mejorando en la medida que la actividad se hace repetidamente generando experiencia; estos dos elementos no pueden funcionar el uno sin el otro porque son complementarios; por lo regular todas los oficios o profesiones requieren que quien las realiza cuente con ciertas habilidades técnicas.

Para el caso de tecnología, la UNESCO (2005), establece tres niveles de habilidades tecnológicas : el primer nivel corresponde a las nociones básicas de tecnología que implica la comprensión y el uso básico de tecnologías; el segundo nivel denominado profundización de conocimientos, que busca desarrollar habilidades en el uso de conocimientos tecnológicos parta resolver problemas reales; el tercer nivel, se llama creación de conocimientos que intenta desarrollar la innovación, producir nuevos conocimientos y sacar provecho de los mismos.

Evidentemente, los niveles de habilidades técnicas en tecnología planteados anteriormente, ponen en claro que la 4RI requiere que los docentes y estudiantes alcancen el tercer nivel en donde para producir desarrollos tecnológicos que permitan transformar el contexto.

De otra parte, Patacsil y Tablatin (2017), plantean dos niveles de habilidades técnicas en tecnología: Unas habilidades básicas o de entrada que están relacionadas con el uso de los dispositivos, la capacidad de dar soporte en el uso de los mismos y el manejo de redes; el nivel avanzado, abarca habilidades como el conocimiento de aplicaciones de software estándar, conocimiento de lenguajes de programación y la capacidad de diseñar.

Las habilidades técnicas en tecnología descritas anteriormente, plantean la necesidad de usar los conocimientos en el área, para el desarrollo de aplicaciones tecnológicas ya sea en el diseño y construcción de software o en el diseño y ensamble de artefactos que permitan dar solución a problemas reales.

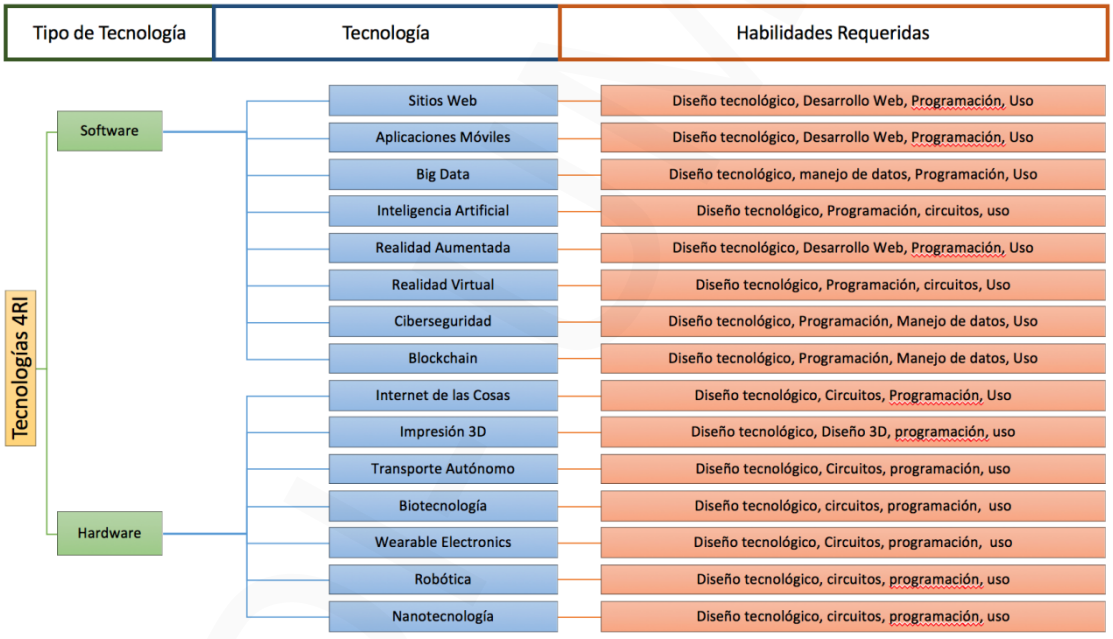
En el marco de la 4RI y con base en la revisión teórica de las investigaciones mencionadas anteriormente, así como en el desarrollo teórico de la sección anterior, se han

establecido las habilidades técnicas que se requieren para las tecnologías 4.0. La figura 4 muestra esa relación.

Llegar al último nivel de habilidades técnicas tecnologías, requiere determinar qué habilidades son necesarias para utilizar o generar desarrollos con estas tecnologías; estas habilidades permiten al individuo integrarse mediante su uso manipulación para crear e innovar; esto significa, aquellas habilidades que le permitan obtener el mayor potencial de las tecnologías de 4RI, mediante el uso práctico de sus conocimientos acerca del funcionamiento de las mismas y su capacidad para crear o modificar sus aplicaciones con el fin de mejorar su rendimiento.

Figura 4

Habilidades Técnicas que Requieren la Tecnologías 4RI

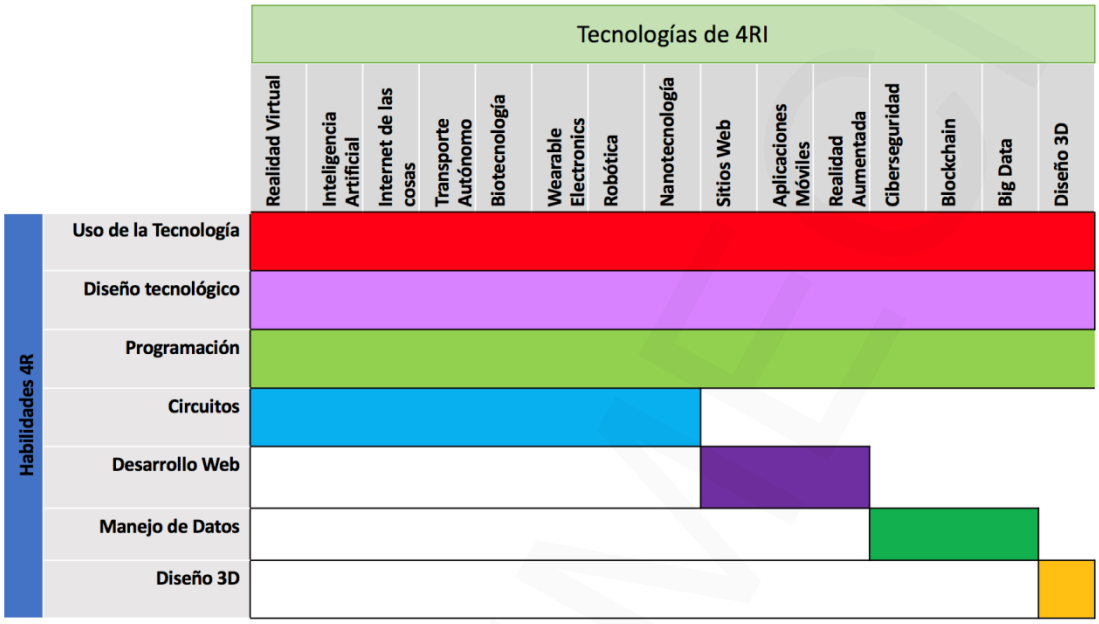


Fuente: Elaboración propia a partir de Liao et al., (2018); Chung y Kim (2016); Alonso – Calpeño et al.,(2019); C Glenn et al., (2016); González García (2018); Mantilla Avendaño y González - Pérez (2015).

Como se puede apreciar, algunas habilidades 4RI se repiten en varias tecnologías; tres de éstas habilidades técnicas son transversales a todas las tecnologías, una aplica para ocho tecnologías, dos tienen un rango de tres tecnologías y una de las habilidades, solo corresponde a una tecnología; esta información se visualiza en la Figura 5.

Figura 5

Consolidado de Habilidades Técnicas por Cada Habilidad 4RI



Fuente: Elaboración propia a partir de Liao et al., (2018); Chung y Kim (2016); Alonso – Calpeño et al., (2019); C Glenn et al., (2016); González García (2018); Mantilla Avendaño y González-Párez (2015).

A continuación, se desarrollarán cada una de las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial que se enunciaron anteriormente.

- Uso de las Tecnologías 4RI

Schwab (2016), plantea que los desarrollos tecnológicos de cuarta revolución se clasificarán principalmente en tres tendencias: físicas, digitales y biológicas; dentro de las físicas destaca el transporte autónomo, la impresión en 3D, los robots avanzados y los nuevos materiales; en la tendencia digital menciona el internet de las cosas (IoT), las cadenas de bloques o blockchain y las plataformas digitales; en la tendencia biológica menciona el secuenciamiento genético, la biología sintética y la ingeniería genética; estas tecnologías conocidas como tecnologías 4.0 o tecnologías de cuarta revolución industrial; generarán grandes impactos en la economía, el gobierno, la sociedad y los comportamientos humanos; estarán presentes en todos los ámbitos y será necesario que los individuos interactúen con ellas constantemente.

La necesidad de interactuar con esas tecnologías, define como primera habilidad fundamental, la capacidad de operar las tecnologías 4.0; algunas de ellas ya se encuentran al alcance de todos como las plataformas digitales, la realidad virtual o aumentada, los dispositivos con internet (IoT), robots medianamente especializados como los cajeros electrónicos, los puntos electrónicos de pago entre otros, o el bitcoin que es una primera versión del sistema blockchain; otras se encuentran en desarrollo como la inteligencia artificial, el transporte autónomo, los tecnológicos vestibles, la impresión en 3D entre otros.

Según Cegarra (2012) "Cada tecnología tiene un lenguaje propio, exclusivo y técnico, de forma que los elementos que la componen queden perfectamente definidos, de acuerdo con el léxico adoptado para la tecnología específica"(p.19).

Lo anterior, significa que la comprensión de una tecnología lleva implícitos una serie de elementos teóricos asociados a dicha tecnología; por ello para entender aspectos, como su finalidad, las formas de uso y/o aplicaciones, es necesario hacer un acercamiento teórico a cada tecnología; para el caso, esto se hizo en la sección anterior.

En lo relativo al desarrollo de habilidades de uso de cada tecnología, se entiende la palabra usar, como hacer servir un elemento para algo (RAE, 2019); esto significa que usar una herramienta tecnológica implica que además de conocer el propósito y posibilidades de la misma, se sepa cómo ponerla en marcha y hacerla producir los resultados esperados.

El uso de las herramientas 4RI, está unido a otras habilidades tales como la programación, el diseño, el conocimiento en circuitos o en análisis de datos; estas habilidades serán estudiadas en detalle en la siguiente sección.

A manera de conclusión, podría decirse que conocer aquellas aplicaciones tecnológicas más comunes y la forma como se emplean, comprendiendo que evolucionan rápidamente y que cada vez estarán más integradas a las actividades cotidianas, será absolutamente necesario para los ciudadanos 4.0.

- Diseño Tecnológico

El Foro Económico Mundial, plantea como una de las habilidades 4RI el diseño y programación de tecnología (World Economic Forum, 2018); esto implica que el individuo debe tener la capacidad de diseñar dispositivos tecnológicos funcionales.

Para Simon (1996), el diseño tecnológico tiene por finalidad construir artefactos materiales que tienen la intención de cambiar situaciones existentes que pueden ser problemáticas a otras que son preferibles; mediante el uso de herramientas de tipo teórico, que permitan establecer estrategias para resolver un problema.

Para Zimmerman (2002), un diseño es un proyecto que busca dar una solución a un problema; el diseñador debe en primer lugar conocer bien el problema, su situación y sus características; conocer los materiales con los que puede fabricar el objeto que va a construir, así como su naturaleza y las propiedades que poseen esos materiales.

El diseño de un artefacto, sigue un proceso de detección, elección, sintetización y decisión; los artefactos resultantes del diseño tecnológico poseen mecanismos internos que se encuentran supeditados a las leyes naturales, operan de manera óptima en determinados contextos y su función es satisfacer el propósito para el que ha sido diseñado (Simon, 1996).

Lo expresado por el autor significa que el diseño de un dispositivo tecnológico inicia con la detección de una situación problemática, que puede ser solucionada mediante un artefacto tecnológico, el diseñador debe obtener toda la información de tipo teórico, que le permita establecer cuáles son las posibles alternativas de solución, elegir las que son viables y decidir cuál es la mejor manera de resolver el problema.

En referencia a los materiales, en el caso del diseño tecnológico, algunas veces el proyecto que se desea construir no es un elemento físico, sino se trata de un programa o una aplicación; por ello en estos casos en lugar de pensar en materiales tangibles, se analizan los lenguajes de programación indicados, que el producto final puede ser empleado por X público, que funcione bien en diversas plataformas, etc.

Hevner y Chatterjee (2010), definen el diseño como un conjunto de instrucciones basadas en conocimientos que le agregan valor a las cosas que la gente usa; en ingeniería, corresponde a la generación y evaluación de especificaciones para que los artefactos logren los objetivos establecidos; en software, es un proceso que es consciente, mantiene las preocupaciones humanas en el centro, es una conversación con los materiales, es creativo, tiene consecuencias sociales y es una actividad social; en el caso del diseño de sistemas de información, se ocupa de la construcción de recursos de software que resuelven un problema humano de manera eficiente.

La anterior definición, unifica el diseño, sea de artefactos o de software como una creación para resolver problemas de manera eficiente; sea esta solución un artefacto o un programa.

Cuando se va a diseñar un software, se debe desarrollar un proceso que garantiza la calidad del resultado; O'regan (2017), define las siguientes fases para el diseño de software: Gestión del proyecto, definición de requisitos, codificación, revisión por pares, prueba, selección de proveedores y gestión, auditoría, medición, mejora, atención al cliente y mantenimiento.

En términos generales, diseñar un software lleva implícito una fase donde se concibe la idea o se percibe la necesidad, luego se define como lucirá la aplicación y que funciones desarrollará, después se determina la infraestructura tecnológica que requerirá y los lenguajes de programación más apropiados, a continuación, se hace la diagramación, programación y pruebas del software, posteriormente se implementa y se verifica que funcione correctamente y por último se hacen las mejoras correspondientes y se presta acompañamiento a los usuarios.

La habilidad de diseñar dispositivos tecnológicos para resolver problemas reales, es sin duda uno de los mayores retos de la cuarta revolución industrial, algunos estudios han encontrado que en la actualidad los usuarios de tecnologías 4.0 presentan más habilidades en el uso de las herramientas tecnológicas que en la producción de contenidos o nuevas aplicaciones de las mismas; (Crovi Druetta, 2017; Lubis, Absah y Lumbanraja, 2019; Manyika et al., 2017; Manpower Group, 2018; Romero et al., 2016; Dombrowski y Wagner, 2014; Ghislieri et al., 2018; Kurniawan et al., 2019; Pérez Betancur, 2016) así que son meros usuarios; el diseño tecnológico implica pasar del lado del consumidor al de creador.

Como se dijo, en la actualidad, no siempre las soluciones tecnológicas corresponden a un elemento de tipo tangible; muchas de ellas son desarrollos de software a los que se accede mediante dispositivos con conexión a la internet; este diseño es conocido como diseño web; según Pérez (2003), es definido como como:

> Actividad que se centra en el desarrollo de métodos para producir información digital, dirigida al usuario/lector, cuyo soporte es el documento digital propiamente

> dicho, en el marco de una estructura determinada .Comprende el diseño, creación y producción de información digital dirigida al usuario final. (p. 2)

La mayoría de aplicaciones de software que se desarrollan en la actualidad suelen alojarse en la nube, para que los dispositivos móviles o con conexión a la red puedan acceder a ellas; por esto, el diseño web es una de las habilidades de cuarta generación con mayor demanda en los tiempos actuales.

De otra parte, en lo relativo al diseño de dispositivos físicos, Riba (2002), establece que se deben considerar los tres entornos donde convivirán los dispositivos: entorno productivo (donde se produce), utilización (funciones, mantenimiento entre otros) y social (ergonomía, impacto ambiental, etc.); actualmente de emplea el enfoque de ingeniería concurrente que integra el diseño y desarrollo de los productos considerando tanto el producto como los recursos humanos y materiales que requiere su producción.

Este autor plantea que los productos recorren un ciclo de vida que tiene las siguientes etapas: Decisión y definición donde se establece un problema o necesidad que debe ser resuelto; diseño y desarrollo, en esta fase, se concibe el producto y se concretan los detalles de su funcionalidad; fabricación, aquí se desarrollan las actividades efectivas para su construcción; distribución y comercialización, esta es la fase que hace útil el producto, utilización y mantenimiento, aquí el producto desempeña la actividad para la que fue elaborado; por último el fin de vida que es cuando el producto deja de ser útil.

Diseñar un dispositivo implica no solo la concepción de una solución tecnológica de un problema, sino también, considerar las implicaciones que tendrá el elemento en los diferentes ámbitos, sus consecuencias sociales, ambientales, económicas, culturales y para la salud; el diseño debe intentar minimizar los efectos negativos del desarrollo tecnológico.

En cuanto a la fase de diseño, Riba (2002) define un ciclo básico de diseño que permite resolver problemas; el primer paso es el análisis donde se definen las especificaciones del dispositivo; el segundo paso es la simulación donde se crean prototipos que permitan simular el comportamiento del objeto; el tercero es la evaluación que permite determinar la eficiencia del dispositivo y por último la decisión que permite realizar los reajustes al prototipo y elegir el diseño mas apropiado.

Éste autor menciona que la fase de diseño debe aplicar los anteriores pasos reiterativamente durante cuatro fases: la definición del producto que permite establecer

límites y posibilidades del problema; el diseño conceptual que genera diversas alternativas de solución para elegir la mejor; el diseño de materialización que define piezas, componentes, enlaces, uniones y otros elementos que se harán realidad el dispositivo, así como materiales, herramientas y técnicas necesarias; el diseño de detalle que a partir de la fase anterior procede a la elaboración de planos de partes en detalle.

Diseñar un dispositivo requiere además de conocimientos, de una serie de habilidades que le permitan al diseñador observar los problemas, proponer la soluciones y valorar las implicaciones del desarrollo tecnológico que está planteando.

- Desarrollo Web

En el apartado anterior se abordó el diseño de sitios web; estas aplicaciones o plataformas requieren para su diseño de un componente Front End y uno Back End.

Platzi, una de las plataformas digitales de enseñanza de diseño web líder en Latinoamérica, define el componente Front End como "la parte de un sitio web que interactúa con los usuarios, por eso decimos que está del lado del cliente" (Platzi, 2018, párr. 1).

Antes de iniciar como tal la escritura del código, se debe planificar la interfaz gráfica del sitio web; Córcoles y Montero (2014), consideran los elementos a incluir en la interfaz web buscando un equilibrio entre los mismos de manera que se pueda lograr un impacto visual; esto se alcanza teniendo en cuenta los factores psicosomáticos del sistema nervioso que facilitan el contacto visual con el mensaje, factores de tipo cultural que influyen en la interpretación de los estímulos y experiencias compartidas con el entorno usando conceptos ampliamente arraigados.

Los autores recién citados señalan que un sitio web debe alcanzar un equilibrio visual de los elementos que conforman la página o una tensión compositiva, que busca desviar la mirada del usuario a algún punto particular del contenido; también, se requiere un buen manejo del color, los tipos de fuente y lo íconos en cada uno de los elementos que componen la página.

El diseño de la interfaz gráfica está ligada a la identidad del sitio; por lo general las empresas o instituciones propietarias de un sitio usan elementos y colores distintivos que definen en gran medida el diseño gráfico del sitio; el rol del diseñador es establecer la

ubicación, tamaño y utilidad de esos elementos conservando la filiación de los mismos con los rasgos distintivos del propietario.

En otras palabras, el componente Front End es la parte del programa, aplicación o sitio web que el usuario puede ver y que se comporta de determinada manera según el usuario lo manipule; realizar el componente Front End implica que el desarrollador tenga conocimientos en HTML, CSS y Java Script como mínimo.

La W3C o World Wide Web Consortium, entidad encargada de generar los estándares que regulan el desarrollo web, cuyo director es Tim Berners Lee quien fuera el creador original del HTML, el protocolo http y la URL, define HTML (Hypertext Markup Language / Lenguaje de Marcado de Hipertexto) como un lenguaje para describir la estructura de las páginas web; que permite la publicación de documentos en línea, recuperar la información en línea mediante enlaces, incluir formularios, videos, sonidos y otros elementos (W3C, 2016).

El lenguaje HTML, permite al desarrollador incluir los elementos de una página web, mediante el uso de etiquetas definidas por el estándar que tienen una sintaxis y una semántica definida; estas dos características (sintaxis y semántica) son establecidas por la W3C y en ocasiones se actualizan o se agregan nuevos usos; es por ello que aparecen versiones de HTML, actualmente el estándar más reciente es HTML5.

Developer Mozilla (2020), destaca las siguientes características innovadoras de HTML5: mayor precisión semántica, nuevas formas de conexión, almacenamiento local, mayor soporte multimedia, nuevas y mejores características para gráficos 2D y 3D, optimización de velocidad, mayor acceso a los componentes internos del dispositivo y diseños más sofisticados con CS3.

Estas características le conceden nuevas funcionalidades a los sitios web y la posibilidad de presentar interfaces más llamativas y más interactivas sin afectar la velocidad de carga del sitio; los desarrolladores deberán consultar el manual de la W3C para familiarizarse con las nuevas etiquetas y su estructura, así como con las nuevas APIs.

En cuanto al lenguaje CSS (Cascading Style Sheets / Hojas de Estilo en Cascada), la W3C lo define como el lenguaje que permite agregar estilo a los elementos de la página web y adaptarlos a los diferentes tipos de pantallas (W3C, 2016).

El lenguaje CSS permite elegir color, tamaño, ubicación, bordes, tipo de letra, estilo de letra y apariencia en general de los elementos que se han agregado a la página web mediante etiquetas HTML; también permite configurar el comportamiento de los elementos cuando la pantalla donde se verá la página varía de tamaño; por ejemplo una página luce distinta en un teléfono a como se vería en un computador de escritorio; el lenguaje CSS al igual que HTML usa etiquetas definidas por la W3C y actualmente se maneja la versión CSS3.

Por último, el lenguaje JavaScript, es el que se emplea para crear Scripts funcionales en las páginas web; la W3C define un Script, como un código de programa que se ejecuta sin procesamiento en un navegador web desencadenado por una acción del usuario (W3C, 2016).

JavaScript utiliza sintaxis y semántica del lenguaje de programación Java para crear programas o Scripts que se ejecutan cuando el usuario realiza determinada acción en la página, por ejemplo, pulsar un botón puede hacer que se abra otra página u objeto; para crear Scripts se deben tener conocimientos de programación usando sintaxis y semántica de Java.

El componente que complementa el desarrollo web es el diseño Back End; Platzi define Back End de la siguiente manera:

> Back End es la capa de acceso a datos de un software o cualquier dispositivo, que no es directamente accesible por los usuarios, además contiene la lógica de la aplicación que maneja dichos datos. El Back End también accede al servidor, que es una aplicación especializada que entiende la forma como el navegador solicita cosas (Platzi, 2018, párr. 4).

Cada vez que el usuario interactúa en el sitio web, de manera no visible para el usuario, se ejecutan una serie de instrucciones tales como acceder a una base de datos, almacenar información, actualizar información, borrar información, seleccionar información, procesar información, entre otros; para realizar procesos que permiten mostrar algunos resultados, almacenar datos, modificar la apariencia del sitio, generar otros procesos o cargar algunas interfaces; esas instrucciones conocidas como Back End, pueden agregarse utilizando diferentes lenguajes de programación, siendo los más comunes son Python, PHP, Ruby, C# y Java.

Con base en lo descrito anteriormente, se establece que el desarrollador web requiere tener conocimientos en HTML, CSS, Java y PHP como mínimo para hacer posible la construcción de un sitio web.

- Programación

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de aplicaciones tecnológicas requiere de conocimientos en programación; la habilidad de programar exige que previamente se haya desarrollado el pensamiento computacional.

> El pensamiento computacional se define como:
> una competencia básica que permite abordar problemas para desenvolverse, en la sociedad actual digital, de manera inteligente y con imaginación, al combinar la abstracción y el pragmatismo, puesto que se basa en un mundo de ideas desarrolladas para un mundo real (Rincón & Ávila, 2016, p.163).

El desarrollo del pensamiento computacional permite formular problemas que pueden ser resueltos mediante el uso de herramientas informáticas, utilizando para ello estrategias como el análisis, elaboración de algoritmos e implementación de soluciones empleando los recursos de manera óptima.

La implementación de soluciones suele sistematizarse mediante el diseño de algoritmos que permiten establecer el paso a paso de una solución.

Skiena (2012) afirma: "Un algoritmo es un procedimiento para realizar una tarea específica. Un algoritmo es la idea detrás de cualquier programa de computadora razonable. Para ser interesante, un algoritmo debe resolver un problema general bien especificado" (p.3).

Como lo expresa el autor, antes de codificar cualquier programa computacional, se requiere usar el pensamiento computacional para comprender el problema y plantear una solución; posteriormente, se diseña un algoritmo o conjunto de algoritmos que definen paso por paso cómo funciona la solución y que procesos deben desarrollarse en cada paso para que la solución permita resolver el problema.

Los algoritmos son muy importantes porque permiten visualizar la solución de un problema antes de codificarlo en lenguaje de máquina y permiten verificar las habilidades de pensamiento computacional del programador.

Bocconi et al., (2016), establecen que el pensamiento computacional permite "pensar de manera diferente, expresarse a través de una variedad de medios, resolver problemas del mundo real y analizar temas cotidianos desde una perspectiva diferente"(p.25).

Lo expresado por los autores, deja claro que el desarrollo del pensamiento computacional, favorece el desempeño de los individuos en diferentes ámbitos y le concede a quien lo posee, la habilidad de transformar su realidad, porque lo hace sensible a los problemas y lo dota de la capacidad plantear soluciones a esos problemas.

Una de las maneras más efectivas de desarrollar el pensamiento computacional es introducir al estudiante en la programación (Compañ – Rosique et al., 2015); para estos autores, las habilidades del pensamiento computacional favorecen y simplifican el aprendizaje de la programación computacional.

En oposición Zapata- Ros (2015), afirma que no necesariamente el pensamiento computacional debe desarrollarse para inducir a la programación; para el autor:

> Conocer este mundo de ideas y de representaciones, como operan constituye el principio básico del "pensamiento computacional", y cualquier otro conocimiento como memorizar a la perfección las reglas de toda la sintaxis y las primitivas de cualquier lenguaje de programación no le sirve de nada a los alumnos si no pueden pensar en buenas maneras de aplicarlas (p.6).

Esto significa que el desarrollo del pensamiento computacional, si bien sirve como método para inducir a la programación, sirve también como base para el pensamiento de un pensamiento crítico, en donde se tiene la capacidad de interpretar la realidad de diferentes maneras y de proponer ideas para transformarla.

Juganaru (2014), establece que las computadoras siempre ejecutan órdenes en un formato inteligible; cuando estas órdenes de agrupan, se habla de un programa; los programas tienen dos versiones: una en lenguaje de máquina conocido como ejecutable y otra, en una versión que es comprensible para el usuario; cuando el usuario quiere desarrollar un programa (es decir programar), elige un software que le permita la escritura del programa o compilador y sigue las reglas de un lenguaje de programación.

Según Rodríguez (2003), el lenguaje de programación se utiliza para expresar programas al computador; para ello, se emplean símbolos, palabras clave y una serie de

reglas que deben ser sintáctica y semánticamente correctas. Cuando las instrucciones que se quieren dar se encuentran escritas en un lenguaje comprensible para la máquina, esta ejecutará aquello que se le ha ordenado.

Lo descrito anteriormente, describe los recursos que necesita un programador: En primer lugar, tener desarrollado su pensamiento computacional, saber diseñar algoritmos, conocer un lenguaje de programación y tener un software compilador; ya se ha hablado del pensamiento computacional; a continuación, se profundizarán en los demás requerimientos del programador.

Juganaru (2014), define el algoritmo como una lista bien definida, ordenada y finita de operaciones para solucionar un problema; puede expresarse en lenguaje natural, pseudocódigo, diagramas de flujo o programas; la elaboración de un algoritmo tiene cuatro etapas: la primera es definir el propósito del algoritmo; el segundo es analizar el problema y sus características para proponer una solución; el tercero es diseñar la solución del problema usando pseudocódigo (pasos escritos en lenguaje de programación) o diagramas de flujo (representación gráfica de los pasos); por último se implementa la solución expresando el algoritmo en lenguaje de programación.

Si bien se pueden elaborar algoritmos usando solo el lenguaje natural, el desarrollo de un programa exige que los pasos o etapas para la solución del problema sean escritos usando algún lenguaje de programación.

El siguiente requerimiento, es conocer un lenguaje de programación; como ya se dijo, los lenguajes de programación son programas que convierten en lenguaje de máquina las instrucciones que escribe el programador; este proceso de traducción se conoce como compilación; los lenguajes más utilizados actualmente son Java, JavaScript, PHP, Python y C++ entre otros.

Los lenguajes de programación usan reglas de sintaxis, que determinan la gramática de la escritura de las instrucciones y reglas de semántica que establecen los tipos de datos, instrucciones, definiciones y demás elementos que conforman un programa, así como los métodos que se pueden emplear; las instrucciones escritas por el programador se denominan código fuente (Juganaru, 2014).

Existen ciertas reglas de semántica que son universales para todos los lenguajes de programación; en cuanto a la sintaxis, aunque puede variar de un programa a otro, las

instrucciones básicas son similares en varios lenguajes; por esto, si se aprende a programar en un lenguaje de programación, es más sencillo aprender a programar en otros lenguajes.

El método para procesar el programa y su estructura depende el paradigma de programación que se emplee; al respecto Juganaru (2014), plantea seis paradigmas: el paradigma imperativo que impone las instrucciones en secuencias; el paradigma estructurado que impone estructuras de código, el paradigma declarativo que describe el problema y la manera de resolverlo pero no el orden de las acciones de manera que se deben crear ciclos y funciones; el paradigma orientado a objetos, que encapsula los datos, estados, operaciones y objetos para que se ejecuten cuando ocurra un evento, también utiliza prototipos, clases, herencias, tipificación y polimorfismo; por último el paradigma paralelo, distributivo y concurrente, que divide el programa en subprogramas que pueden procesarse paralelamente.

Un programador decide el paradigma de programación que se va a emplear, con base en la finalidad del programa, la facilidad de desarrollo que le ofrezca y la infraestructura tecnológica donde éste se ejecutará.

Todos los lenguajes de programación definen diferentes tipos de datos que pueden emplearse en el programa; en el caso de Java los datos pueden ser byte (enteros muy pequeños), short (enteros pequeños), int (enteros), long (enteros muy grandes), float (números reales), double(reales muy grandes), char (caracteres) y boolean (verdadero o falso) (Charatan y Kans, 2019); sin embargo, muchos de los lenguajes de programación usan estos mismos tipos de datos, siendo los más comunes enteros (int), flotantes (float), caracter (char) y lógico (boolean).

Los programas utilizan direcciones en memoria que almacenan información mientras se ejecutan denominadas variables; Juganaru (2014), define tres tipos de variables: simples que almacenan cualquier valor, compuestas que varían según el lenguaje y arreglos que almacenan sucesiones de valores.

El valor de una variable puede obtenerse mediante asignación directa, operaciones aritméticas u lógicas o de comparación; las operaciones aritméticas son suma, resta, multiplicación, división o porcentaje; las lógicas o de comparación están asociadas al uso de operadores lógicos, condicionales y ciclos.

Los operadores lógicos corresponden a las palabras No(Not), Y(And) y O (or); estos operadores usan lógica de primer orden: negación, conjunción y disyunción; los operadores de comparación son igual (=), mayor que (>), menor que (<), mayor o igual que (>=), menor o igual que (<=) y diferente a (¡=) (Juganaru, 2014).

Los condicionales son estructuras que comparan el valor de una variable contra el de otra, para que dependiendo del resultado se siga una acción; según Charatan y Kans (2019) estos son If (Si), else (de lo contrario) y Switch (cambiar).

Los ciclos son estructuras que realizan una sección de código una y otra vez hasta que ocurra determinado evento o se cumpla una condición; los más usados son for (para), While (mientras) y do while (haga mientras) (Charatan y Kans, 2019).

En ocasiones, se crean segmentos de código que debe ejecutarse en varias oportunidades; para no hacer las mismas instrucciones varias veces se crean funciones; "una función es una parte de código capaz de realizar una tarea y/o de transformar valores para obtener otro valor" (Juganaru, 2014, p.19).

Si una categoría de la información que va a utilizar el programa tiene diferentes elementos, se puede crear una clase para almacenar toda su información; según Charatan y Kans (2019), una clase corresponde a una entidad y sus elementos se denominan objetos.

Las clases se definen una única vez y se le pueden adicionar tantos objetos como sea necesario.

Las anteriores características de los lenguajes de programación permiten el desarrollo de programas; el programador debe conocer la estructura de cada uno de los elementos mencionados anteriormente y dependiendo del compilador que está usando usar las reglas sintácticas y semánticas que permitan la construcción del código fuente; si se han cometido errores durante su diseño o escritura, el programa no se ejecuta o no realiza correctamente su función.

Se ha dicho que para desarrollar un programa, el desarrollador requiere desarrollar pensamiento crítico, saber diseñar algoritmos, conocer un lenguaje de programación y tener un compilador; los tres primeros elementos de ampliaron anteriormente; en cuanto al compilador, este es un programa que se encarga de permitir al programador escribir las instrucciones, usando la sintaxis propia de determinado lenguaje, verifica la sintaxis, traduce el código a lenguaje de máquina y lo ejecuta.

Moreno (2014) define los compiladores de la siguiente manera: "Los compiladores son programas específicos para un lenguaje de programación, los cuales transforman el programa fuente en un programa directa e indirectamente ejecutable por la máquinas destino" (p.13).

El programa compilador facilita al programador la escritura del código que le indica si hay errores de sintaxis; los compiladores más comunes son Eclipse, Brackets, Sublime, Netbeans y Atom entre otros.

Existen diversos lenguajes de programación con propósitos diversos; la programación es aplicable a cualquier dispositivo programable (computadores, celulares, tabletas, robots, periféricos, etc.) (Rodríguez, 2003); por ello una vez se desarrolle una lógica de programación, aunque las palabras clave varíen de un lenguaje de programación a otro, el programador tiene la capacidad de programar siguiendo las reglas de sintaxis propias del lenguaje; esta característica del programador, permite que sus habilidades sean escalables y contribuyan al desarrollo de otras habilidades 4RI.

- Análisis de Datos

En esta sección, se abordará el proceso de análisis de datos que es fundamental en el desarrollo de la tecnología big data, por ello, se iniciará con una de las formas de sistematización de los datos más sencillos, denominados bases de datos que se emplean en muchas aplicaciones de software y en la construcción de sitios web.

Una base de datos es una colección de datos organizados; las bases de datos son ampliamente empleadas en la Banca para almacenar información de los clientes, en las Líneas Aéreas para organizar la información de las reservas, en las Universidades para guardar la información de los estudiantes, en las Telecomunicaciones para el registro de llamadas, en las Ventas para almacenar la información de los clientes y en general en todos los ámbitos donde se utilice internet (Silberschatz et al., 2002).

Por lo regular todos manejamos información en diversos volúmenes, desde la lista de contactos del teléfono móvil que representa una pequeña cantidad de datos hasta grandes volúmenes de información como un archivo de facturación de una tienda; tener la información debidamente organizada y estructurada en una base de datos facilita el acceso y edición de la misma.

En la actualidad los usuarios acceden a las bases de datos y realizan modificaciones a la información sin darse cuenta; muchas bases de datos se encuentran almacenadas en la nube y los sitios web interactúan con ellas empleando Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD); un SGBD es un programa que se encarga de administrar la información de la Base de Datos de manera que se pueda almacenar, modificar o recuperar de una manera eficiente (Silberschatz et al., 2002).

Los SGBD permiten controlar la información que almacenamos en la Base de Datos (BD); estos se clasifican en relacionales y no relacionales; los primeros establecen relaciones entre los datos que se almacenan en tablas, los más comunes de este tipo son MySQL y Oracle; los no relacionales no emplean tablas, los más comunes son Redis y Cassandra; los SGBD por lo general emplean lenguaje SQL para su funcionalidad; los sitios web en su componente Back End generan instrucciones en lenguaje de programación para regular el comportamiento de los SGBD.

El lenguaje SQL (Structured Query Language) es un lenguaje de consulta estructurada creado por IBM que se divide en cuatro subconjuntos: El DDL o data definition Language, que corresponde a los comandos para crear, modificar o eliminar estructuras de las bases de datos; el DML o data manipulation language, agrupa los comandos para manipular los datos contenidos en la base de datos, el DCL o data control language, reúne los comandos para administrar la seguridad de los datos y el TCL o transaction control language, agrupa los comandos para administrar las actualizaciones a los datos (Godoc, 2014).

Los comandos SQL igual que los lenguajes de programación emplean una sintaxis y una semántica que permite gestionar los datos de las bases de datos; aunque se trata de instrucciones directas que por lo general no requieren demasiadas líneas de código; basta con que el usuario memorice la estructura de algunas para que pueda emplear la mayoría y no requiere lógica de programador.

Por lo regular las páginas web se conectan con las bases de datos mediante el lenguaje de programación PHP o Ajax; las instrucciones dadas desde estos lenguajes si requieren habilidades de programador; por ello, aunque se empleen las bases de datos en la mayoría de software o en sitios web, el usuario no visibiliza la existencia de esas

estructuras y añade, actualiza o elimina datos de ellas sin darse cuenta mediante interfaces gráficas.

Como se mencionó antes, las Bases de Datos pueden manejar grandes volúmenes de información, algunas veces la cantidad de datos puede ser tan gigantesca que su análisis se hace complejo; estas enormes cantidades de datos conocidos como datos masivos o big data requieren herramientas especiales para su procesamiento.

Herramientas como Map Reduce de Google o Handoop de Yahoo permiten manejar cantidades de datos gigantescas que organizados permiten darle un nuevo valor a los datos (Mayer - Schonberger y Cukier, 2013).

El análisis de Big Data hace posible que datos que antes pasaban desapercibidos, ahora sirvan de insumo para las empresas; por ejemplo, estadísticas de cantidad de visitas a determinado sitio web, el tiempo de permanencia en el sitio web, las opciones del sitio web más usadas por lo usuario, productos más visualizados, etc. Permiten al diseñador web conocer las características más o menos llamativas de su sitio, al empresario las opciones de compra más buscadas por sus clientes, la tasa de compra de un producto por cada visualización y otros datos que le pueden ser útiles para mejorar el desempeño de su empresa.

Por otra parte, el análisis de Big Data permite hacer predicciones mediante la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje autónomo, también conocido como aprendizaje de máquinas; que permiten calcular la probabilidad de que determinado evento ocurra, de este modo, con base en el historial de navegación, la máquina puede sugerir libros para comprar o corregir la escritura (Mayer - Schonberger y Cukier, 2013).

En complemento, Castillo (2018), sostiene que el análisis de big data busca definir estrategas de marketing adecuadas y competitivas que le permitan a una empresa anticiparse a su competencia, así como predecir el comportamiento de los clientes para saber qué productos o servicios desean y cómo los quieren; el análisis de big data produjo el nacimiento de la llamada inteligencia de negocios (IB), que busca obtener información útil para el negocio desde datos aparentemente inconexos, utilizando data mining (minería de datos).

Éste autor define el data mining como un procedimiento para descubrir patrones en un conjunto de datos; para ello se emplean programas de aprendizaje automático (machine learning) que aprenden, toman decisiones y hacen predicciones; para hacer estas tareas, se requiere un profesional conocido como científico de datos.

Bramer (2016), plantea como aplicaciones del data mining las siguientes: análisis de datos satelitales, análisis de compuestos orgánicos, abstracción automática, detección de fraudes con tarjeta de crédito, predicción de cargas eléctricas, previsión financiera, diagnóstico médico, predicción del porcentaje de audiencias televisivas, diseño de productos, valoración inmobiliaria, marketing dirigido, resumen del texto, optimización de la central térmica, análisis de peligros tóxicos y predicción del tiempo; estas aplicaciones se podrían agrupar en numéricas, predictivas, asociativas y de agrupamiento.

Como se puede apreciar el rango de acción de la minería de datos es bastante amplio y permite ofrecer información dirigida a muchas actividades humanas. La ciencia de datos surgió como mecanismo para analizar la big data; Dinov (2018), la define de la siguiente manera:

> La ciencia de datos es un nuevo campo emergente que (1) es extremadamente transdisciplinario: un puente entre las áreas teóricas, computacionales, experimentales y biosociales; (2) trata con enormes cantidades de datos complejos, incongruentes y dinámicos de múltiples fuentes; y (3) tiene como objetivo desarrollar algoritmos, métodos, herramientas y servicios capaces de ingerir dichos conjuntos de datos y generar sistemas de soporte de decisiones semiautomatizados (p.9).

Lo expresado por el autor, indica que la ciencia de datos se vale de diversas áreas del conocimiento para tomar decisiones acertadas y a la vez las provee de nueva información; en ese mismo sentido, Skiena (2017) enuncia:

> Pienso en la ciencia de datos como en la intersección de la informática, la estadística y los dominios de aplicación sustantivos. De las ciencias de la computación surgen el aprendizaje de máquinas y las tecnologías informáticas de alto rendimiento para manejar la escala. De las estadísticas surge una larga tradición de análisis de datos exploratorios, pruebas de significación y visualización. De los dominios de aplicación en los negocios y las ciencias surgen desafíos dignos de batalla y

estándares de evaluación para evaluar cuándo se han conquistado adecuadamente (p.1)

Lo descrito anteriormente, permite inferir que el análisis de big data requiere de conocimientos matemáticos, estadísticos y desde luego informáticos; en relación a los últimos, el científico de datos debe tener conocimientos en bases de datos, programación y manipulación de algunos software desarrollados para esta tarea en específico.

Igual y Segui (2017), establece que la ciencia de datos utiliza cuatro estrategias para explorar el mundo a través de los datos: Sondear la realidad mediante la recopilación de datos, descubrir patrones entre los datos, predecir eventos futuros y comprender a las personas y al mundo.

Los resultados de la implementación de esas estrategias permiten conocer tendencias y percepciones actuales, que sirven de insumo para realizar predicciones con un alto porcentaje de acierto, que permitan tomar decisiones informadas.

López y Zarza (2017), establecen cuatro niveles de análisis de datos; el primero son las plataformas de consulta estructurada que requieren conocimientos de lenguaje SQL (Structured Query Language), que permite gestionar bases de datos; el segundo es el procesamiento en lotes o batch que utiliza herramientas como MapReduce, Hadoop, Elasticsearch o Apache Zookeeper; el tercer nivel es el procesamiento en tiempo real o NRT que busca el procesamiento de streaming (datos que se incrementan de forma constante a lo largo del tiempo) con herramientas como Apache Kafka, Nifi o Zepelin; el cuarto nivel son las plataformas de inteligencia artificial donde se emplean aplicaciones para soportar técnicas de inteligencia artificial como Machine Learning.

Este conjunto de herramientas, demandan conocimientos acerca de su uso y funcionalidad; más aún cuando día a día se incrementa su variedad y propósitos; por esto, más que desarrollar destreza en el uso de una u otra, se requiere desarrollar habilidades de base como la programación, la algoritmación y el manejo de bases de datos.

En complemento, Castillo (2018), determina que el científico de datos debe contar con las siguientes habilidades: capacidad de recopilar, procesar y extraer información de bases de datos, usar la imaginación para traducir conclusiones comprensibles y crear soluciones para optimizar procesos.

Estas habilidades están directamente relacionadas con las mencionadas anteriormente (algoritmación, programación y manejo de bases de datos) ya que son el medio para crear soluciones y optimizar procesos, de modo que sea posible dar un valor a los datos.

La big data es una de las tecnologías con mayor proyección en la cuarta revolución industrial; pues cada vez será posible procesar mayores volúmenes de información y con base en esos datos, hacer predicciones más acertadas que serán aplicables para tecnologías como la conducción autónoma, el comportamiento de robots y diversos dispositivos tecnológicos; por tanto, conocer las herramientas de procesamiento, análisis de Big Data y las técnicas que se emplean para ello, es sin duda una de las grandes exigencias de la 4RI.

- Circuitos

En la sección de diseño tecnológico, se estableció que el desarrollo de soluciones tecnológicas requiere la construcción de dispositivos (hardware) y/o el diseño de software (conjunto de instrucciones); en cuanto al diseño de software, se abordó desde el diseño web y la programación; a continuación, se abordará lo referente al diseño físico de los dispositivos propios de tecnología 4.0.

En primer lugar, se debe hablar de lo que es un circuito; Montoya et al.,(2007) lo define de la siguiente manera: "un circuito eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos, tales como resistencias, inductancias, condensadores y fuentes, o electrónicos conectados entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas" (p. 6).

Como lo mencionan los autores, existen dos tipos de circuitos; el circuito eléctrico y el circuito electrónico; los primeros tienen como propósito transformar la energía en luz, calor, etc.; mientras que los electrónicos se emplean para transportar información.

Un circuito eléctrico tiene elementos fundamentales: una fuente que es un elemento capaz de entregar energía, unos conductores que son elementos que permiten el movimiento de carga eléctrica y la carga que es la forma como se aprovecha le energía proporcionada por la fuente (Montoya et al., 2007).

Además de los elementos mencionados anteriormente, Soria et al. (2004), mencionan otros elementos como resistencias (dispositivos para oponerse al flujo de

corriente), bobinas (componente que almacena energía en forma de campo magnético) y condensadores (usado para aumentar la capacidad eléctrica).

Según los anteriores autores, los circuitos eléctricos tienen dos formas: en serie donde solo existe una posible ruta para la corriente desde que sale de la fuente hasta que pasa por todos los elementos del circuito y en paralelo donde la corriente puede recorrer varios conductores que han sido instalados paralelamente de forma independiente.

La finalidad de los circuitos eléctricos es darle uso a la electricidad para convertirla en luz, calor o movimiento mediante la alimentación de dispositivos como bombillas, motores, electrodomésticos u otros dispositivos que se alimentan con corriente eléctrica.

Por otro lado, los circuitos electrónicos utilizan el flujo de electrones para generar, transmitir, recibir o almacenar información (Ecured, 2019); este tipo de circuitos se utilizan comúnmente para el procesamiento de información como sonidos, imágenes, videos u otro tipo de datos digitales.

Un sistema digital es un sistema que trabaja con variables discretas, es decir variables que sólo pueden tomar un número finito de valores; por lo general utilizan sistema binario de numeración en el que solo hay dos posibles valores: 0 y 1; se emplean principalmente en informática, telecomunicaciones y sistemas de control. (Mandado Pérez y Maldonado Rodríguez, 2008)

Los sistemas electrónicos digitales, permiten el desarrollo de dispositivos cuyo comportamiento se controla mediante lenguajes de programación, que traducen a lenguaje de 1 y 0 las instrucciones a la máquina (Mandado Pérez y Maldonado Rodríguez, 2008); estos dos valores indican estados o respuestas opuestas por ejemplo encendido o apagado, abierto o cerrado, falso o verdadero o etc. Por lo regular los artefactos electrónicos incluyen varios circuitos electrónicos.

El desarrollo de circuitos digitales ha sido posible en gran medida por la reducción de la cantidad de componentes y el tamaño de los mismos; este tipo de circuitos utiliza unos elementos centrales llamados gates (compuertas) que condensan circuitos en pequeños microchips para crear circuitos más complejos.

Según LaMeres (2017), una compuerta desarrolla la mayor parte de funciones básicas en sistema binario; realizando internamente todas las operaciones de manipulación de voltajes y procesamiento de pulsos 1 y 0, usando tablas de verdad que definen de

acuerdo a las posibles combinaciones, cuál debe ser el valor de salida; estos valores se predicen con base en los valores de entrada.

Las compuertas son las siguientes: compuerta Y (AND) en la que ambos valores de entrada deben ser 1 para obtener un valor de salida 1; compuerta O (OR) que produce 1 cuando cualquier entrada es 1; la compuerta NO Y (NAND) que invierte el resultado de la compuerta Y; la compuerta NO O (NOR) que invierte la salida de la compuerta O; la compuerta O excluyente (XOR) que permite operar la compuerta O excluyendo una de las entradas y la compuerta NO O excluyente (XNOR) que invierte la salida de la compuerta O excluyente (Grob, 1983).

Las compuertas son elementos centrales en el desarrollo de los circuitos pues permiten programar el funcionamiento del mismo mediante la programación de las salidas emitidas por las compuertas.

Las compuertas pueden agruparse dentro de circuitos integrados que según LaMeres (2017), se clasifican en las familias lógicas CMOS que se activan o desactivan en función de un campo eléctrico, TTL que utiliza el transistor de unión bipolar (BJT) como su elemento de conmutación fundamental, ECL que conmuta las entradas a través de referencias y TTL Shottky que tiene conmutación rápida entre los estados encendidos y apagados.

La creación de un circuito que emplea compuertas lógicas, debe intentar minimizar la pérdida de voltaje o el ruido dentro del circuito, para garantizar que las salidas del mismo realmente correspondan a las entradas y a las operaciones lógicas que estos valores de entrada enfrentaron durante su recorrido por el circuito; para lograrlo, se emplea la lógica combinacional.

LaMeres (2017), define la lógica combinacional como un acto de descifrar la operación de un circuito, a partir de su diagrama lógico final; para determinar el comportamiento de los circuitos, se emplea el álgebra booleana que define las reglas para simplificar o expresar operaciones binarias y el análisis de tiempo del circuito para determinar según el tiempo empleado que ruta tomó.

El diseño de circuitos electrónicos requiere del conocimiento detallado de las compuertas lógicas y su interoperatividad, así como de la lógica interna de las mismas para poder programar el comportamiento de los circuitos y predecir con seguridad como será su

salida ante determinadas entradas; además de esto, se requieren habilidades en lo relativo al ensamble de los circuitos, tales como el manejo de las herramientas y conocimientos en los insumos a utilizar (tales como estaño, soldadores, limpiadores).

Jiménez, et al. (2010), establecen que el proceso para diseñar y construir un circuito electrónico es el siguiente: primero se hacen las especificaciones de diseño, luego la creación de esquemáticos, a continuación, se hace la simulación eléctrica que puede producir cambios en las especificaciones, después se hace el montaje del circuito y por último las pruebas.

El proceso planteado por los autores requiere que en primera instancia el diseñador tenga claro que es lo que se pretende que haga el circuito y cómo debe hacerlo, con ésta información se determina que compuertas se van a utilizar y la configuración que se debe aplicar a las mismas; establecidos los usos del circuito, se procede a determinar la estructura interna que tendrá el circuito y se hace una simulación del funcionamiento del mismo, mediante la consulta de manuales técnicos de los componentes o mediante software diseñado para ese fin (EasyEDA, Circuit.io, Schematics.com, PartSim, etc.); si el diseño satisface los requerimientos se procede al ensamble o de lo contrario se repiten las dos fases anteriores; una vez ensamblado el circuito se procede a probarlo para verificar su funcionamiento.

El ensamble de circuitos requiere del uso de elementos como pinzas y alicates para doblar, apretar o desajustar componentes, soldador o cautín y estaño para fijar las partes del circuito en las placas, destornilladores para fijar o retirar los tornillos, protoboard que es un tablero para la construcción de los prototipos de los circuitos, componentes varios como transistores, diodos, resistencias y reguladores entre otros, cables de conexión para comunicar los componentes, fuentes de energía para probar el circuito, líquidos de limpieza para retirar residuos e impurezas y multímetro para medir las señales de voltaje, corriente, resistencia y capacitancia (Curso de Robótica, 2008).

La variedad de herramientas y productos que se requieren para el ensamble de circuitos, indican que es fundamental la capacitación en normas de seguridad en el uso de las mismas y un entrenamiento en su uso para desarrollar destrezas en ese sentido y evitar de este modo accidentes.

Lo mencionado anteriormente indica que la habilidad denominada circuitos en este estudio, requiere formación en dos frentes: uno conceptual donde se desarrollen todas las temáticas relativas al diseño de los circuitos, así como las especificaciones de sus componentes y uno práctico donde se capacite en el uso programas de software simuladores de circuitos y en el manejo de las herramientas necesarias para el ensamble de circuitos.

- Diseño 3D

Otra fase importante en la construcción de dispositivos tecnológicos, tiene que ver con la representación del diseño que se tiene en mente; hace algún tiempo se empleaba el dibujo técnico y la construcción de maquetas para representar en tres dimensiones el objeto que se deseaba construir; en la actualidad, se usa el diseño asistido por computadora (CAD) y para ello como herramienta clave el diseño en 3 dimensiones (3D).

Los programas de diseño en 3D "simulan espacios físicos en tres dimensiones, similares a la realidad o no, y que permiten a los usuarios, a través de sus avatares, interactuar entre sí y con el entorno, y utilizar, crear e intercambiar objetos" (Esteve Mon et al., 2014).

Aunque existen programas ampliamente conocidos para el diseño 3D como Autocad, en la actualidad se puede acceder a software online como Second Life, OpenSim, SketchUp, 3DSlash entre otros; estas aplicaciones permiten al diseñador tener una visión previa bastante similar a la realidad de lo que será su dispositivo y acomodar o ajustar partes del diseño que lo requieran.

Según Jorquera (2017), los diseños 3D o modelos 3D se dividen en dos categorías: los modelos sólidos que representan los objetos con su volumen y los modelos poligonales o de superficie que representan solo la superficie del objeto; el modelado se puede hacer de manera poligonal utilizando cuerpos geométricos o mediante el uso de ecuaciones para definir curvas y puntos de tensión en las curvas.

Por su parte Berchon y Luyt (2016), definen un tercer tipo de modelado llamado paramétrico, que crea modelos a partir de programas; el más conocido de ellos es OpenSCAD; el programa de modelado se debe escoger en función del tipo de pieza que se va a producir; también es posible obtener un diseño empleando un escáner en 3D para obtener un modelo a partir de un objeto real.

Por lo regular, todos los CAD permiten las opciones de modelado ya descritas; el diseñador debe asegurarse que su diseño tiene las formas y dimensiones correctas, es probable que la pieza diseñada corresponda a una parte de un modelo más grande, por ello deben verificarse las opciones de conectividad entre las piezas para tener la seguridad de su adaptación al modelo global; el modelo ya terminado le permite al diseñador tener una visión en 3D bastante aproximada a la realidad del objeto modelado; además permite la construcción física del objeto mediante una impresora 3D.

Gibson et al. (2015), establecen las siguientes características que han mejorado en los CAD: realismo con efectos de iluminación y sombreado, trazado de rayos y otras técnicas de imágenes fotorrealistas; usabilidad e interfaz de usuario mediante el uso de sistemas de menú desplegable y comandos relacionados con el contexto; contenido de ingeniería, permite calcular los volúmenes y las masas de los modelos, investigar los ajustes y espacios libres de acuerdo con las variaciones de tolerancia; velocidad, precisión, complejidad y usabilidad.

Además de ser una gran ayuda en el desarrollo de dispositivos tecnológicos, los estudios han demostrado que el diseño 3D es una gran herramienta educativa que facilita el aprendizaje constructivista del estudiante (Chau et al., 2013). Esto debido a que permite aprender con base en la experiencia y la manipulación de objetos.

El diseño en 3D, es una habilidad de cuarta revolución industrial que permite poner en marcha la creatividad e innovación del diseñador, mediante la condensación de sus ideas en un ambiente virtual donde puede verlas proyectadas y si lo desea hacerlas tangibles mediante su impresión; el diseñador 3D manipula objetos en el mundo el diseño para reformularlos o adaptarlos a nuevos usos; también crea objetos inexistentes, que pueden resolver problemas reales.

Con el surgimiento de las impresoras 3D y diferentes materiales para imprimir, el diseño 3D es una de las habilidades que tiene aplicaciones en la medicina, la industria, la producción de alimentos entre otros; por ello tiene mucho potencial en la 4RI.

2.1.1.2.1Habilidades Blandas. En la sección anterior se abordaron las habilidades técnicas de 4RI; en ese apartado se desarrollarán las habilidades complementarias denominadas habilidades blandas. Robles (2012) las define de la siguiente manera:

> Las habilidades blandas son rasgos de carácter, actitudes y comportamientos, en lugar de aptitud técnica o conocimiento. Las habilidades blandas son las habilidades intangibles, no técnicas y específicas de la personalidad que determinan las fortalezas de uno como líder, facilitador, mediador y negociador (p.457).

Si bien las habilidades blandas como dice el autor, son intangibles, una persona que ha desarrollado habilidades blandas, demuestra ciertas actitudes que le permiten interactuar con las demás personas de una manera exitosa; para el caso de las tecnologías, según Singh y Singh (2008), se requieren las siguientes habilidades blandas: comunicaciones, crítica y toma de decisiones, habilidad interpersonal, negociación, resolución de problemas, autoconfianza, autogestión, trabajo en equipo y ética digna.

Muchas de las habilidades sugeridas por el autor, coinciden con las que se hallaron en la revisión de investigaciones relacionadas con las habilidades de cuarta revolución industrial (Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard et al., 2017; Lubis et al., 2019; Manpower Group, 2018; Frey y Osborne, 2013; Dombrowski y Wagner, 2014; Sook Young, 2018; Kurniawan et al., 2019; Pérez Betancur, 2016); el listado total de habilidades blandas hallado en los estudios antes mencionados es el siguiente:

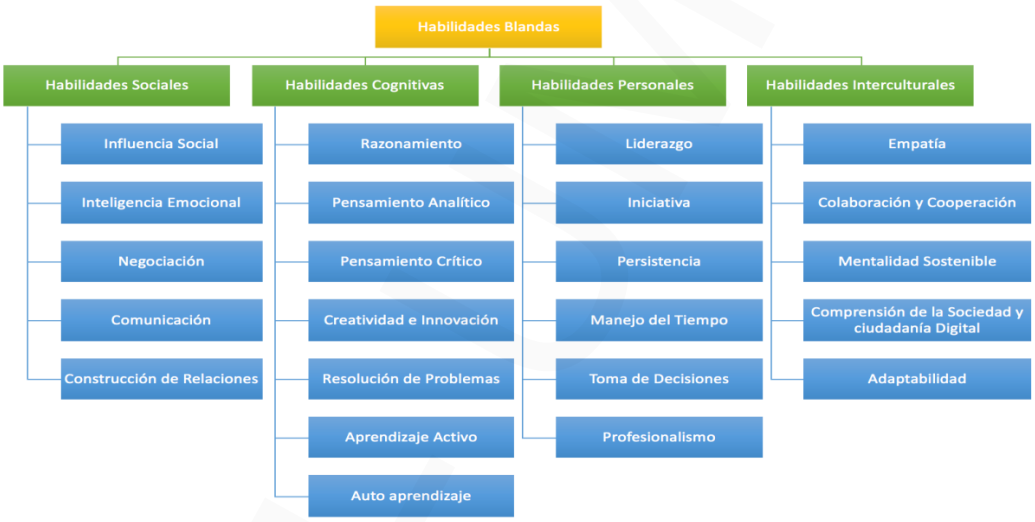
- Influencia social
- Inteligencia emocional
- Negociación
- Comunicación
- Construcción de relaciones
- Razonamiento
- Pensamiento analítico
- Pensamiento crítico
- Creatividad e innovación
- Resolución de problemas
- Aprendizaje activo
- Autoaprendizaje
- Liderazgo
- Iniciativa

REPOSITORIO

- Persistencia
- Manejo del tiempo
- Toma de decisiones
- Profesionalismo
- Empatía
- Colaboración y cooperación
- Mentalidad sostenible
- Comprensión de la sociedad y ciudadanía digital
- Adaptabilidad

Figura 6

Clasificación de las Habilidades Blandas



Fuente: Elaboración propia a partir de Miglena (2018); Oosthuizen (2017); World Economic Forum (2018); Eberhard et al., (2017); Lubis et al., (2019); Manpower Group (2018); Frey y Osborne (2013); Dombrowski y Wagner (2014); Sook Young (2018); Kurniawan et al., (2019); Pérez Betancur (2016).

Estas habilidades, para el caso denominadas blandas, no están relacionadas con el conocimiento técnico de las tecnologías 4RI, sino que tienen que ver con la manera de comportarse del individuo, su forma de interactuar con otras personas y la forma como enfrenta los problemas cotidianos; con base en la clasificación de las habilidades blandas enunciada por Eberhard y otros (2017) , se clasifican las habilidades blandas en cuatro grandes grupos: habilidades sociales, cognitivas, personales e interculturales. En la Figura

6 se muestra el listado de habilidades blandas, organizado en las cuatro categorías recién mencionadas.

A continuación, se desarrollarán cada una de las categorías mencionadas con las habilidades que forman cada categoría.

- Habilidades Sociales

En este apartado se agruparon las habilidades referenciadas en los estudios, que se relacionan con la capacidad de un individuo de interrelacionarse con otros, en diferentes situaciones de una manera adecuada. Caballo (2007) define las habilidades sociales de la siguiente manera:

> La conducta socialmente habilidosa, es ese conjunto de conductas emitidas por un individuo en un contexto interpersonal que expresa los sentimientos, actitudes, deseos, opiniones, o derechos de ese individuo de un modo adecuado a la situación, respetando esas conductas en los demás, y que generalmente resuelve los problemas inmediatos de la situación mientras minimiza la posibilidad de futuros problemas (p.6).

Cuando se establecen relaciones sociales, se desarrollan una serie de interacciones con otros individuos; las habilidades sociales permiten entablar relaciones con los otras personas de manera más sencilla y efectiva.

Para Rosales et al.(2013), las habilidades sociales son conductas adquiridas a través del aprendizaje, que tienen componentes motores, emocionales, afectivos, cognitivos y comunicativos que permiten dar respuestas específicas a situaciones concretas en contextos interpersonales.

De la anterior definición, se desprenden dos elementos clave: es posible aprender habilidades sociales y las habilidades sociales integran lo que piensa, siente, dice y hace un individuo; por esto su formación requiere que se trabaje en estas cuatro dimensiones.

Según Rosales et al. (2013) “el entrenamiento de habilidades sociales proporciona satisfacción puesto que ayuda a expresar sentimientos, actitudes, deseos y derechos de manera adecuada y efectiva”(p.33).

Lograr el desarrollo de habilidades sociales tiene beneficios en todos los aspectos de la vida humana y permite generar bienestar a nivel personal y social; las habilidades de

cuarta revolución industrial que se agruparon es esta categoría son: influencia social, inteligencia emocional, negociación, comunicación y construcción de relaciones.

Para Moscovici et al.(1991), una persona o grupo de personas puede asumir acciones o ideas que le son impregnadas casi de manera imperceptible como resultado de estar expuesto a ellas continuamente por diferentes medios; por tanto, un influenciador social, será aquella persona capaz de introducir en otros individuos comportamientos o ideas que anteriormente le eran ajenas y que ha ido adquiriendo por la interacción con el influenciador social.

Zornoza et al.(2008), consideran que la influencia social puede medirse en dos aspectos: uno normativo en el que se buscan consensos a través de la expresión de posiciones y preferencias, sin argumentación y uno informativo en donde el consenso se busca a través del uso de argumentos lógicos e información contrastable procedente de diferentes fuentes.

Lo expresado por los autores, indica que las personas con habilidad de influencia social tienen la capacidad de modificar los comportamientos o aptitudes de las personas con las que se interrelaciona, ya sea expresando sus ideas y preferencias o haciendo uso de argumentos e información que incidan en las percepciones y convicciones de las otras personas.

La habilidad 4RI de Influencia Social, pretende que los estudiantes sean capaces de ejercer influjo positivo sobre sus compañeros, miembros de la familia y en el futuro compañeros de labores; un influenciador social positivo puede generar incluso cambios en la convivencia de su comunidad.

Por su parte Mayer y Cobb (2000), definen la inteligencia emocional como la habilidad de procesar la información emocional regulando de manera inteligente la respuesta a esas emociones.

Lo anterior indica que una persona inteligente desde el punto de vista emocional es capaz de controlar sus emociones a pesar de las circunstancias y canalizar esas sensaciones en el logro de objetivos o en la búsqueda de soluciones.

Rosales et al.(2013) definen la inteligencia emocional como “un conjunto de capacidades, competencias y habilidades no cognitivas que influyen en la habilidad propia

de tener éxito al afrontar demandas y presiones del medio ambiente y que implican emociones"(p.53).

Lozano et al.(2013), establece que una persona emocionalmente inteligente demuestra las siguientes competencias: autoconocimiento, control emocional, automotivación, empatía y habilidad social.

En el marco de la 4RI una persona que sabe controlar sus emociones y hace un uso positivo de ellas, es una persona que sabe lidiar con situaciones conflictivas y permite que haya armonía en los grupos de trabajo; es un individuo resiliente y se enfoca en alcanzar las metas que se ha propuesto.

La siguiente habilidad social 4RI es la negociación; Mendieta (2003) define la negociación como "el proceso en el que dos o más partes, con cierto grado de poder, con intereses comunes y en conflicto, se reúnen para proponer y discutir propuestas explícitas con el objetivo de llegar a un acuerdo." (p. 9)

Martínez (2012), define la negociación como un proceso de discusión que se establece entre las partes en conflicto para llegar a un acuerdo aceptable para todos y que debe cumplir tres condiciones: que hayan intereses comunes o complementarios entre las partes, que exista una motivación en todas las partes para llegar a un acuerdo y que haya una autonomía reconocida por las partes.

Siempre que se presente un conflicto, si se quiere encontrar una solución al mismo que tenga en cuenta los intereses de todas las partes, es necesario negociar; una persona con habilidad de negociación considera la posición de la contraparte, así como sus propios intereses para llegar a una solución que los beneficie a ambos.

El individuo con habilidades de negociación planifica la estrategia que empleará, considera todas sus opciones para negociar y para ello usa su imaginación y su creatividad, dedica tiempo de la negociación a tratar los temas que tienen en común las parte en conflicto para lograr empatía, considera las repercusiones de la negociación a largo plazo, mediante la consideración de opciones adicionales aumenta sus límites de negociación y se plantean las secuencias ideales de negociación estableciendo el orden en que se negociarán las peticiones (Mendieta, 2003).

Por su parte Martínez (2012), establece que el buen negociador tiene una mente rápida y una paciencia sin límite; además, sabe combinar la modestia y la agresividad,

minimiza los inconvenientes sin caer en la mentira, inspira confianza en los demás y encanta sin dejarse encantar por los demás.

Un negociador de 4RI es una persona empática, que es creativo a la hora de plantear soluciones al conflicto, que respeta a su contraparte y que logra los mejores acuerdos a la hora de resolver situaciones conflictivas o establecer alianzas.

Las habilidades comunicativas están relacionadas con el modo en que una persona se comunica, regularmente haciendo uso de determinadas acciones o elementos que garanticen que el mensaje se entregó exitosamente (Ecured, 2019).

Rosales et al. (2013), definen la comunicación como una característica de las personas y de las sociedades que permite a las personas intercambiar información.

Una persona que posee habilidades comunicativas tiene la capacidad de expresar claramente sus ideas, de manera que sus interlocutores puedan comprender lo que quiso decir, ya sea que lo haga verbalmente, por escrito o utilizando alguna otra forma de representación. También es capaz de escuchar, leer o ver un mensaje y extraer de él aquello que el emisor intentaba expresar.

La comunicación se compone de cinco elementos: Mensaje es la idea que se transmite, emisor quien expresa el mensaje, receptor quien interpreta el mensaje, código es la forma como se transmite el mensaje y canal es el medio que se usa para transmitir el mensaje; la comunicación puede ser verbal (usando el lenguaje) y no verbal (usando signos y sistemas de signos no lingüísticos); la comunicación eficaz requiere de una escucha activa que incluye buena disposición, análisis del mensaje, generación de respuestas partiendo de lo expresado por el interlocutor y retroalimentación (Rosales et al., 2013).

Una persona con habilidad comunicativa usa el lenguaje verbal de manera efectiva para dar a entender un mensaje, pero también cuida sus movimientos corporales, su presentación personal y su proximidad corporal para reforzar la calidad del mensaje; a la vez sabe escuchar a su interlocutor y responde considerando lo que quiso expresar su contraparte.

La habilidad comunicativa 4RI permite al individuo usar la comunicación como elemento clave en su interacción con otras personas y lo usa de manera asertiva para generar un ambiente armónico en su entorno.

Para finalizar el segmento de habilidades sociales, se abordará la habilidad de construcción de relaciones; en específico construir buenas relaciones interpersonales; según DuBrin (2008), la construcción de buenas relaciones implica cuatro competencias específicas: Descifrar y transmitir en forma efectiva la información, interpretar en forma acertada las emociones de los demás, ser sensible a los sentimientos de los otros y lograr la solución de los conflictos de forma serena.

Los individuos crean constantemente relaciones con sus semejantes en todos los contextos en donde se desempeña; la calidad de estas relaciones está determinada por su capacidad para comprender al otro y utilizar adecuadamente actuar de manera asertiva en las diferentes interacciones que se puedan desarrollar.

Rosales et al.(2013), definen las buenas relaciones interpersonales como mantener buenas relaciones con los demás, en cualquier contexto en el que se desenvuelva una persona; esto requiere de habilidades cognitivas, emocionales, instrumentales y comunicativas.

La construcción de buenas relaciones personales, es una habilidad que el individuo debe interiorizar para hacer uso de ella en todo momento y lugar con el fin de lograr unas interacciones sociales agradables y efectivas.

Esta habilidad 4RI permite que los individuos estén en capacidad de crear y mantener buenas relaciones interpersonales con quienes interactúan; esto permite generar ambientes familiares, escolares, laborales o comunitarios más agradables y productivos y puede ser un factor que mejore la convivencia en los diferentes entornos.

- Habilidades Cognitivas

En esta categoría se han agrupado aquellas habilidades relacionadas con la capacidad del individuo para procesar la información y obtener a partir de ella los mejores resultados posibles.

Gatti (2005), define las habilidades cognitivas como una estructura mental que le permite al individuo diferenciar entre objetos, actos o estímulos, identificar y clasificar conceptos formular o construir problemas, aplicar reglas y resolver problemas; permiten la estructuración de procesos mentales cada vez más complejos que capacitan al individuo para interactuar con su entorno.

Las habilidades cognitivas que se desarrollarán en este apartado son razonamiento, pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje.

Razonamiento significa hacer una construcción compleja, un encadenamiento de proposiciones con el objetivo de extraer conclusiones a partir de unas premisas; este proceso puede hacerse de tres formas: Deductiva en la que se establece una conclusión a partir de la validación de varias premisas, Inductiva en la que se parte de una premisa particular para llegar a lo general y abductiva en la que una conclusión requiere ser confirmada o refutada (Diez, 2016).

Para Gabucio et al, (2005), razonar significa derivar las consecuencias de la relación entre ideas, usando conocimientos que se poseen previamente, para la proposición y evaluación de hipótesis.

Cuando un individuo se enfrenta a determinada situación, en donde debe tomar una decisión, usa lo que conoce acerca de la situación para plantear posibles estrategias de acción y evalúa qué podría ocurrir si decide de una u otra manera, intentando prever qué efectos tendría para la situación, cada una de sus posibles acciones; una vez evaluadas sus alternativas, determina que decisión tomar eligiendo la que producirá los efectos más favorables para él; este proceso es lo que se conoce como razonamiento.

La capacidad de razonar implica que el individuo puede obtener conclusiones a partir de razones y esto ocurre cuando algo toma sentido en nuestra comprensión; el razonamiento es algo que empleamos cotidianamente para tomar decisiones, medir reacciones, predecir eventos, etc.

Para Dewey (1989), un individuo puede aprender como pensar bien y cómo adquirir el hábito de reflexionar; lo expresado por el autor implica que como el razonamiento requiere reflexión y la reflexión puede inducirse mediante la enseñanza, es posible desarrollar el razonamiento en las personas mediante procesos educativos.

Esta habilidad 4RI es muy importante en lo que respecta a la resolución de problemas reales y el diseño de soluciones; además es requerida en el desarrollo pensamiento computacional por la necesidad de plantear diferentes rutas de acción ante una decisión; adicionalmente, permite acumular experiencia para que la persona pueda tomar decisiones rápidamente ante la ocurrencia de eventos similares.

La acción de razonar da lugar al pensamiento analítico y al pensamiento crítico; Villa y Poblete (2007), definen el pensamiento analítico como la capacidad mental que le permite al individuo distinguir y separar las partes de un todo para reconocer sus principios y los elementos que lo conforman; es un pensamiento en detalle que busca la precisión, la enumeración y la diferencia.

Por su parte, Nosich (2003), define el pensamiento analítico como un proceso que supone extraer conclusiones, formar conceptos, tomar decisiones y tener un punto de vista mediante el planteamiento de preguntas, el razonamiento de las respuestas y el convencimiento de los resultados de ese razonamiento.

Una persona que piensa analíticamente, es capaz de disgregar en sus pensamientos las partes de un todo para formarse una comprensión de sus partes con base en la información que posee y que le permite asimilar mediante el razonamiento aquello que sabe acerca de esa entidad.

El pensamiento analítico tiene tres niveles de dominio: En el nivel uno se puede describir, relacionar e interpretar situaciones y planteamientos sencillos; en el nivel dos se puede seleccionar elementos significativos y establecer en situaciones complejas ; en el tercer nivel se es capaz de identificar las faltantes de información y establecer relaciones de los elementos con situaciones externas. (Villa y Poblete, 2007)

Estos niveles de pensamiento analítico, son verificables mediante análisis de información escrita o de gráficos, el análisis de procesos, el análisis de cifras o la descripción de sistemas; para la persona que posee esta habilidad, es posible inferir el rol que desempeña cada elemento en un sistema global, no solo al interior del sistema sino en sus relaciones con el entorno.

Como se mencionó, el razonamiento también hace uso del pensamiento crítico; Villa y Poblete (2007), lo definen como "el comportamiento mental que cuestiona las cosas y se interesa por los fundamentos en los que se asientan las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos" (p. 80).

Herrero (2016), define el pensamiento crítico como un razonamiento reflexivo, juicioso que cuestiona lo que lee y escucha y que le permite al individuo juzgar si hay razones suficientes, relevantes y aceptables para hacer o creer algo, o para no hacerlo o no creerlo.

Por su parte, Zarzar (2015) afirma que el pensamiento crítico consiste en cuestionar la verdad o falsedad de las cosas, ideas o acontecimientos; el que piensa críticamente cuestiona los motivos que tiene alguien para afirmar algo y busca fundamentar sus ideas y creencias en el estudio y la investigación; una persona con pensamiento crítico tiene una mente abierta, un sano escepticismo, libertad intelectual, libertad de pensamiento y una curiosidad natural para conocer y aprender.

El pensamiento crítico permite que el individuo no se conforme con aquello que lee, ve o escucha en relación a determinado tema, sino que se cuestione acerca de la validez de esos argumentos a los que ha sido expuesto y con base en esa validación, decida que creer o que hacer al respecto.

La persona que posee un pensamiento crítico, hace uso del pensamiento analítico, pero también de la reflexión y de la lógica y tiene la capacidad de identificar las ideas que hacen posible un conocimiento, cuentan con características de toma de decisiones, creación, innovación entre otros; este tipo de pensamiento también se da en tres niveles: en el primer nivel el sujeto se cuestiona acerca de la realidad y reflexiona sobre las consecuencias de las decisiones propias y ajenas; en el segundo nivel es capaz de analizar juicios propios y ajenos y sus implicaciones; en el tercer nivel es capaz de analizar la pertinencia de los juicios y su coherencia con la conducta con base en principios y valores (Villa y Poblete, 2007).

Para Herrero (2016), el pensamiento crítico se centra en la construcción de los argumentos y en su uso en el razonamiento; para que un argumento sea válido, debe haber suficientes pruebas, premisas o evidencias de la validez de ese argumento, de lo contrario este es descartado.

Según Zarzar (2015), el pensamiento crítico sigue dos vertientes: una cognitiva que implica desarrollar habilidades de pensamiento y otra afectiva que implica una adecuada disposición, actitudes, compromiso y tendencia hacia la acción; generalmente la formación del pensamiento crítico, inicia desde la vertiente afectiva induciendo al individuo a conocer la verdad y reconocer lo que es justo para luego reforzar el desarrollo del mismo con el componente cognitivo.

Si la persona posee un pensamiento crítico, se preocupa por sopesar la validez de la información que recibe antes de asumirla como cierta y con base en ella determina sus

acciones o comportamientos; el pensamiento crítico es verificable mediante los juicios que el individuo se plantea y los fundamentos de los mismos, así como la puesta en práctica de acciones se basan en valores y convicciones; llegar a ese punto implica no sólo formar actitudes críticas, sino formar también habilidades en lo relativo a la construcción del conocimiento, tales como la investigación, la integración de conocimientos y la reflexión acerca de los mismos.

Otra habilidad cognitiva de 4RI es la Creatividad e Innovación; Van de Ven (1986), define la innovación como un proceso para desarrollar e implementar nuevas ideas; es decir, innovar significa construir y poner en funcionamiento algo que es producto de la creatividad.

La creatividad o pensamiento creativo se define como "el comportamiento mental que genera procesos de búsqueda y descubrimiento de soluciones nuevas e inhabituales, pero con sentido, en los distintos ámbitos de la vida" (Villa y Poblete, 2007, p.87).

Goñi (2014), afirma que la creatividad significa desarrollar enfoques no existentes o ideas que lleguen a soluciones que superen las que existen actualmente.

Lo expresado por los autores, permite inferir que la novedad está asociada a la creatividad, ya sea el resultante de ésta una idea, un producto, un servicio o la solución a un problema; si este resultante tiene la capacidad generar transformación en el contexto hacia dónde va dirigido y su uso o implementación reviste sencillez pero a la vez efectividad, se dice que ha sido el resultado de la creatividad.

La persona que es creativa hace uso del pensamiento analítico y crítico, la reflexión, la flexibilidad, la observación, el emprendimiento y la toma de decisiones; tiene tres niveles de dominio: en el primer nivel la persona es capaz de percibir la información con mentalidad abierta y utilizarla como base para nuevas ideas; en el segundo nivel, el individuo es capaz de formular preguntas variadas y muchas alternativas para comprender mejor una situación; en el tercer nivel es capaz de generar sistemáticamente enfoques creativos en el desarrollo de actividades (Villa y Poblete, 2007).

La creatividad es una habilidad que permite evidenciar autonomía, uso asertivo de la información, versatilidad y definición de criterios; la creatividad es la base de la innovación y permite generar soluciones eficientes a problemas de la vida real.

Para Goñi (2014), la innovación es una actitud que permite aceptar el riesgo de fracaso y persistir en la superación de los obstáculos hasta llegar a una meta; una persona innovadora demuestra las siguientes características: muestra atracción hacia lo nuevo, concede menor significado al error y aprende de él, es consciente de la existencia de obstáculos y posee orientación al logro; para que la innovación sea posible se debe generar un ambiente constructivo que permita la cooperación y la apertura hacia nuevas ideas.

La innovación hace uso de la creatividad para generar estrategias que permitan poner en marcha ideas o proyectos originales con éxito; la persona innovadora y creativa no se conforma, siempre está ideando mejores formas de hacer las cosas para transformar las realidades.

Anteriormente, se mencionó que el razonamiento lleva a la solución de problemas, la habilidad de resolver problemas se entiende como la capacidad de "Identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo con criterio y de forma efectiva" (Villa y Poblete, 2007, p. 142).

Rosales et al.(2013), definen la habilidad de resolver problemas como la capacidad de proponer estrategias de colaboración que permitan dar solución a una situación que está causando malestar; la solución de problemas desarrolla los siguientes pasos: definición del problema, análisis de causas del problema, buscar alternativas de solución, analizar y evaluar las alternativas, tomar una decisión, ponerla en práctica y valorar los resultados.

Los anteriores pasos, se siguen de manera secuencial, siendo cada fase un insumo para la siguiente; comprender el problema de una manera holística permite hallar más de una alternativa para resolverlo; usar la capacidad de razonar y el pensamiento reflexivo, hace posible determinar cuál es la alternativa de solución más apropiada para una situación.

Por su parte Lozano et al. (2013), definen un problema como una situación que necesita solución de forma natural y que se escoge entre varias alternativas posibles efectuando una toma de decisión; las decisiones pueden ser programadas o no programadas; las primeras, obedecen a situaciones recurrentes para las que se han establecido protocolos; las segundas, se toman ante situaciones imprevistas y pueden tener un alcance operativo (a corto plazo e implican a pocas personas), táctico (a mediano plazo e implican cierto nivel de experiencia) y estratégico (a largo plazo enfrentan grandes obstáculos).

Según los anteriores autores, la toma de decisiones para resolver problemas implica seis pasos: parar y calmarse, identificar el problema, buscar protocolos de respuesta, generar ideas de solución; evaluar las ideas; elegir una solución y ponerla en práctica.

Este planteamiento concede a la experiencia o a los protocolos de acción empleados en situaciones problemáticas similares, un rol importante ya que permiten dar una mirada a problemas que hayan ocurrido en el pasado y las soluciones implementadas en ese entonces, para establecer la efectividad de aquellas soluciones y sus implicaciones en el problema actual; las experiencias pasadas se convierten así en una fuente de información, que permite simular de algún modo la efectividad de las soluciones.

Quien posee la habilidad de resolver problemas,, es capaz de cuestionarse sus propios paradigmas y de hacer uso del pensamiento analítico, reflexivo y crítico; la resolución de problemas tiene tres niveles de desarrollo: en el primer nivel, se es capaz de identificar los problemas y solucionarlos utilizando métodos aprendidos; en el segundo nivel, se usa la experiencia para establecer las causas del problema y construir soluciones eficaces; en el tercer nivel, es capaz de proponer y construir soluciones a problemas en diversos ámbitos con una visión integradora (Villa y Poblete, 2007).

La resolución de problemas es una habilidad que involucra el razonamiento y dentro de ese proceso emplea el pensamiento analítico, el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación como estrategia para plantear y desarrollar una solución; esta habilidad de 4RI, permite a quien la posee, comprender mejor la realidad, descubrir fallas o situaciones que requieren mejoras y plantear alternativas para lograrlo.

Las siguientes habilidades de 4RI están relacionadas con la aptitud del individuo para adquirir nuevos conocimientos; estas son el Aprendizaje Activo y el Autoaprendizaje.

La definición original de Aprendizaje Activo es planteada por Dewey (1916), según la cual, es algo que hace la persona cuando estudia, es decir, la enseñanza debe ser algo práctico que se centra en las experiencias de los estudiantes y que les permite aprender haciendo.

A partir del legado de Dewey, se han planteado nuevas concepciones de Aprendizaje Activo, para efectos de éste estudio se tomará la planteada por Chickering y Gamson (1987):

> Aprender no es un deporte en el que se puede ser espectador. Los alumnos no aprenden por sentarse en clase y escuchar a los profesores, memorizar los contenidos, escribir sobre ellos y responder a las preguntas. Deben hablar sobre lo que están aprendiendo, relacionarlo con experiencias previas, aplicarlo a sus vidas cotidianas. Deben hacer de lo que aprenden una parte de sí mismos (p. 3)

Lo anterior indica que la persona con habilidad de aprendizaje activo, participa enérgicamente de su propio proceso de aprendizaje y esto se evidencia cuando pregunta acerca de lo que se está enseñando, habla o hace referencia a situaciones o conocimientos previos que están relacionados con lo que está aprendiendo, articula los nuevos conocimientos con otras áreas de aprendizaje y principalmente usa lo aprendido para resolver problemas; el individuo con esta habilidad, sabe que el conocimiento da el poder de transformar su realidad y por ello siempre quiere aprender algo nuevo.

Prince (2004), define el aprendizaje activo como un método de enseñanza que involucra a los estudiantes en su proceso de aprendizaje de modo que requiere que éstos desarrollen actividades que tengan para ellos algún significado y que haga pensar en su práctica.

Lo planteado por éste autor, establece que no todas las actividades que se realizan durante un proceso de enseñanza tienen algún significado para los alumnos; esas actividades se convierten en un mero requisito que se debe cumplir, pero no aportan al proceso de aprendizaje; para que sean significativas, deben generar en los estudiantes una reflexión acerca de su propósito y de los conocimientos que se requieren para su ejecución; solo de este modo adquieren algún significado.

Por otra parte, Pinto (2007) expresa lo siguiente en relación al aprendizaje activo y sus métodos de enseñanza:

> El concepto de aprendizaje activo es destacado como una herramienta esencial para la innovación educativa, en las diversas etapas de enseñanza e incluye métodos como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje cooperativo, práctica en el laboratorio, tutorías, y discusión en casos prácticos, entre otros, así como el empleo de la Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). (p.11)

Más allá de los métodos que emplea el aprendizaje activo, en relación a lo que éste significa como habilidad de cuarta revolución industrial, implica que el individuo en realidad tenga deseos de aprender y en efecto se involucre en cualquier actividad que pueda enseñarle algo; si bien las teorías de aprendizaje activo enuncian formas de concederle significado a la enseñanza, el aprendizaje activo como habilidad 4RI, busca desarrollar en el estudiante aptitudes y formas de pensamiento que le permitan entender que los conocimientos le ofrecen el poder de cambiar su realidad y que por esa razón, debe hacerse cargo de su proceso de aprendizaje.

En complemento con el aprendizaje activo, se presenta el autoaprendizaje como habilidad de cuarta revolución industrial.

El Autoaprendizaje o Aprendizaje Autónomo es definido por Monereo y Castello (1997) como una característica que le permite al individuo tomar acciones para regular su propio aprendizaje, con el fin de alcanzar determinada meta mediante, un contexto y unas condiciones de aprendizaje específicas.

Chica (2017) establece la autonomía como elemento fundamental en el aprendizaje autónomo, que hace que el estudiante se auto determine y se auto obligue a educarse, con el fin de alcanzar unas metas de su proyecto de vida, empleando estrategias pedagógicas que signifiquen aprendizajes mediante la autorregulación cognitiva, metacognitiva y la ética; las principales características del autoaprendizaje son el autocontrol, la reflexión autocrítica y social, la responsabilidad, la motivación y el autoconcepto.

En concordancia, Villavicencio (2004) se refiere al aprendizaje autónomo de la siguiente manera:

> Entonces a manera de síntesis, podemos afirmar que la autonomía en el aprendizaje o el aprendizaje autónomo es la facultad que tiene una persona para dirigir, controlar, regular y evaluar su forma de aprender, de forma consciente e intencionada haciendo uso de estrategias de aprendizaje para lograr el objetivo o meta deseado. Esta autonomía debe ser el fin último de la educación, que se expresa en saber aprender a aprender. (p. 4)

Por su parte, Rué (2010) establece que el aprendizaje autónomo debe ser el éxito máximo de un proceso de aprendizaje; en la medida en que, en el contexto de la sociedad del conocimiento actual, la información caduca y la función de todo proceso de enseñanza

es generar en el estudiante una idea clara de su propio aprendizaje y de la necesidad de estarlo mejorando continuamente.

Las anteriores concepciones plantean como eje central del autoaprendizaje la autonomía como la capacidad de auto regularse y fijarse metas personales, que le impulsen a tomar acciones para lograr sus objetivos; el desarrollo de esta habilidad 4RI, tiene como finalidad hacer consciente al individuo de que es el principal beneficiario de su propio aprendizaje y que en tanto más trabaje en él, más fácilmente podrá llegar a desarrollar su proyecto de vida; además, le hace partícipe de la necesidad de actualizarse constantemente en un mundo en que el conocimiento avanza tan rápidamente.

Chica (2017), establece que la enseñanza del aprendizaje autónomo debe darse en un proceso dialógico y comunicativo entre docente y alumno usando estrategias didácticas en donde el aprendiz sea el protagonista de la autogestión del aprendizaje para educarse a sí mismo con los otros.

El aprendizaje autónomo como habilidad 4RI, pretende que los estudiantes tomen conciencia de la necesidad de hacerse cargo de su propio proceso de aprendizaje, como estrategia para adaptarse a los cambios tecnológicos continuos que se desarrollarán en el marco de la cuarta revolución industrial; una persona que asume sus propias carencias de aprendizaje y desarrolla estrategias para suplirlas, es una persona que puede enfrentarse a retos enormes haciendo uso de su determinación y su autonomía como medios para lograr su propia superación.

- Habilidades Personales.

Se han agrupado en esta categoría aquellas habilidades, que definen como es el comportamiento de un individuo en los diferentes roles donde se desempeña, tales como trabajo, hogar, estudio, etc.

Whetten y Cameron (2005), definen las habilidades personales como “habilidades que se concentran en asuntos que quizás no impliquen a otras personas sino que se relacionen con la administración del propio yo” (p.17).

Las habilidades personales definen características del individuo, que junto con las demás habilidades favorecen aptitudes y comportamientos que facilitan el trabajo en equipo, el aprendizaje y la convivencia en grupos sociales; las habilidades de tipo personal

que se abordarán en este apartado son: liderazgo, iniciativa, persistencia, manejo de tiempo, toma de decisiones y profesionalismo.

Villa y Poblete (2007), definen el liderazgo como la capacidad de "influir sobre las personas y/o grupos anticipándose al futuro y contribuyendo a su desarrollo personal y profesional" (p. 315).

Rozo y Abaunza (2010), lo puntualizan de la siguiente manera: "El liderazgo se define como el proceso de dirigir e influir en las actividades laborales de los miembros de un grupo y se reconoce como componente fundamental que influye en la efectividad general de una organización" (p.62).

Por su parte, Koontz et al.(2012), lo precisan como "Arte o proceso de influir en las personas para que participen con disposición y entusiasmo hacia el logro de las metas del grupo" (p.413).

Las anteriores definiciones tienen elementos comunes como la capacidad de influir (para el caso abordada como influencia social) y el logro de metas comunes; un líder sabe cómo lograr que los miembros de su equipo trabajan por un fin común; estas personas reconocen en el líder ciertas características o aptitudes que les impulsan a seguir los lineamientos o directrices que este les indique y se someten a su autoridad libremente porque se sienten representados en él.

De otra parte, el liderazgo presenta dos aspectos: uno relacional en la que el líder se centra en las relaciones e interrelaciones de su grupo y una instrumental que tiene que ver con el desarrollo de las tareas o actividades (Martínez y Liderazgo, 2012).

El líder se caracteriza por planificar, auto motivarse, tener buena comunicación interpersonal, trabajar en equipo, orientarse al logro, ser innovador y tener confianza en sí mismo; quien domina el liderazgo demuestra tres niveles de desempeño: en el primer nivel, la persona toma la iniciativa y se comunica con convicción y coherencia; en el segundo nivel, el individuo transmite confianza e impulso a los otros hacia la acción; en el tercer nivel, son capaces de influir en su entorno para alcanzar metas (Villa y Poblete, 2007).

Las anteriores características que definen un líder, así como los roles (relacional e instrumental) que éste asume, logran disuadir a los miembros de un equipo de la importancia de trabajar mancomunadamente en el logro de una meta, poniendo lo mejor de sí para hacerla posible.

El líder de 4RI, se esfuerza por lograr sus metas y usa sus aptitudes para motivar a sus compañeros a ser parte del proceso; el liderazgo es una característica clave para quienes se proponen generar transformaciones en su entorno.

La siguiente habilidad es la iniciativa; esta se define como la capacidad de desarrollar proyectos de su propia cuenta, utilizando recursos para asegurar el éxito de su empresa a pesar del riesgo que ello implica; esta habilidad requiere liderazgo, auto motivación, creatividad e innovación (Villa y Poblete, 2007).

Prieto et al.(2013), definen iniciativa de la siguiente manera: "es la capacidad de transformar las ideas en actos, de actuar con decisión propia para alcanzar las metas propuestas desafiando lo preestablecido" (p.9).

La persona que posee iniciativa, pone todo de su parte para lograr una meta que se ha propuesto, aun cuando esta meta no ha sido lograda antes; por ello, dedica el tiempo, los recursos y los esfuerzos que sean necesario aún a riesgo de fracasar.

Villa y Poblete (2007), describen tres niveles de manejo de la iniciativa: en el primer nivel, se afronta la realidad valorando riesgo y oportunidades y corriendo los riesgos; en el segundo nivel, se integra a otras personas incluyéndolos en la visión propia del futuro; en el tercer nivel, se emprenden proyectos complejos y desafiantes.

El Ministerio de Educación, Política Social y Deporte (2008), plantea que fomentar la iniciativa en un alumno, consiste en lograr que éste adquiera y consolide un estilo de aprendizaje que favorezca el deseo de iniciar acciones que constituyan un reto, empleando soluciones novedosas, originales o que ya existen.

Como puede apreciarse, el fin de la habilidad de iniciativa, es lograr que el individuo asuma retos y plantee soluciones a los mismos empleando e investigando posibles estrategias para lograrlo e incluso proponiéndolas si éstas no existen; la iniciativa va acompañada de la habilidad de resolver problemas, la creatividad y la innovación.

Las personas que tienen la habilidad 4RI de iniciativa, tienen una alta autoestima,. asumen riesgos y son capaces de involucrar a otras personas para incluirlos en sus proyectos; la iniciativa permite ver la realidad desde diferentes perspectivas y es un primer paso para transformar la realidad.

La siguiente habilidad 4RI es la persistencia, comúnmente se entiende la persistencia como la capacidad de insistir y perseverar en una meta; en el caso educativo,

Elliot et al.(1999), definen la persistencia en el aprendizaje como la inversión continuada de tiempo en una meta especialmente cuando se presentan obstáculos.

Este tipo de persistencia, es fundamental en el logro de los objetivos educativos ya que inducen al estudiante a perseverar en sus metas de aprendizaje, a pesar de la dificultad de las mismas, de los posibles obstáculos (económicos, sociales incluso físicos) que deba superar para desarrollar su logro académico y aún a pesar de su propio impulso de rendirse.

Por su parte Rivas Navarro (2008), entiende la perseverancia como la duración del cambio que produce en el aprendiz el aprendizaje.

Para este autor un aprendizaje es eficaz en la medida en que persiste en el pensamiento del estudiante y en el uso que éste le concede; algunos aprendizajes tienen mayor persistencia que otros según la significación que tengan para el alumno.

Hernández et al.(2004), definen la persistencia como una variable de la personalidad que establece una tendencia a responder en una situación donde la probabilidad de lograr una recompensa es baja o nula; la persistencia tiene tres componentes: un componente motivacional que lleva a persistir por el interés de llevar a cabo una actividad, un componente de obstinación en el que el individuo insiste probando estrategias que anteriormente le dieron resultado y un componente de exploración en donde el sujeto intenta nuevas soluciones.

Lo expresado anteriormente, indica que un individuo persiste por diferentes motivaciones, que se relacionan con el logro de objetivos, poniendo en un segundo plano los incentivos que puedan generar sus acciones; la persona con un alto nivel de persistencia, insiste en su meta, aún si tiene que idear o crear otras rutas para llegar a su objetivo.

El desarrollo de la habilidad de persistencia, está ligado a la motivación al logro, la creatividad, el razonamiento, el pensamiento analítico, crítico y reflexivo, así como a la habilidad de resolver problemas.

La habilidad de Manejo del Tiempo o Gestión del Tiempo se define por Villa y Poblete (2007) como la capacidad de "distribuir el tiempo de manera ponderada en función de las prioridades, teniendo en cuenta los objetivos personales a corto, medio y largo plazo y las áreas personales y profesionales que interesa desarrollar"(p. 132).

Para tener un buen control del tiempo en el desarrollo de actividades, es importante tener claros los objetivos que se pretenden alcanzar, con el fin de separar las actividades que se requieren para lograrlo y de este modo asignar los tiempos que se necesitan.

Gan y Triginé (2012), definen la gestión del tiempo como una estrategia para hallar equilibrio entre la actividad profesional y el tiempo que se dedica a la familia, la sociedad y otros; para gestionar adecuadamente el tiempo, se deben seguir tres criterios: optimizar el tiempo implementando criterios y pautas de acción claros; identificar aquellas situaciones que eliminan interrupciones y centrarse en las responsabilidades; por último se deben priorizar las actividades identificando los objetivos centrales, los objetivos secundarios y los asuntos pendientes.

La gestión del tiempo no debe desarrollarse únicamente en lo relativo a actividades laborales; todos los aspectos de la vida humana requieren cierto tiempo de atención y si no se ha hecho una correcta gestión del tiempo, unas actividades pueden absorber el tiempo que debería dedicarse a otras, por ello, deben priorizarse todas las actividades que un individuo debe realizar.

En contraste, Bustinduy (2015) establece tres fases fundamentales para gestionar el tiempo: la fase de planificación en donde se definen los objetivos, se fijan las prioridades y se programan las tareas separando las urgentes de las importantes dejando tiempo para imprevistos; la fase de ejecución donde se desarrollan las tareas programadas y por último la fase de retroalimentación con el fin de corregir o perfeccionar las tareas ya ejecutadas.

La correcta planificación de las tareas depende en gran medida del conocimiento de las tareas y de las situaciones no planificadas que pudiesen ocurrir durante su ejecución; planificar las actividades significa contemplar los tiempos que se requieren considerando factores externos que pudiesen incidir en el desarrollo de lo planeado.

La persona que sabe manejar el tiempo, demuestra autocontrol, disciplina, respeto por los otros y planificación; esta habilidad tiene tres niveles de dominio: en el primer nivel, es capaz de plantear objetivos y prioridades, también es capaz de cumplir con lo planificado en el corto plazo; en el segundo nivel, la persona puede jerarquizar los objetivos, planificar y cumplir actividades a mediano y largo plazo; en el tercer nivel, se pueden establecer objetivos y prioridades y cumplir con actividades compartidas con otros (Villa y Poblete, 2007).

El Manejo del tiempo es una habilidad 4RI que permite alcanzar metas a corto, mediano y largo plazo, organizando de manera óptima el tiempo para desarrollar las actividades de manera sistemática, respetando el tiempo propio y el de los demás.

La siguiente habilidad personal 4RI es la Toma de Decisiones; Villa y Poblete (2007), la definen como la capacidad de "Elegir la mejor alternativa para actuar, siguiendo un proceso sistemático y responsabilizándose del alcance y consecuencias de la opción tomada" (p. 149).

Rosales et al. (2013), definen la toma de decisiones como "el proceso a través del cual se identifica una necesidad de decisión, se establecen alternativas, se analizan y se elige una de ellas, se implementa la elegida y se evalúan los resultados" (p.123).

Se toman decisiones en diversas situaciones; las personas diariamente eligen entre diferentes alternativas que van desde qué productos de aseo utilizar hasta elegir entre una casa o un apartamento; decidir implica realizar un profundo análisis acerca de las opciones que se tienen y una valoración de la más acertada.

Moody (1991), define la toma de decisiones como un proceso que se realiza desarrollando el siguiente circuito de acciones: estar consciente de un problema o acción, reconocer el problema y su definición, analizar posibles alternativas y sus consecuencias, seleccionar la solución, implementar la solución y proporcionar retroalimentación.

Lo expresado por el autor determina la necesidad de conocer a profundidad el problema o la situación que amerita la decisión, de modo que, con base en ese conocimiento, sea posible plantear alternativas de solución y evaluar las posibles consecuencias de esas alternativas con el fin de elegir la más acertada.

Marketing Publishing (1995), establece cuatro niveles de complejidad en la toma de decisiones: rutinarias que se refieren a situaciones operativas y tienen una forma establecida de decisión; decisiones selectivas que implican cierto grado de iniciativa y selección; decisiones creativas que requieren soluciones completamente nuevas y decisiones innovadoras que requieren soluciones completamente nuevas que generan una ruptura creativa llevando a la innovación.

La complejidad de la situación determina el nivel de atención y preparación que se requiere de quien toma la decisión; muchas decisiones se toman de manera mecánica,

mientras que otras, exigen un alto grado de análisis y su solución puede producir grandes transformaciones en el entorno.

La persona que toma decisiones es líder por naturaleza, usa el pensamiento analítico, crítico, la resolución de problemas y tiene una alta autoestima; los niveles de apropiación de esta habilidad son tres: en el primer nivel, se usan métodos sistemáticos para la toma de decisiones personales con coherencia, acierto y seguridad; en el segundo nivel, se colabora con otros para tomar decisiones grupales; en el tercer nivel, se demuestra seguridad e iniciativa para tomar decisiones responsables y acertadas en situaciones difíciles (Villa y Poblete, 2007).

La toma de decisiones permite sortear con éxito situaciones de la vida cotidiana en las que se requiera evaluar diferentes alternativas y prever los posibles efectos de la decisión; la persona que toma decisiones acertadas, puede resolver problemas con mayor facilidad.

La última habilidad personal 4RI es el profesionalismo; este se entiende como el conjunto de características de un profesional que demuestra competencias cognitivas, psicomotoras y afectivas que le permiten desarrollar su trabajo calidad (López, 2015).

Ser profesional en algún oficio no solamente significa tener un diploma que acredite que se han cursado determinados estudios; el profesionalismo está ligado al empeño que la persona le imprime al desarrollo de sus actividades, haciendo uso no solo de sus conocimientos, sino también de su experticia y el ahínco con que desarrolla su labor.

Para Gonzáles Maura y González Tirados (2008), las competencias profesionales se definen de la siguiente manera:

> Entender, pues, las competencias profesionales desde una perspectiva compleja significa trascender el enfoque simple en virtud del cual las competencias se entienden como cualidades aisladas, eminentemente cognitivas, que predeterminan el éxito profesional en escenarios laborales específicos, hacia un enfoque personal y dinámico cuya atención está centrada no en cualidades aisladas, sino en la participación del profesional que, como persona, construye, moviliza e integra sus cualidades motivacionales y cognitivas en la regulación de una actuación profesional eficiente en escenarios laborales heterogéneos y diversos (p. 189).

Por su parte, Martínez et al. (2017), definen el profesionalismo, como el desempeño profesional que no solo tiene altos conocimientos técnicos, sino que también es virtuoso, comprometido y responsable con el desempeño de sus funciones.

Lo anterior implica que además de conocimientos, habilidades o aptitudes, el buen profesional, se destaca por tener la capacidad de juntar esos tres elementos para hacer un buen trabajo, aún en las situaciones más inverosímiles que requieran su servicio; el profesionalismo unifica habilidades cognitivas, sociales y emocionales, así como la experiencia.

Hargreaves y Fullan (2012), establecen las siguientes características para describir al profesional: conocimiento especializado en su área, uso de prácticas comunes, largos procesos de formación y calificación, monopolio del servicio que ofrece, ética de servicio, conducta autorregulada, autonomía, trabajo en equipo y compromiso de aprendizaje continuado.

Las anteriores características definen un listado importante de requerimientos que debe alcanzar una persona para convertirse en profesional en el estricto sentido de la palabra; desarrollar cada una de esas propiedades requiere un largo proceso formativo que abarque destrezas tanto técnicas como humanas, que le permitan al individuo aplicar sus conocimientos con sentido ético y compromiso.

- Habilidades Interculturales

Las habilidades interculturales, están relacionadas con la aptitud del individuo para interactuar con personas con valores culturales distintos a los propios.

Villa y Poblete (2007), definen las habilidades interculturales como la capacidad de "comprender y aceptar la diversidad social y cultural como un componente enriquecedor personal y colectivo para desarrollar la convivencia entre las personas sin incurrir en discriminación por sexo, edad, religión, condición social, política y/o étnica"(p.215).

El desarrollo de habilidades interculturales permiten que los individuos asimilen a personas procedentes de otros grupos culturales o inmigrantes, como sujetos en el mismo nivel de derechos y oportunidades, con los que se pueden realizar interacciones de calidad.

Según Pujol (2008), "Las habilidades interculturales propician formas de adecuación que permiten que las culturas, situadas todas ellas en situación de igualdad,

establezcan un diálogo fluido creando nuevas relaciones a partir de la reciprocidad" (p.709).

Las habilidades interculturales permiten que el individuo acepte que todas las culturas son igualmente válidas, que se eliminen sentimientos negativos como el racismo o la xenofobia y se enriquezca la visión del mundo mediante el intercambio con otras culturas.

En este apartado se abordarán las siguientes habilidades: empatía, colaboración y cooperación, mentalidad sostenible, comprensión de la sociedad digital y la ciudadanía digital y adaptabilidad.

Eisenberg (2002), precisa la empatía como una respuesta emocional resultante de la comprensión del estado o situación en la que se encuentra otra persona; esa respuesta incluye la capacidad de ponerse en el lugar del otro y genera una reacción afectiva que procede de esa comprensión.

Ser empático significa ponerse en el lugar del otro, aceptar que las emociones de la otra persona son tan valiosas como las propias y que merecen toda la atención que se les pueda brindar.

Por su parte Harvard Bussines Review (2019), concreta la empatía como la acción de centrarse en los demás; existen tres tipos de empatía: la cognitiva que es la capacidad de entender la perspectiva de la otra persona; la emocional que es la capacidad de sentir lo que otra persona siente y el interés empático que es entender lo que otra persona necesita de ti.

Empatizar es un ejercicio que aborda la situación de otra persona intentando comprender de la mejor manera posible cómo se desarrolla, por ello, con el objeto de lograr una comprensión global, se debe analizar esa situación desde las tres dimensiones de la empatía, porque no basta con entender al otro, se demanda en lo posible tomar acciones que permitan mejorar la situación en que éste se encuentra.

Darder et al. (2014), se refieren a la empatía de la siguiente manera: "La empatía se desarrolla en un contexto en el que las propias necesidades son percibidas y atendidas, se facilita la conexión emocional entre los miembros del grupo y se propician oportunidades para practicar la acción compasiva y la ayuda"(p.85).

Estos autores indican que para poder ser empático debe contarse con una salud emocional sana, en donde las propias necesidades son atendidas; en ese escenario, es más

sencillo para el individuo comprender las necesidades del otro y tomar acciones para ayudarlo si así se requiere.

Ser empático significa ponerse en el lugar del otro y desarrollar sentimientos de solidaridad con su situación; la empatía es una aptitud que permite comprender que a pesar de que todos los seres humanos no tienen la misma información cultural o condición social, en el fondo son iguales y por ello se debe respetar y valorar la diferencia.

Las habilidades de 4RI de colaboración y cooperación van unidas al ser escalables; Liponnen (2002), define colaborar de la siguiente manera: " se refiere a cualquier actividad que un par de individuos o un grupo de personas desarrollan juntos" (p.73).

Lo anterior implica que siempre que más de una persona una esfuerzos para alcanzar un fin hay colaboración; por su parte cooperar significa unir colaboraciones, es decir unir esfuerzos y recursos de dos o más grupos que trabajan en un mismo propósito.

Villa y Poblete (2007), definen la cooperación como integrarse y colaborar para alcanzar metas comunes ya sea con otras personas, otras áreas e incluso otras organizaciones. La persona que colabora y coopera sabe trabajar en equipo, fomenta la confianza y la integración de quienes cooperan.

La colaboración supone que existen unos objetivos en común y que hay mas de una persona o grupos de personas tratando de alcanzar ese objetivo; en ese estado de las cosas, será más sencillo lograr la meta, si se trabaja en equipo juntando esfuerzos y recursos.

Por su parte Stout et al. (2019), definen la colaboración como un sistema relacional entre partes interesadas, que acuerdan usar recursos en común, para alcanzar unas metas que no pueden lograrse de manera individual.

Para estos autores la colaboración supone un sistema relacional en donde las partes del sistema trabajan de manera sincronizada y unificada juntando recursos y esfuerzos para alcanzar una meta definida.

Ortega et al.(1998), definen la cooperación como "la relación que se produce entre dos organizaciones cuando actúan conjuntamente en para la resolución de un problema común" (p.198).

Aunque cooperar es un término que suele usarse indistintamente con colaborar, difiere del último en lo relativo a las partes que deciden trabajar juntas y en la forma en que trabajan: cuando se colabora, las personas o grupos que participan pertenecen a la misma

organización y trabajan de manera conjunta; cuando se coopera, las personas o grupos pertenecen a diferentes organizaciones y el trabajo suele subdividirse para que cada parte del acuerdo desarrolle una parte de modo que al final se logre la meta.

Colaborar y Cooperar son habilidades de 4RI, que facilitan el logro de metas de mayor tamaño, pues hacen posible la división de los esfuerzos y la consecución de recursos; permiten resolver problemas porque reúnen diferentes miradas de la situación y por consiguiente diferentes alternativas de solución; también posibilitan la integración de distintos estilos de trabajo, diversas cosmovisiones de la realidad y creencias homogéneas.

La siguiente habilidad intercultural de 4RI es la mentalidad sostenible; esta habilidad implica que el individuo crea en la necesidad de que el desarrollo ocurra de una manera sostenible; la ONU(1987), define el desarrollo sostenible como la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades.

El concepto planteado por la ONU, ha sido pionero en el nacimiento de una mentalidad de desarrollo sostenible en las organizaciones; ya que hizo evidente que el modelo de producción tiene consecuencias negativas en el ambiente y en consecuencia en la salud de las personas.

Xercavins et al. (2005), establecen que la concepción de desarrollo sostenible tiene tres componentes fundamentales: solidaridad intrageneracional que establece una distribución equitativa de los recursos de modo que permita preservar la vida; solidaridad intergeneracional para garantizar la continuidad de la vida; por último determinación de la existencia de unas necesidades que pueden ser primarias (que resultan necesarias para la supervivencia) o secundarias (que están relacionadas con el intercambio social y la cultura).

La mentalidad sostenible es una forma de empatía con los demás habitantes del planeta y con las generaciones venideras; se busca reducir el impacto ambiental que se produce en la actualidad, para hacer posible la satisfacción de las necesidades de las personas que viven ahora, pero también la de las personas que vivirán los próximos años.

Por su parte Estrini (2010), establece que es necesario emplear estrategias de innovación que sean sostenibles; en sus palabras:

> Para asegurarnos un puesto en el futuro, tendremos que pensar con amplitud de miras, ser audaces y aceptar la responsabilidad por los problemas que hemos creado.

> Además de apreciar las estrategias para la innovación sostenible que funcionaron en el pasado, también tendremos que adaptarnos a las nuevas realidades sociales y económicas del hoy en día. Muchos grupos tienen que participar en la resolución de este problema, incluyendo empresas, organizaciones gubernamentales, instituciones financieras, organizaciones sin ánimo de lucro, académicos, educadores y padres (p.xii).

Lo expresado por la autora, pone en consideración el rol que todos los miembros de la sociedad deben desempeñar para hacer posible un desarrollo que sea amigable con el planeta; todos los actores sociales deben asumir la obligación de desarrollar una mentalidad sostenible, desde donde su labor se lo permita; si no se logra, el futuro de todos estará comprometido.

La habilidad de mentalidad sostenible, además hace que el individuo considere las implicaciones ambientales y sociales que tendría la solución tecnológica a un problema , de manera que el uso continuado de ese desarrollo tecnológico no afecte en gran medida la calidad de vida de las personas y haga un uso óptimo de los recursos que emplee.

Lo anterior implica que la fase de diseño de cualquier solución tecnológica debe incluir una fase de análisis de sostenibilidad, en donde se determine qué insumos para la construcción del dispositivo pueden obtenerse de fuentes recicladas o renovables, cómo pueden minimizarse los impactos negativos del artefacto y cómo pueden reutilizarse sus desechos.

La mentalidad sostenible además, hace que el individuo considere el perjuicio ambiental o social que pueden desencadenar sus acciones cotidianas y que procure minimizarlas, un estudiante con mentalidad sostenible es un ciudadano que se preocupa por el bienestar común.

La habilidad de comprensión de la sociedad digital y la ciudadanía digital, permite al individuo ajustarse a los cambios sociales producidos por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Robles (2009), define al ciudadano digital como “aquel individuo, ciudadano o no de otra comunidad o Estado, que ejerce la totalidad o parte de sus derechos políticos o sociales a través de internet, de forma independiente o por medio de su pertenencia a una comunidad virtual” (p.55).

La anterior definición, deja ver que la ciudadanía digital no depende en absoluto del espacio físico en donde se encuentra el sujeto que se conecta a la internet; las fronteras de los estados desaparecen en el ciberespacio y éste lugar se establece como un nuevo "estado" cuyas reglas pueden diferir a las de los estados tradicionales y generar nuevas pautas de comportamiento e interacción con otros individuos de ese nuevo espacio.

El conjunto de ciudadanos digitales, dan lugar al nacimiento de una sociedad digital; Merlo Vega (2009) define la sociedad digital como una sociedad en la que se aplica tecnologías en todas las facetas de la actividad humana y que se identifica mediante tres rasgos definitorios: Ubicuidad que significa poder estar en varios lugares simultáneamente, inmediatez y participación.

El nacimiento de la sociedad digital trae consigo nuevas dinámicas sociales en ámbitos como el laboral, el educativo, el entretenimiento, el económico, las relaciones interpersonales y la política entre otros; esto en virtud de la gama de aplicaciones que ofrece el mundo digital y la variación en la forma de realizar actividades cotidianas en esos campos.

Hernández (2013), afirma que las TIC revolucionaron la capacidad de acceder, procesar, distribuir y almacenar la información, transformado la estructura social, es decir, la manera como la sociedad organiza sus actividades en los diferentes contextos de espacio y de tiempo, cambiando también la dimensión de seres sociales.

La construcción de una sociedad digital, al igual que la sociedad tradicional, requiere la definición de normas que todos sus miembros deben respetar; en el caso colombiano, el Ministerio de las TIC (s.f.) define la ciudadanía digital de la siguiente manera : "Entendemos la Ciudadanía Digital como el resultado de la transformación digital y productiva de los ciudadanos"(Parr.1).

En razón de lo anterior, en un primer paso para garantizar el acceso de todos los ciudadanos al entorno digital, formarlos en el uso seguro y responsable de las TIC y en competencias digitales, se han planteado las siguientes metas para el cuatrienio: lograr que el 50% de los hogares cuenten con internet fijo y el 70% móvil, que el 80% de los ciudadanos usen internet, triplicar el número de transacciones por internet, capacitar a 30.000 personas con discapacidad en el uso de TIC, conectar al 100% de las cabeceras municipales a internet de alta velocidad, formar a 693.000 ciudadanos en competencias

digitales y a más de 13 millones de ciudadanos en uso seguro y responsable de TIC (Ministerio de las TIC, 2019).

Estas metas aunque limitadas, son un primer paso para garantizar que los ciudadanos en Colombia tengan derecho a una ciudadanía digital; se sabe que por la geografía del territorio es difícil lograr la infraestructura tecnológica que permita la conexión total a internet, pero las actuales condiciones sociales y económicas exigen un esfuerzo en términos de inversión, que desde luego debe ir acompañada de capacitación.

Comprender la Sociedad Digital y lo que significa ser un ciudadano digital implica entender que, aunque la forma de hacer las cosas cambie, los principios éticos que rigen las acciones humanas no deben transformase, sólo ponerse en práctica en el entorno digital.

Para finalizar las habilidades interculturales, se abordará la habilidad de adaptación; Villa y Poblete (2007), la definen como la capacidad de "afrontar situaciones críticas del entorno psicosocial, manteniendo un estado de bienestar y equilibrio físico y mental que permite a la persona seguir actuando con efectividad" (p. 223).

Cuando se producen cambios, es común que las personas presenten dificultades para adaptarse a las nuevas circunstancias producidas por el cambio; tener la capacidad de afrontar con éxito esas dificultades es lo que se conoce como adaptabilidad.

Según Gaxiola (2015), la adaptabilidad se define como el ajuste de las personas ante las situaciones adversas y requiere competencias de afrontamiento y superación de las consecuencias negativas para mantener el equilibrio en los diferentes contextos donde se desempeña un individuo.

Adaptarse es mantenerse en equilibrio en todos los entonos en donde se desempeñe el individuo, es buscar estrategias que le permitan enfrentar situaciones a las que no se está acostumbrado, trabajar con nuevos compañeros, desarrollar actividades distintas, usar otros métodos para resolver problemas; significa aprender a hacer las cosas de forma distinta sin perder la estabilidad emocional.

Quien tiene la habilidad de Adaptación, tiene capacidad de auto conciencia, maneja sus habilidades emocionales, su pensamiento crítico y puede auto motivarse; la adaptación tiene tres niveles de manejo: en el primer nivel, la persona es dinámica y sabe trabajar bajo presión; en el segundo nivel, es capaz de actuar con eficacia en situaciones adversas y en el

tercer nivel, es capaz de enfrentar retos difíciles en situaciones cambiantes con buenos resultados (Villa y Poblete, 2007).

Son muchas las motivaciones que puede tener un individuo para adaptarse a una situación o contexto; sin embargo, estas motivaciones están asociadas al auto concepto y a la convicción de que siempre es posible alcanzar las metas personales que se haya propuesto, aún cuando sea necesario hacer ajustes en el proceso continuamente.

Davidoff (1984) define la adaptación como "el proceso de conformarse a las exigencias del yo y del entorno" (p.544); el autor diferencia entre dos tipos de respuestas que el individuo debe proporcionar en una situación cambiante: una para su propio yo que le permita sentirse bien consigo mismo y otra que le da al entorno para intentar mantener su equilibrio en ese contexto.

La adaptación es una habilidad de 4RI de tipo intercultural que le permite al individuo hacer frente a cambios de su entorno sin traumatismos; es una capacidad fundamental cuando la persona se desenvuelve en un ámbito tecnológico en donde los avances y cambios ocurren con rapidez y permite la interacción y el trabajo en equipo con personas cuyo desempeño social o laboral supone transformaciones en la manera en que se hacen las cosas, quien se adapta con facilidad puede operar en diversos contextos sin dificultad y sus habilidades son aplicables en cada entorno.

2.1.1.3 Currículo. Este componente, tiene como objetivo establecer las teorías de tipo educativo relacionadas con el desarrollo de habilidades de cuarta revolución industrial; para ello, se parte de las investigaciones halladas durante el desarrollo del estado del arte que sugerían algún tipo de implementación curricular que permitiese el desarrollo de habilidades 4RI; la Tabla 2 muestra el consolidado de estudios revisados y los elementos de transformación curricular sugeridos en cada uno de ellos.

Tabla 2

Consolidado de Estudios por Transformación Curricular

Estudio	Autor
Capacitación técnica en tecnologías 4RI	
La revolución industrial 4.0: transformaciones en las organizaciones y la gestión humana en el periodo 2015 – 2019	Ricardo Amaya Aragón (2019)
Transformación del modelo 4.0 en los sectores productivos en Colombia	Yolanda Esperanza Beltrán Prieto y Eduar Yamid Giraldo Bedoya (2019)

Estudio	Autor
Relación de la industria 4.0 con la competitividad industrial	Diego Edison Cabuya Padilla (2018)
La cooperación digital y la reducción de la brecha tecnológica en Colombia en la Cuarta Revolución Industrial	Angie Paola Hernández Fuentes (2019)
La cuarta revolución industrial: el presente y el futuro de la contabilidad y la contabilidad	Tetyana Slyozko, y Nataliya Zahorodnya (2017)
Un estudio de los desafíos previos a la educación superior en la cuarta revolución industrial emergente	G. Suganya (2017)
Educación superior en el contexto de la industria 4.0	Mónica Zambrano Garza, Lizbeth Habib Mireles y Neydi Gabriela Alfaro Cázares (2019)
Competitividad y la cuarta revolución industrial	Chen Liu (2017)
La Cuarta Revolución Industrial Análisis de la Asociación de Tecnología Central con Minería de Texto	Jae-Han Ryu y Yen-Yoo You (2018)
El sector industrial ruso en las condiciones de la cuarta revolución industrial	E. Balashova y E. Gromova (2018)
Estrategias de Aplicación de Industria 4.0 en las Empresas Peruanas	Manuel Martín Alvarado Andreade, Miguel Ángel Chávez Luna, y José Jacob Lazarte Rivera (2018)
Impacto de la industria 4.0 en las pymes de Coacalco, estado de México	Verónica Velázquez Romero, Anabel Martínez Guzmán y Iliana Díaz De León Flores (2018)
Industria 4.0: asegurando el futuro para las compañías manufactureras alemanas	Kajanth Balasingham (2016)
Inversión en infraestructura tecnológica	
La cooperación digital y la reducción de la brecha tecnológica en Colombia en la Cuarta Revolución Industrial	Angie Paola Hernández Fuentes (2019)
Un estudio de los desafíos previos a la educación superior en la cuarta revolución industrial emergente	G. Suganya (2017)
Educación superior en el contexto de la industria 4.0 elaborado por	Mónica Zambrano Garza, Lizbeth Habib Mireles y Neydi Gabriela Alfaro Cázares (2019)
El reporte horizonte NMC - El consorcio nueva media: 2019 edición educación superior	Bryan Alexander, Kevin Ashford-Rowe, Noreen Barajas-Murphy, Gregory Dobbin, Jessica Knott, Mark McCormack, Jeffery Pomerantz, Ryan Seilhamer y Nicole Weber (2019)
Impacto de la industria 4.0 en el comportamiento organizacional de las instituciones educativas de nivel superior	Nora Eloísa Herrera Hernández, Patricia Calderón Campos y Rebeca Almanza Jiménez (2019)
Videojuegos: un nuevo sistema educativo emergente	Lidia Barboza Norbis, y Jorge Rivas Díaz (2017)

Estudio	Autor
Opciones de mejora cognitiva no convencional como respuesta al desempleo estructural en el contexto tecnológico de la cuarta revolución industrial	Miguel Moreno Muñoz (2016)
Industria 4.0 - ¿Rutinas de organización o innovaciones?	Maximiliane Wilkesmann y Uwe Wilkesmann (2017)
El rol de la interoperatividad en la era de la cuarta revolución industrial	Yongxin Liao, Luis Felipe Pierin Ramos, Maicon Saturno, Fernando Deschamps, Eduardo de Freitas Rocha Loures y Anderson Luis Szeja (2017)
La cuarta revolución industrial: Una perspectiva de innovación social	Rabeh Morrar, Husam Arman, y Saeed Mousa (2017)
Capacitación docente	
La cooperación digital y la reducción de la brecha tecnológica en Colombia en la Cuarta Revolución Industrial	Angie Paola Hernández Fuentes (2019
- Educación 4.0: Transformación del aula tradicional en la escuela de educación básica en México	Aleida Aída Flores Alanís, Guadalupe Chávez González y Jessica Mariela Rodríguez Hernández (2018)
El reporte horizonte NMC - El consorcio nueva media: 2019 edición educación superior	Bryan Alexander, Kevin Ashford-Rowe, Noreen Barajas-Murphy, Gregory Dobbin, Jessica Knott, Mark McCormack, Jeffery Pomerantz, Ryan Seilhamer y Nicole Weber (2019)
Profesor 4.0: requisitos del maestro del futuro en el contexto de la cuarta revolución industrial	Anas Abdelrazeq, Daniela Janssen, Christian Tummel, Anja Richert y Sabina Jeschke (2016)
Implementación de pasantías	
Desafíos y oportunidades de la cuarta revolución industrial: prácticas actuales, desafíos y oportunidades	Antonella Petrillo, Fabio De Felice, Raffaele Cioffi y Federico Zomparelli (2018)
Ajustar programas a demandas laborales	
¿Es la cuarta revolución industrial una panacea? Los riesgos de la cuarta revolución industrial: evidencia en la economía tailandesa	Patipan Sae-Lima y Kittisak Jermsittiparsert (2019)
Implementar habilidades transversales de creatividad, innovación y programación	
La cuarta revolución industrial: el presente y el futuro de la contabilidad y la contabilidad	Tetyana Slyozko, y Nataliya Zahorodnya (2017)
Un estudio sobre los cambios de bibliotecas y direcciones de la educación bibliotecaria en la era de la Cuarta Revolución Industrial	Ok Nam Park (2018)
Ofrecer Modalidades técnicas y de investigación	
Perspectiva académica para la transición de la educación superior al paradigma de la industria 4.0 desarrollada por	Patricia Galván Morales, Julio Armando Asato España y José Benigno Molina Castro (2019)
Implementar plataformas virtuales de enseñanza	

Estudio	Autor
Un estudio de los desafíos previos a la educación superior en la cuarta revolución industrial emergente	G. Suganya (2017)
Educación superior en el contexto de la industria 4.0	Mónica Zambrano Garza, Lizbeth Habib Mireles y Neydi Gabriela Alfaro Cázares (2019)
¿Cómo responder a la cuarta revolución industrial, o a la segunda revolución de la información? Nueva dinámica y combinaciones entre tecnología, mercado y sociedad a través de la innovación abierta.	MinHwa Lee, JinHyo Joseph Yun , Andreas Pyka , DongKyu Won, Fumio Kodama, Giovanni Schiuma, HangSik Park, Jeonghwan Jeon, KyungBae Park, KwangHo Jung, Min-Ren Yan, SamYoul Lee y Xiaofei Zhao (2018)
Industria y educación 4.0 en México: un estudio exploratorio	Daniel Sánchez Guzmán (2019)

Fuente: Elaboración propia a partir de Amaya Aragón (2019); Beltrán y Giraldo (2019); Cabuya (2018); Hernández (2019); Slyozko, y Zahorodnya (2017); Suganya (2017); Zambrano et al. (2019); Liu (2017); Ryu y You (2018); Balashova y Gromova (2018); Alvarado et al. (2018); Velázquez et al.(2018); Balasingham (2016); Alexander et al. (2019); Herrera et al. (2019); Barboza y Rivas (2017); Moreno (2016); Wilkesmann y Wilkesmann (2017); Liao et al. (2017); Morrar et al. (2017); Flores et al. (2018); Abdelrazeq et al. (2016); Petrillo et al. (2018); Sae-Lima y Jermsittiparsert (2019); Galván et al. (2019); Zambrano et al. (2019); Lee et al. (2018); Sánchez (2019).

Como puede apreciarse, algunos estudios sugirieron más de una transformación curricular; otras coincidieron en algunas de las transformaciones curriculares sugeridas; a continuación, se presenta el listado de transformaciones curriculares, organizándolas en orden de recurrencia:

- Capacitación técnica en tecnologías 4RI
- Inversión en infraestructura tecnológica
- Implementar plataformas virtuales de enseñanza
- Capacitación docente
- Implementar habilidades transversales de creatividad, innovación y programación
- Implementación de pasantías
- Ajustar programas a demandas laborales
- Ofrecer Modalidades técnicas y de investigación

El anterior listado establece una serie de acciones que deben ser integradas al currículo desde varios de sus componentes; para comprender cómo han de hacerse esas transformaciones es necesario abordar el concepto de currículo y sus componentes.

2.1.1.3.1 Concepto de Currículo. Son varias las definiciones que enmarcan el currículo; a lo largo de la historia educativa, cada definición obedece a un momento

histórico y sus características; a continuación se listan las definiciones que han sido más relevantes en orden cronológico.

El primer concepto es el planteado por Bobbit (1918):

> La teoría central es simple. La vida humana, por muy variada que sea, consiste en la realización de actividades específicas. La educación que prepara para la vida es una que prepare de manera adecuada y definida para estas actividades específicas. Sin embargo, podrían descubrirse que las actividades son numerosas y diversas para cualquier clase social. Esto solo exige que el hombre salga al mundo y descubra los detalles en los que consisten esas actividades. Así se mostrarán las habilidades, actitudes, hábitos, apreciaciones y formas de conocimiento que los hombres necesitan. Estos serán los objetivos del currículo. Serán numerosos, definidos y particularizados. El currículo será entonces esa serie de experiencias que niños y jóvenes debe tener para alcanzar esos objetivos (p.42).

Esta primera definición, en la línea cronológica que se desarrollará en relación a la conceptualización de currículo, se consideraba que la educación en esencia formaba para la vida, por ello los objetivos de aprendizaje eran las habilidades que exigía enfrentar la vida.

El siguiente autor es Tyler (1949) cuyo aporte tuvo bastante trascendencia en el sistema educativo: “Básicamente el currículum es lo que ocurre a los niños en la escuela como consecuencia de la actuación de los profesores. Incluye todas las experiencias de los niños por las que la escuela debe aceptar responsabilidades" (p.34).

La definición de este autor, consideró currículo todo lo que pudiese ocurrir en la escuela fuese o no planeado, es decir establece el currículo como actividades intencionales y no intencionales de enseñanza.

De otra parte, Bruner (1960) planteó el currículo como un modelo en espiral, repitiendo compromisos que mejoran y profundizan habilidades, conceptos, actitudes y valores y mejoras a su alcance; todo esto mediante un proceso progresivo y coherente.

Lo anterior significa que el aprendizaje no es lineal, es decir no basta con aprender un contenido y pasar a otro dejando el anterior atrás; el logro de un nivel alto de desempeño en una habilidad o actitud, requiere que el proceso de aprendizaje sea reiterativo y secuencial, de modo que el aprendizaje sea mejorado cada vez que se repita el ciclo.

Por su parte Gagné (1966) plantea la siguiente definición de currículo:

> Una serie de unidades de contenidos organizadas de tal manera que el aprendizaje de cada unidad pueda ser logrado por un acto simple apoyado por las capacidades especificadas de las unidades anteriores (en la secuencia) y que ya han sido dominadas por el alumno"(p.77).

Para este autor, el currículo abarca principalmente los contenidos y la forma como éstos se organizan para lograr que el estudiante los aprenda. En oposición, se plantea la definición de Taba (1974) quien distingue más elementos en el currículo:

> El currículum es, en esencia, un plan para el aprendizaje... planificar el currículum es el resultado de decisiones que afectan a tres asuntos diferentes: 1) selección y ordenación del contenido; 2) elección de experiencias de aprendizaje; 3) planes para lograr condiciones óptimas para que se produzca el aprendizaje (p.73).

La definición de esta autora, establece tres elementos en el currículo: los contenidos, la forma como se enseñan y el entorno de aprendizaje; su postura es novedosa porque incorpora factores que antes no se consideraban importantes en el desarrollo del currículo.

De otra parte, Johnson (1977), define el currículo como sigue: "Currículum es una serie estructurada de objetivos del aprendizaje que se aspira lograr. El currículum prescribe (o por lo menos anticipa) los resultados de la instrucción" (p.28)

En esta postura además de objetivos del aprendizaje (que se transforman en contenidos), se establece lo que se espera lograr como resultado de la ejecución del currículo, determinando de éste modo un primer acercamiento a la evaluación del aprendizaje.

Posteriormente, Stenhouse (1981) plantea la siguiente definición de currículo educativo: "Un currículo es una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica" (p.29)

Esta concepción replantea la visión tradicional de currículo, al concederle un valor dinámico, donde enseñar no es sólo potestad de la escuela, sino que debe permitir que al implementarse en la práctica pueda ser discutido y reformulado.

En concordancia, Schwab (1983) plantea un currículo cuya estructura se basa en la deliberación y la práctica, que se desarrolla mediante acciones que permiten contrastar el

saber teórico con el práctico y que considera los medios, fines y situaciones que permiten el proceso de aprendizaje.

La postura de este autor establece una diferencia entre los conocimientos de carácter teórico y los de carácter práctico y su interrelación; el autor plantea un valor del conocimiento en la medida en que tenga aplicación y centra su atención en los medios y situaciones que permiten al individuo llegar a los fines del aprendizaje.

En la misma línea, Kemis (1988) define el currículo de la siguiente manera: "Puede verse el currículo como la realización de un proyecto educativo de un profesor o de una escuela para sus alumnos, su comunidad y la sociedad en su conjunto" (p.11).

El autor contempla el currículo que no solo afecta al estudiante y a la escuela , sino también al entorno que rodea la escuela y a la sociedad misma; el conocimiento que alcanzan los estudiantes tiene implicaciones en su contexto y termina por repercutir en el desarrollo social de su comunidad.

Lundgren (1992) se refiere al currículo así: "Un currículum incluye un conjunto de principios, sobre cómo deben seleccionarse, organizarse y transmitirse el conocimiento y las destrezas" (p.20).

Para el autor, la adquisición de conocimientos implica el desarrollo de destrezas; la función del currículo es planear el proceso que permita al estudiante ser hábil en unos contenidos, que se seleccionan con base en los principios que persiga el sistema educativo.

Para concluir la línea de tiempo desarrollada acerca de las definiciones de currículo, se tomará la siguiente:

> el currículo se nos presenta como una invención reguladora del contenido y de las prácticas implicadas en los procesos de enseñanza – aprendizaje; es decir, que se comporta como un instrumento que tiene capacidad para estructurar la escolarización, la vida en los centros educativos y las prácticas pedagógicas, pues dispone, transmite e impone reglas, normas y un orden que son determinantes (Sacristán et al., 2012, p.30)

La postura del autor le concede al currículo un rol trascendental en el proceso de enseñanza – aprendizaje, que va desde la definición de la estructura escolar, hasta las normas y el orden en que se ejecutan todas las actividades dentro de la escuela; en la definición se distinguen al menos siete elementos: los contenidos, las prácticas educativas,

la estructura del sistema escolar, la cotidianeidad en la escuela, las prácticas pedagógicas, las normas y el orden que debe seguir el proceso.

Como ya se dijo, cada concepción que se ha planteado para el currículo, ha sido desarrollada en un momento histórico que ha demarcado aquello que se esperaba del proceso educativo en su momento y del mismo modo la manera en que éste debía desarrollarse; con el paso del tiempo, se han venido investigando y creando conocimientos en el campo educativo, que han permitido descubrir nuevos factores asociados al proceso de enseñanza y aprendizaje y que permiten definir diferentes maneras de desarrollar el proceso educativo.

2.1.1.3.2 Enfoques Curriculares. El enfoque curricular es la forma como se visualiza el sistema educativo y permite que a partir de lo que se espera de la escuela, se estructure y organice todo el proceso de enseñanza y aprendizaje. Jiménez (2008) define enfoque curricular de la siguiente manera:

> Así, al conjunto formado por los distintos puntos de vista de la realidad, las relaciones entre los elementos del currículo, la organización que se realice del currículo con base en ellos y los distintos fundamentos teóricos, se conoce como enfoque curricular (p.63).

De acuerdo a lo expresado por el autor, el enfoque curricular está formado por la perspectiva de la realidad, los elementos del currículo, la estructura curricular y la dimensión teórica del currículo; la conjunción de estos elementos determinan los fines que persigue el sistema educativo.

En concordancia, Rolon (2016) presenta la siguiente definición de enfoque curricular: "Por enfoque curricular se entiende el énfasis teórico adoptado en un determinado sistema educativo para caracterizar y organizar internamente los elementos que constituyen el currículum" (p.1).

El análisis teórico establecido por la autora, tiene que ver con la forma como se asume el sistema educativo y qué se espera de él, el rol que debe desempeñar en la sociedad y los fines que persigue.

Las diferentes posturas que se han asumido para el currículo, y sus implementaciones en el sistema educativo, han dado lugar a tres enfoques curriculares: un

enfoque técnico, un enfoque práctico y un enfoque crítico (Kemmis, 1988; Habermas, 1982); a continuación, se realizará un acercamiento a cada uno de ellos.

- Enfoque técnico del Currículo

Se ha definido este enfoque desde las caracterizaciones hechas por Kemmis (1988) y Habermas (1982), para quienes la concepción de currículo que se enmarca en este enfoque, para el cual, el hombre busca el conocimiento con el interés de conocer el entorno que le rodea y poder controlarlo; los principales autores de este enfoque curricular son Tyler y Bobbit, cuyas definiciones de currículo fueron relacionadas en la sección anterior.

En este enfoque curricular, se intentaba formular teorías acerca de los fenómenos que se observaban; aquí, la teoría es el insumo que permite la práctica y por ello tiene un mayor valor en el conocimiento, pues la teoría tiene carácter general que permiten hacer pronósticos.

El enfoque técnico plantea objetivos conductuales de aprendizaje y contenidos predeterminados, que derivan en un aprendizaje memorístico y mecanicista donde el estudiante es un mero receptor de los conocimientos y el maestro desempeña un rol mecánico que busca transmitir los saberes (Luna y López, 2011).

En estos diseños académicos se trabaja para el resultado, se diseñan métodos de enseñanza globales, que deberían ser aplicables en todos los contextos escolares, de modo que pudiese controlarse todo el proceso, desde sus objetivos hasta sus resultados.

Area (1991), establece que en el enfoque técnico los medios empleados para la enseñanza se concentraban en la variedad de elementos empleados (televisor, video, cine o computador) y no en la riqueza de contenido, ya que su función era transmitir un conocimiento, se pensaba en la forma de mostrar el contenido pero no en la calidad del mismo; esto derivó en muchos estudios en los que se pudo establecer que no habían diferencias significativas entre enseñar un contenido de manera expositiva que usando algún medio tecnológico.

Esta enseñanza del modelo técnico, genera reflexiones acerca de la inclusión actual que se ha hecho de las TIC en el aula; si los dispositivos tecnológicos son un mero instrumento de transmisión no tendrán impacto en el aprendizaje; si por el contrario permiten la interacción del estudiante con el conocimiento, pueden potenciar el aprendizaje.

Por otra parte, este enfoque curricular, se implementó en la mayoría de los casos utilizando textos educativos estandarizados que definían el paso a paso del proceso de enseñanza; esto derivó en la exclusión del docente como partícipe en el desarrollo de las actividades académicas y en la delimitación excesiva de los contenidos. (Area, 1991)

Los textos escolares fueron durante mucho tiempo el mecanismo que usaban estudiantes y maestros en el desarrollo de las actividades académicas; éstos eran un elemento fundamental en el aprendizaje y ofrecía orientación al docente en la planeación de las actividades y al alumno en los conocimientos que requería para poder desarrollar dichas actividades; pese a ello, estaban diseñados de una manera global que impedía contextualizar los conocimientos y las actividades; además, excluían al maestro en el diseño de su acción pedagógica; por ello, los libros de texto han sido poco a poco reemplazados medios de aprendizaje más interactivos o actividades diseñadas directamente por el docente.

El enfoque técnico concibió la educación como un modo de transmitir los conocimientos de una generación a otra y la formación de conductas socialmente aceptables; de modo que los estudiantes adquirían conocimientos que les permitían incluirse en la dinámica social del momento.

- Enfoque práctico de currículo

El enfoque práctico busca comprender el mundo que rodea al individuo y lograr un equilibrio entre quienes participan en él; en esta etapa se buscó contrastar teorías dando lugar a la interpretación (Habermas, 1984); esto le concedió a la educación un carácter de ciencia práctica en donde el resultado educativo respondía a estrategias que se implementaban en el aula.

Uno de los autores más reconocidos en este enfoque curricular fue Schwab (1983), quien planteaba la necesidad de contrastar los saberes teóricos con los prácticos para contrastar su validez.

Desde la perspectiva de este autor, una teoría era válida si estaba contrastada mediante la práctica; así mismo, el proceso educativo era el resultado de una serie de acciones y estrategias que se desarrollaban en el aula; por ello, estas implementaciones debían ser cuidadosamente planeadas.

Este enfoque tiene como finalidad comprender la realidad del aula, mejorar la enseñanza y obtener soluciones unívocas; emplea como medios de enseñanza situaciones concretas que puedan ser llevadas al aula que permitan la toma de decisiones deliberativas; los alumnos son sujetos activos del aprendizaje con características propias; el maestro ejerce un rol activo en el aprendizaje, siendo el responsable de generar las situaciones y acciones educativas (Area, 1991).

A diferencia del enfoque técnico, el enfoque práctico acepta que todos los estudiantes no aprenden de la misma manera y que la contextualización de los contenidos facilita el aprendizaje; por ello, es labor del docente conocer a sus estudiantes y su entorno para diseñar actividades de enseñanza efectivas que permitan desarrollar en sus alumnos la capacidad de darle un uso práctico a los conocimientos.

En el enfoque práctico, se valora mucho más el proceso que los resultados; inserta un sistema de valoración cualitativo que fomenta el diálogo, humanizando el proceso educativo y entiende el proceso educativo como un espacio de interacción humana que desarrolla procesos éticos en las aulas, para formar en los estudiantes la capacidad de construir significado (Area, 1991).

La apertura al diálogo genera una relación igualitaria entre docentes y alumnos, dándole valor a los argumentos y a la discusión como mecanismo para construir conocimiento y generando autorreflexión por parte de todos los implicados, en el proceso educativo con miras a mejorar su desempeño.

El enfoque práctico asumió la educación como un elemento capaz de influenciar el entorno social, de modo que la formación en valores y el desarrollo humano son parte central del proceso, así como la investigación como mecanismo para la verificación de teorías y la construcción de nuevos conocimientos.

- Enfoque crítico del currículo

El enfoque crítico se fundamenta en la teoría de los intereses constitutivos planteada por Habermas (1984), la cual esboza que el conocimiento puede tener un interés técnico en donde se quiere conocer el entorno, uno práctico donde se busca interactuar con el entorno y uno emancipador en el que se pretende transformar el entorno; el autor lo expresa de la siguiente manera:

> En el ejercicio de las ciencias empírico - analíticas interviene un interés técnico del conocimiento; en el ejercicio de las ciencias histórico - hermenéuticas interviene un interés práctico del conocimiento, y en el ejercicio de las ciencias orientadas hacia la crítica interviene aquel interés emancipatorio del conocimiento que ya, como vimos, subyacía inconfesadamente en la ontología tradicional.(pp. 168-169)

Mientras que los intereses técnico y práctico buscaban lograr una adaptación al entorno, el enfoque crítico que concede al conocimiento un poder transformador que le permite establecer situaciones en la realidad que requieren intervención, para que mediante la aplicación de lo aprendido se diseñen y apliquen soluciones.

En el enfoque crítico, el docente es un investigador que aplica el paradigma de investigación – acción como estrategia para mejorar su labor; este asume una actitud crítica, reflexiva y analítica, así como un compromiso con la transformación de su entorno e intenta que sus estudiantes la asuman también (Area, 1991).

Según lo expresado por el autor, en el enfoque crítico, el aula se transforma en un laboratorio, donde el docente puede comprender el proceso de aprendizaje y mediante procesos reflexivos y analíticos, implementar acciones de mejora que le permitan generar una transformación en el ideario de sus alumnos y su actitud frente a la realidad de modo que sea posible modificar el entorno.

La finalidad primordial del currículo en el enfoque crítico, es empoderar a los estudiantes para que confíen en su capacidad de generar una transformación social, usando como herramienta sus conocimientos; este empoderamiento se logra mediante el desarrollo de una actitud crítica, reflexiva y analítica de los alumnos.

En este enfoque se destacan autores como Carr y Kemis (1988), para quienes el proceso educativo requiere un rol activo tanto de maestros como de alumnos; los autores expresan que el enseñante debe comprender las condiciones que determinan la acción transformadora y el practicante debe colaborar y articular las teorías que requieren sus prácticas, siempre mediante la acción y la reflexión.

En este enfoque curricular, la educación se asume como una fuente de conocimientos y formación de actitudes que permiten transformar la realidad, mediante la construcción conjunta entre docentes y estudiantes de una mentalidad crítica y reflexiva; la

realidad es fuente y receptor de los conocimientos y el alumno debe alcanzar la autonomía para lograr su emancipación.

2.1.1.3.3 El Currículo Oculto. Se ha establecido ya que el currículo plantea una serie de experiencias educativas con el fin de lograr un propósito; en ocasiones, ocurren situaciones al margen del diseño curricular que configuran aprendizajes en los estudiantes, paralelas a las metas educativas; esto se conoce como currículo oculto.

La aparición del término currículum oculto se le atribuye a Jackson (1960), quien descubrió un conjunto de fenómenos educativos que están implícitos y se desarrollan simultáneamente con el sistema educativo formal.

La detección de la existencia de un currículo oculto sirvió para explicar algunos fenómenos que ocurrían en las aulas y la forma cómo los estudiantes asimilan las normas escolares y las interacciones con docentes y compañeros.

Por su parte Díaz Barriga (2006), se refiere de la siguiente manera en relación al currículum oculto:

> En estricto sentido el currículo oculto es un buen objeto de estudio, porque permite dar cuenta de esos procesos de socialización que se llevaron a cabo en la realización de la acción escolar. Da cuenta, precisamente, de aquellos que no son intencionados, aunque su efectividad no se puede negar. (p. 8)

Lo expresado por el autor, da cuenta de que la ocurrencia del currículo oculto está dada en los espacios donde el estudiante socializa, sean estos el patio de juegos o la misma aula de clase; también pone en manifiesto, que algunas acciones no intencionadas pueden ser efectivas en la formación de conductas o saberes simplemente por el contexto donde ocurren o por la situación en que se desarrollan.

De otro lado, Torres (1998) define el currículo oculto como los conocimientos, destrezas actitudes y valores que se adquieren por la participación en el proceso de enseñanza y aprendizaje y en las interacciones que ocurren en el contexto escolar que no pueden explicarse como metas educativas intencionales del currículo escolar.

El autor hace una diferenciación entre un currículo intencional, que contiene unas metas educativas que el sistema escolar intenta alcanzar y otro currículo, cuyas metas educativas no están claramente definidas y que se desarrolla paralelamente al primero

usando los mismos espacios, las mismas estrategias, pero que obtiene resultados poco predecibles pero muy afianzados.

González et al.(2008), establecen que el currículo oculto, son influencias educativas que no se declaran; por lo regular, la forma de abordar un tema, la forma en que se formulan las preguntas, incluso el material de apoyo, puede tener sesgos implícitos que interfieren en la interacción con los alumnos y que también ocurren en interacciones entre compañeros, desarrollando cambios en los valores o formas de pensar y actuar del individuo.

Lo expresado por los autores pone en evidencia la necesidad de cuidar todas y cada una de las interacciones con los estudiantes, sean éstas verbales, actitudinales o por medio de algún material escrito, puesto que éstas tienen el poder de modificar actitudes, valores, creencias y comportamientos de los estudiantes, ya sean en un sentido positivo o por el contrario en detrimento de su formación.

2.1.1.3.4 Diseño Curricular. El diseño curricular está relacionado con la forma como se organiza y se estructura el proceso educativo que desarrollará el currículo.

Sacristán (1998), define el diseño curricular como "una metodología que cuenta con una serie de pasos, organizados y estructurados, con el fin de conformar el currículum" (p.340).

Esto indica que el diseño curricular establece un método o conjunto de métodos que especifican cómo va a desarrollarse el currículum, es decir, incluye un orden y una definición estructurada de los elementos del currículo.

Por su parte Díaz Barriga (1993) establece que el diseño curricular se refiere a la estructura y organización del currículo y contiene las fases o etapas que integran el proceso que desarrollará la propuesta curricular; siendo lo más importante la praxis de la propuesta, ya que debe ser flexible y adaptable para que se adecúe a quienes va dirigida.

Lo expresado por la autora, establece que más allá de aquello que pueda planearse para desarrollar un currículo, durante su implementación o praxis, pueden presentarse situaciones ajenas a la planeación; por ello, el diseño curricular debe tener ciertas características que permitan que éste se ejecute a pesar de las adversidades que deba superar; la autora menciona criterios como la flexibilidad y la adaptabilidad.

Según Area (1991), el diseño curricular es metodología en el sentido que indica cómo elaborar la concepción curricular, es acción porque constituye un proceso de elaboración y es resultado porque establece los lineamientos curriculares y la forma como se pondrán en práctica; además está en constante transformación porque requiere de modificaciones y ajustes en la práctica cotidiana para lograr su concreción.

Lo expresado anteriormente, concede al diseño curricular una estructura dinámica que se adapta a los momentos y necesidades educativas del medio donde se implementa y que permite la reflexión de la praxis curricular como insumo de rediseño.

Fonseca (2003), afirma que el diseño curricular establece las metodologías, acciones, modelaciones, organizaciones y estructuraciones de un proyecto curricular prescribiendo una concepción educativa que en la praxis perfecciona el proceso de enseñanza – aprendizaje.

De este modo, es posible afirmar que el diseño curricular tiene el propósito de crear un modelo dinámico, que considere todos los insumos necesarios para establecer la forma como debe desarrollarse un currículo, de modo que los diferentes factores que han llevado a la formulación del mismo, hagan posible que este se efectúe de la manera mas fiel posible y que lleven a los resultados que se han propuesto.

Díaz Barriga (1993), menciona que las diferentes metodologías del diseño curricular planteadas por diversos autores en variados momentos históricos, tienen cuatro dimensiones en común: una dimensión social que establece las implicaciones políticas, económicas, sociales, culturales y estructurales que tiene el diseño curricular en el entorno educativo; una dimensión epistemológica que establece la naturaleza del conocimiento y los procesos genéticos de su construcción, así como la estructuración y organización de los conocimientos; una psicoeducativa que determina las teorías de aprendizaje, la motivación, los modelos pedagógicos y de formación docente que se requieren; por último una dimensión técnica que se refiere a los procedimientos que hacen aplicable el diseño curricular definiendo su estructura y características de flexibilidad y adaptabilidad.

Lo descrito por la autora, pone en evidencia que a pesar de la diversidad de metodologías planteadas por autores como Tyler (1949), Taba (1974), Johnson (1977), Glazman e Ibarrola (1978), Arredondo (1979), Stenhouse (1975) y Arnaz (1981) entre otros, se encuentra cierta consistencia en las dimensiones que deben evaluarse cuando se

hace un diseño curricular; todas las dimensiones antes descritas, permiten configurar un currículo que sea aplicable y cuya praxis haga posible alcanzar unas metas educativas.

El diseño curricular entre otros elementos, determina la forma como el currículo desarrollará los contenidos educativos y la estructura que empleará para ese propósito (Díaz Barriga, 1993)

Los diseños curriculares más comunes son: diseño por materias, por áreas, por módulos y por competencias.

Pansza (1989), define el diseño curricular por materias como una estructura curricular que se basa en disciplinas académicas que definen especialidades de la enseñanza y de la investigación; este modelo jerarquiza el conocimiento en materias que a su vez se dividen en conocimientos; son una de las maneras más antiguas de diseño curricular y estaban diseñadas para la concepción curricular mecanicista por lo que tiende a limitar el conocimiento.

A pesar de que se trata de un diseño curricular antiguo, se ha mantenido vigente en muchos de los sistemas escolares como estrategia para lograr el desarrollo de los objetivos curriculares.

Taba (1974) define el diseño modular por materias de la siguiente manera:

> Esta es la manera más antigua y aun así, la más importante de organizar un currículo, especialmente en el colegio secundario. Tiene su origen en la magnífica simplicidad de las Siete Artes Liberales del currículo clásico, todas de naturaleza muy amplia. Esta simplicidad clásica de la extensión del conocimiento puede aún ser observada en los enunciados más modernos de lo que el currículo debe abarcar (p.6).

La definición de esta autora deja en claro la forma como se definen las materias en este tipo de diseño curricular; se usaba como referencia la gramática, la dialéctica, la retórica, la aritmética, la música, la geometría y la astronomía para establecer de qué forma podía subdividirse los conocimientos derivados de esas artes.

Otro diseño curricular es por áreas del conocimiento; este diseño precedió al diseño por materias y tiene una estructura que se desprende de las ciencias.

El diseño curricular por áreas tiene su origen en las ciencias; a partir de cada ciencia, se organizan y clasifican los elementos distintivos o principios explicativos de

cada ciencia estableciendo disciplinas; esto produjo un esquema de formación interdisciplinario en el que el aprendizaje de un área abarca conocimientos de diversas disciplinas, que a su vez sirven a diferentes áreas (Pansza, 1989).

El currículo por áreas se encuentra vigente en la mayoría de programas educativos, en especial en los ciclos básicos y de educación media en los países latinoamericanos en donde mediante las leyes orgánicas de educación se establecen las áreas de formación obligatorias; para el caso colombiano, mediante la ley 115 (Ministerio de Educación Nacional, 1994)

Las ciencias básicas que tradicionalmente han contemplado los sistemas escolares de educación básica son Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias de la computación.

Coicaud (2003) define de la siguiente manera el diseño curricular por áreas:

> El currículum por áreas plantea, en cambio, una agrupación de las disciplinas, que puede realizarse a partir de diferentes criterios —disciplinas afines en sus objetos de estudio y/o metodologías, disciplinas polares, etc.—. Desde este modelo, se intenta respetar los modos de desarrollo actuales de la ciencia caracterizados por el desdibujamiento de sus fronteras, generando procesos de aprendizaje más acordes con las formas de producción del conocimiento y con las necesidades psicológicas de los alumnos (p.58).

Como lo expresa la autora, el diseño curricular por áreas pretende lograr un desarrollo de las ciencias, a través de la enseñanza de cada una de las disciplinas que hacen parte del quehacer investigativo y de su construcción de conocimientos.

Otro diseño curricular empleado actualmente, sobre todo en la educación superior es el diseño modular donde el conocimiento no se aborda por ciencias sino por el objeto de conocimiento.

Según Pansza (1989), el sistema modular integra múltiples disciplinas del aprendizaje con el fin de abordar un objeto de estudio; este diseño pretende una mayor unidad teórica e introduce en el currículo elementos como el ritmo individual de aprendizaje.

El diseño modular plantea que el estudiante debe abordar un objeto de estudio desde todas las disciplinas posibles que posibiliten su comprensión; estas pueden ser de tipo

teórico, práctico o mixto; para que se llegue a la comprensión de ese objeto de estudio es necesario observarlo desde las diferentes perspectivas que ofrece cada disciplina e incluso puede requerirse el ejercicio investigativo acerca del mismo.

Los módulos son unidades autosuficientes superadoras que intentan conciliar el conocimiento teórico con el práctico para bordar un objeto de estudio (Coicaud, 2003).

Cada módulo corresponde a un objeto de estudio y el objetivo de aprendizaje de cada módulo es lograr una comprensión del objeto de estudio, usando el conocimiento de todas sus disciplinas relacionadas y la investigación.

El aprendizaje modular tiene dos ejes fundamentales: la interdisciplinariedad y la aplicación del conocimiento a un objeto de estudio relevante; en este modelo, la enseñanza se organiza en módulos en los que se trabaja en grupos de investigación orientados por un docente; los módulos se encuentran organizados siguiendo en primer lugar un "tronco interdivisional" que constituye una base que aplica para todas las disciplinas, luego se pasa al "tronco divisional" que es un espacio aún global pero con una aproximación hacia el área de estudio de interés; a continuación se pasa al "tronco de la carrera" que tiene formación que está dirigida a la carrera que se cursa y para terminar se pasa a las "áreas de concentración" que son conocimientos específicos de su área de interés. (Padilla, 2012).

La forma como el estudiante hace su recorrido a través de todos los módulos a lo largo de una carrera universitaria, está determinada por la flexibilidad del diseño; el sistema descrito por la anterior autora, es el que se emplea en la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco; es probable que el de otras universidades sea similar, pues cada institución educativa puede definir diferentes configuraciones de tránsito modular dependiendo de la carrera y las disciplinas que se requieran en cada módulo.

El siguiente diseño curricular, es el diseño basado en competencias; este diseño se concibe como una respuesta del sistema escolar para contextualizar la educación con el trabajo; este modelo determina unas metas de formación que se definen con base en los requerimientos del sector productivo.

El sistema curricular por competencias se basa en el desarrollo de habilidades que necesitará el estudiante cuando se enfrente a la vida laboral; este diseño requiere en primer lugar una evaluación de necesidades del sector productivo, de éste modo, se define cuáles son las competencias que debería tener el profesional que se desempeñará en ese sector,

en otras palabras aquello debería "saber hacer"; con fundamento en ello se definen los componentes que se requieren para lograr las competencias y niveles de realización o que requerirá llegar a esas competencias, luego se identifica cuáles son los procedimientos que deben hacerse para llegar a los niveles de realización, se definen unos indicadores que determinan como se evaluarán las competencias y se validan (Cepeda, 2004).

El diseño curricular por competencias define como objetivos del aprendizaje las competencias; Tobón (2007) define las competencias de la siguiente manera:

> Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento meta cognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico - empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas (p.17)

Para el autor, ser competente es un proceso que se desarrolla en cuatro dimensiones: el ser, el hacer, el conocer y el convivir; dos de ellas se relacionan con habilidades de tipo cognitivo y las restantes con habilidades de tipo comportamental; esto implica que el proceso de formación por competencias abarca el proceso educativo de una manera integral donde el conocimiento es tan importante como la convivencia.

Aunque las competencias se empleen para el diseño curricular, el nacimiento del término competencias tiene un origen empresarial.

Según Furnemont y Vanloubbeeck (2007), el origen de las competencias se da por la complejidad de las situaciones de trabajo que requerían personal que además de capacitación requerían de experiencia; la capacitación era ofrecida por la escuela mientras que el trabajo concedía la experiencia; las competencias debían ofrecer a las empresas personal con las competencias requeridas.

El hecho de que las competencias en esencia formen para el mundo laboral, ha generado cierto rechazo al limitar la acción del sistema educativo a una mera capacitación

para el trabajo; sin embargo, este diseño ha permitido contextualizar la labor de la universidad con las necesidades de formación que exige el entorno.

Según Tobón (2007) el diseño curricular por competencias requiere diez procesos: establecer un proceso de liderazgo, realizar la planeación estratégica del proceso, construir y afianzar un modelo pedagógico, gestionar la calidad del currículum y su mejoramiento, elaborar el proyecto formativo, construir el perfilo del egresado, elaborar la red curricular, formular las políticas generales de formación, elaboración de módulos y proyectos, planificación de actividades concretas de aprendizaje.

El proceso antes descrito debe ser continuo con el fin de lograr el mejoramiento continuo del diseño curricular; este modelo se encuentra altamente ligado al mundo laboral y es una manera muy efectiva de direccionar al estudiante al trabajo, así que permite entregar al sector productivo profesionales bien capacitados en las labores que éste requiere; de ésta forma, se busca que el proceso educativo se integre a las necesidades propias del contexto en especial las del ámbito productivo.

Los diferentes diseños curriculares descritos hasta aquí, establecen distintas formas de organizar los conocimientos con el fin de facilitar el logro de unas metas de formación; la selección del diseño curricular está determinada por la naturaleza de los conocimientos que persigue el currículo, así como por las demás dimensiones que hacen parte de un diseño curricular.

2.1.1.3.5 Características del Currículo. Díaz Barriga (1993), establece que la parte más importante de un diseño curricular es su praxis, ya que es la dimensión que permite concretar aquello que se ha planeado; para que se a posible dicha praxis, el currículo debe ser flexible y adaptable.

Estas dos características son estrategias que hacen posible que el diseño curricular se adapte a sus estudiantes; de modo que todos los posibles ritmos y estilos de aprendizaje puedan desarrollar lo que el currículo propone.

Pedroza (2001), define la flexibilidad curricular como un proceso que permite la movilidad de los estudiantes en la generación y socialización del conocimiento; los sistemas flexibles consideran estrategias como la educación no presencial y el uso intensivo de recursos tecnológicos para contextualizar continuamente los conocimientos.

En complemento, Escotet (1996), plantea que la flexibilidad curricular permite a un estudiante transitar por cursos o asignaturas que aborden más de un programa académico de modo que se hace posible una formación interdisciplinaria generando unificación de lenguajes entre las ciencias, así se hace posible combinar la estructura curricular con base en los intereses del alumno.

La flexibilización del currículo posibilita que los estudiantes hagan uso de diferentes estrategias, para desarrollar sus conocimientos y mantenerlos actualizados; un diseño curricular flexible permite que el conocimiento no se segmente, sino que, por el contrario, el estudiante tenga la libertad de cursar asignaturas o cursos que sean de su interés y que complementen su formación.

La flexibilización curricular debe integrarse al diseño curricular, junto con la adaptación, que hace referencia a ciertas adecuaciones que se hacen en la estructura curricular en razón de las necesidades educativas especiales de algunos estudiantes.

Castaño (2011), define la adaptación curricular como una serie de medidas organizativas que tienen el objetivo de atender integralmente a quienes requieren apoyo educativo, para facilitar su integración social; estas estrategias incluyen tareas como el acceso universal de los estudiantes a todas las instalaciones educativas y herramientas educativas, la promoción del respeto por la diversidad, el diseño de actividades de refuerzo, programas de tutoría escolar, coordinación con profesionales de diversas áreas para la atención de estudiantes, orientación, formación y mediación familiar, prevención y detección de dificultades de aprendizaje, adaptación a los ritmos de aprendizaje, establecimiento de diferentes niveles de profundización en los contenidos, apoyo en el aula, agrupamientos flexibles, adaptación en materiales curriculares y estrategias didácticas, programas de diversificación curricular y flexibilización del periodo escolar.

Como se puede apreciar son muchas las estrategias que debe seguir el sistema educativo para atender la individualidad de sus estudiantes; en principio podría pensarse que las adaptaciones son necesarias únicamente para alumnos “diversamente hábiles”; sin embargo, es un hecho que dentro de la misma aula, se presentan diferentes ritmos y estilos de aprendizaje, así como diferentes dificultades en el aprendizaje que pueden o no deberse a condiciones médicas, por ello, el diseño curricular debe considerar estrategias para

enfrentar estas situaciones y lograr que todos los estudiantes alcances las metas educativas, aún si no lo hacen en un mismo lapso de tiempo o con el mismo nivel de profundidad.

Las adaptaciones curriculares son una medida de modificación de los elementos del currículo, con el fin de dar respuesta a las necesidades específicas de apoyo de los estudiantes con necesidades educativas especiales, que se incorporan tardíamente al sistema educativo, con dificultades graves de aprendizaje, con necesidades de compensación educativa o con altas capacidades intelectuales (Moya, 2012).

La definición antes referenciada, muestra la población estudiantil que requiere adaptaciones curriculares; puede apreciarse que las adaptaciones no solo están dirigidas a estudiantes con necesidades especiales, sino también a aquellos que presentan dificultad en cualquier área del conocimiento y a aquellos con capacidades excepcionales; en todos los casos, el currículo debe responder a las necesidades del alumno, para permitir el logro de los objetivos educacionales.

Incluir las características de flexibilidad y adaptabilidad curricular, es una estrategia que permite hacer pertinente el diseño curricular porque lo contextualiza a la realidad educativa y garantiza un acceso global al proceso educativo.

2.1.2 Bases Investigativas

En esta parte del documento, se presenta el proceso de revisión del estado del arte del problema de estudio, que permitió conocer el avance investigativo desarrollado hasta el momento en torno a la problemática y establecer los elementos teóricos que debían desarrollarse en la construcción teórica para fundamentar el proceso investigativo.

Del mismo modo, se hará un recorrido por los eventos históricos más relevantes en relación al problema de investigación que aborda la presente investigación.

2.1.2.1 Antecedentes Históricos. La cuarta revolución industrial es un fenómeno que tiene su origen en tres revoluciones industriales previas; la primera revolución industrial(1784) impulsó la producción mecánica con la invención de la máquina de vapor; la segunda (1870) hizo posible la producción en masa con el advenimiento de la electricidad y la tercera(1969) desarrolló la era informática con la aparición del computador, lo cual permitió programar máquinas y redes, favoreciendo la automatización (Schwab, 2016); a continuación se hará un recorrido histórico por estas tres grandes revoluciones y sus consecuencia en los diferentes ámbitos de acción humana.

La primera revolución industrial suele situarse en el siglo XVIII, entre las décadas de 1750 y 1780, con origen en Inglaterra; aunque se trató de un enorme cambio en las formas de producción, sus consecuencias se hicieron visibles en muchos aspectos de la sociedad de estos tiempos, no solo en su lugar de origen, sino a nivel global en la medida en que fue incorporándose en la economía de cada país, tardando un poco más en llegar a los países en vías de desarrollo (Chaves, 2004).

Landes (1979) se refiere a la primera revolución industrial, como un conjunto de innovaciones tecnológicas que permitieron sustituir la fuerza laboral humana por maquinaria; de éste modo, los procesos de producción dejaron de depender de la habilidad y la fuerza de los trabajadores, para desarrollarse empleando máquinas diseñadas específicamente para esas tareas, que se ponían en marcha usando carbón u otras fuentes de energía no renovable.

A consecuencia de la industrialización, se produjo un notable crecimiento en las ciudades y con él, aparecieron fenómenos como el hacinamiento, la pobreza, la contaminación, las malas condiciones de salubridad, así como las tensiones entre la clase obrera y los propietarios (Sánchez, 1997).

Los constantes enfrentamientos, así como las condiciones extremas de trabajo, produjeron movimientos sociales obreros que a su vez generaron legislaciones en este sentido, para proteger a la fuerza laboral, así como disminuir el trabajo infantil (Rule, 1990).

Por otra parte, la industrialización requería de la capacidad de los trabajadores para seguir instrucciones y desarrollar procedimientos, por ello, durante la primera revolución industrial, en el sistema educativo se le dio prioridad a la alfabetización (Rubio, 2006). De este modo, el sistema educativo sirvió como base al desarrollo industrial del momento, intentando ofrecer la capacitación que se requería para el trabajo.

La segunda revolución industrial suele ubicarse en los Estados Unidos entre 1870 y 1914, siendo su logro desencadenante la invención de la electricidad, que hizo posible la masificación de la energía, no solo para la industria, sino también para los hogares (Arias, 2012).

Durante esta etapa, también sobresalen descubrimientos como el uso del petróleo, el desarrollo de la industria química, de los productos farmacéuticos y la producción en masa,

que hizo que los trabajadores requirieran una menor especialización, acelerando la velocidad de producción y los costes de la misma (González, 2017).

En el campo académico, la segunda revolución industrial supuso la necesidad de crear instituciones educativas de formación técnica y superior que respondiera a las nuevas demandas producidas por los cambios tecnológicos de ese momento, de modo que fuese posible hacer crecer la industria química, eléctrica y mecánica que se encontraba en pleno surgimiento durante esta fase; de éste modo aparece el concepto de capital humano, entendida como una inversión que retorna mediante el crecimiento de la economía; es decir, el dinero que se invierte en la capacitación de los trabajadores, se recupera mediante la riqueza que éstos generan al poner en práctica lo aprendido (Rubio, 2006).

La tercera revolución industrial, también conocida como la era del conocimiento o la era de la información, se ubica en la última mitad del siglo XX y tiene como eje central las tecnologías de la información y de la comunicación TIC, que permiten la generación de conocimiento, el procesamiento de información y las comunicaciones (Castells, 2001).

Esta nueva revolución supone que el conocimiento puede emplearse con fines económicos y para la producción de nuevos conocimientos, mediante el aumento del potencial humano utilizando software y hardware, así como la aplicación práctica de los saberes en los sectores productivos; de este modo, el conocimiento se convierte en un activo que, gracias a las TIC, genera desarrollo y a su vez, sirve de insumo para generar nuevos conocimientos (Torrent, 2002).

El uso de las TIC, hizo posible disminuir los tiempos requeridos para procesar grandes volúmenes de datos, lo que permitió generar conocimientos con mayor rapidez y extraer un provecho económico de esos saberes.

En cuanto a lo educativo, además de la masificación de la educación, la tercera revolución industrial supuso una transición hacia la sociedad de la información, donde las redes de comunicaciones y las aplicaciones multimedia interactivas generaron una transformación con una marcada convergencia a la internet, la innovación, una mayor flexibilidad en los sistemas escolares y un direccionamiento hacia los mercados laborales, desde luego esto en mayor proporción en los países desarrollados (Brunner, 2001).

La expansión de internet y acceso progresivo a herramientas informáticas por parte de los individuos, puso el conocimiento al alcance de cualquier individuo; pese a las

notorias brechas de conectividad presentes en los países en vías de desarrollo, la tercera revolución industrial hizo posible una democratización de los saberes y cambió radicalmente las formas de comunicación entre las personas.

Las tres revoluciones industriales antes descritas, han dado origen a una cuarta revolución que se encuentra en desarrollo, en donde se han integrado tecnologías presentes en la tercera revolución y se ha logrado un mayor desarrollo y aplicación a las mismas; del mismo modo, se ha buscado fusionar el funcionamiento de las mismas e incluso adaptarlas a los sistemas biológicos presentes en el entorno, para usarlas con fines sanitarios o productivos.

2.1.2.2 Antecedentes Investigativos. La revisión de investigaciones en torno a la cuarta revolución industrial, 4RI o industria 4.0, mostró que principalmente el tema ha sido investigado en el ámbito industrial donde tuvo sus orígenes; en menor proporción se han desarrollado investigaciones acerca del impacto de la 4RI en la transformación del empleo y aún en menor volumen en lo relativo al impacto de la cuarta revolución industrial en la educación.

A continuación, se desarrollará el estado del arte hermenéutico de la investigación, organizando los estudios hallados en tres grandes categorías: Habilidades 4RI, Tecnologías y Aplicaciones de la 4RI y Metodología para la 4RI; en cada categoría se presenta la información organizada en los ámbitos internacional, nacional y local.

2.1.2.2.1 Habilidades de Cuarta Revolución Industrial (4RI). En este apartado, se señalarán los estudios cuyos hallazgos dan cuenta de las habilidades que se requieren para enfrentar la cuarta revolución industrial.

- Estudios en el Ámbito Internacional

En relación a las habilidades 4RI en los estudiantes, se encontró un estudio llamado Estudiantes ante la Apropiación de Espacios Digitales desarrollado por Delia Crovi Druetta (2016) en México; el objetivo central era identificar y sistematizar las prácticas de participación en las redes sociales digitales y establecer los niveles de interacción de los jóvenes en esos medios; se desarrolló una metodología cuantitativa con nivel de profundidad descriptivo en la que se seleccionaron mil quinientos cuarenta y ocho jóvenes de diferentes niveles socio – económicos a quienes se les aplicó la encuesta; los resultados muestran que los jóvenes prefieren un acceso individualizado y personalizado a los

contenidos que se dirigen según sus intereses; las interacciones reales y las virtuales se encuentran entrelazadas sin diferencia, es decir, para los jóvenes son iguales; un alto porcentaje de los jóvenes encuestados se sienten inseguros acerca de sus habilidades técnicas en el uso de las herramientas y creen apropiado formar más habilidades al respecto.

Estos resultados dejan ver que a pesar de que las redes sociales son un recurso tecnológico en que se cree los jóvenes son nativos, existen necesidades de formación que encasillan a los estudiantes en usuarios y los aleja de ser creadores de contenido; lo anterior, deja ver la necesidad de desarrollar habilidades de tipo técnico, no solo en lo referente a las redes sociales, sino en la creación de contenidos y productos mediante tecnologías 4RI.

En ese mismo sentido, se encontró un estudio llamado Studying the Leadership Style of Business Management Under the Conditions of the Fourth Industrial Revolution (Estudiando el Estilo de Liderazgo en la Dirección de Negocios Bajo las Condiciones de la Cuarta Revolución Industrial) desarrollado por Miglena Temelkova (2018) en Bulgaria; cuyo objetivo era determinar qué factores conducen a una definición a gran escala y multifacética de las cualidades y habilidades del líder en el marco de la 4RI; se empleó una metodología mixta con nivel de profundidad correlacional en la que se identificaron seis factores clave en el liderazgo, se establecieron indicadores para medir los factores, se estableció la relación entre los factores, se realizaron mil cuatrocientas encuestas y se identificaron los estilos de liderazgo.

El estudio concluye que el estilo de liderazgo que requiere la 4RI debe cambiar con respecto al que se manejaba tradicionalmente; el nuevo líder tiene orientación al compromiso laboral, a la cultura organizacional, a los cambios en el entorno externo, a los cambios en el entorno interno, a la identificación del líder con la organización y a la gente; las anteriores características definen las condiciones que la propuesta transformadora debe intentar desarrollar en los jóvenes para que puedan asumir el liderazgo en la 4RI.

En relación al liderazgo, se halló un estudio denominado The Determinants of Fourth Industrial Revolution Leadership Dexterity: a Proposed Framework for 4ir-Intelligence and Subsequent 4ir Leadership Development (Los Determinantes de la Destreza en el Liderazgo de la Cuarta Revolución Industrial: un Marco Propuesto para la

Inteligencia 4RI y el Posterior Desarrollo del Liderazgo 4RI) desarrollado por el Dr JH Oosthuizen (2017) en Sudáfrica; el objetivo es investigar el liderazgo a través de la lente de 4IR; se empleó una metodología mixta con nivel de profundidad descriptivo. Se empleó metodologías CIS (Critical Interpretive Synthesis / síntesis interpretativa crítica) que sanciona explícitamente la integración de evidencia cualitativa y cuantitativa a través de un proceso interpretativo mediante el uso de las palabras clave relacionadas con la 4RI.

Los resultados muestran que el liderazgo en la 4RI implica el compromiso y la disposición con las metas de las organizaciones; un líder 4RI se caracteriza por el reconocimiento de oportunidades y acciones posteriores para crear valor, tienen la capacidad de adaptarse a las condiciones y entornos cambiantes inherentes a 4IR; las habilidades de éstas personas son previsión, sistemas de pensamiento, visión, motivación y asociación; el líder 4RI considera no solo el sistema en sí, sino también su relación con el medio ambiente, entendiendo que esta relación no es una simple dependencia, sino que forma parte del sistema; las características de un líder deben ser considerados objetivos transversales en la propuesta transformadora que pueden fortalecerse en todas las áreas del conocimiento.

Quizás uno de los estudios más citados en las investigaciones relacionadas con la 4RI es el llamado The Future of Jobs Report 2018 (El futuro de los Trabajos Reporte 2018) desarrollado por Centre for the New Economy and Society (Centro de la Nueva Economía y Sociedad) del Foro económico mundial; el objetivo era comprender el potencial de la industria 4.0 para crear e interrumpir empleos y mejorar la calidad y la productividad del trabajo existente; se empleó un enfoque metodológico mixto explicativo; se desarrolló en colaboración con los principales expertos de los Consejos del Futuro Global del Foro Económico Mundial.

En esta investigación se utilizó una encuesta de empleadores aplicada a través de la comunidad de miembros globales del Foro Económico Mundial, que abarca una amplia gama de industrias y geografías se intentó recopilar las opiniones de ejecutivos de negocios; las preguntas buscaban mapear las transformaciones actualmente en curso, documentar las tareas laborales cambiantes, establecer los requisitos de habilidades en los roles laborales desempeñados por las personas en el lugar de trabajo de 2022 y comprender

las prioridades y objetivos que las empresas se han fijado en términos de capacitación a sus colaboradores.

Los resultados de esta investigación ofrecen información altamente relevante a la hora de diseñar una propuesta transformadora; en primera instancia, el estudio determinó las tendencias que impactarán positivamente el crecimiento de las empresas: adopción de nuevas tecnologías, incremento y disponibilidad de grandes volúmenes de información, avances en internet móvil, inteligencia artificial y cloud computing (computación en la nube), sostenimiento del crecimiento económico de las economías, expansión de la economía, de la educación, avances en nuevas formas de obtención de energía y expansión de la clase media; estas tendencias que seguirán las empresas podrían influir en el perfil de colaborador que buscarán.

Los resultados también presentan las tecnologías que se prevé adoptarán mayormente las empresas: Big data, aplicaciones web y móviles, IoT, Machine learning, comercio electrónico, Realidad aumentada y virtual, encriptación, nuevos materiales, Electrónicos vestibles, blockchain, impresión 3D, transporte autónomo, estaciones robóticas, computación cuántica, Robots no humanoides, biotecnología, robots humanoides, robots aéreos y subacuáticos; estas tecnologías deben ser parte de los objetivos de formación de la propuesta.

En los hallazgos, también se presentan los trabajos que aparecerán con la 4RI: Analistas de datos y científicos, Especialistas en inteligencia artificial y aprendizaje automático, Gerentes generales y de operaciones, Especialistas en Big Data, Especialistas en Transformación Digital, Profesionales de ventas y marketing, Especialistas en nuevas tecnologías, Especialistas en desarrollo organizacional, Desarrolladores de software y aplicaciones, Servicios de tecnología de la información, Especialistas en Automatización de Procesos, Profesionales en Innovación, Analistas de seguridad de la información, Especialistas en comercio electrónico y redes sociales, Experiencia de usuario y humano-máquina, Diseñadores de interacción, Especialistas en formación y desarrollo, Especialistas en robótica e ingenieros Especialistas en personas y cultura, Diseñadores de servicios y soluciones y Especialistas en marketing digital y estrategia; la propuesta debería ofrecer las bases conceptuales y técnicas para que los jóvenes puedan enfocarse en alguna de esas profesiones.

Otro resultado relevante para el diseño de la propuesta, es la demanda de habilidades laborales que se plantea para la 4RI: Pensamiento analítico e innovación, Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje, Creatividad, originalidad e iniciativa, Diseño y programación de tecnología, Pensamiento crítico y análisis, Resolución de problemas complejos, Liderazgo e influencia social Inteligencia emocional, Razonamiento, resolución de problemas e ideación, Análisis y evaluación de sistemas; estas competencias deben ser objetivos de formación transversales en la propuesta transformadora.

También en relación con la transformación de los trabajos, se encontró una investigación llamada Smart Work: The Transformation of the Labour Market Due to the Fourth Industrial Revolution (I4.0) que traducido al español sería Trabajo Inteligente: la Transformación del Mercado Laboral Debido a la Cuarta Revolución Industrial (I4.0) elaborado por Birgit Eberhard, Mickael Podio, Azucena Pérez Alonso, Evita Radovica, Lidija Avotina, Liga Peiseniece, María Caamaño Sendon, Alonso González Lozano y Joan Solé-Pla (2017) en Grecia, cuyo objetivo era comprender como la 4RI está transformando el mercado laboral y establecer que profesiones tendrán mayor o menor demanda, así como las habilidades que se requerirán.

Se utilizó un enfoque metodológico mixto; en primer lugar se hizo un análisis del impacto de la digitalización en el mercado laboral; en segundo lugar, se realiza una encuesta de expertos a profesores universitarios y se evaluaron los planes de estudio de las universidades para analizar si se conocen las tendencias digitales futuras y qué medidas y métodos de enseñanza se emplean para enfrentar estas tendencias; los resultados muestran que los trabajos manuales tienen tendencia a ser automatizados; por otra parte, aparecerán nuevos empleos que requerirán nuevas habilidades tales como científicos y analistas de datos, gerentes de capacitación y desarrollo; otras ocupaciones como analistas financieros y comerciales, psicólogo conductual en la industria bancaria, proveedores de seguros cibernéticos e ingenieros que desarrollan la conducción autónoma ganarán relevancia y se requerirán mayor cantidad de consultores como desarrolladores de software, investigadores de encuestas y todo tipo de ingenieros.

Las habilidades que requerirán los empleos de 4RI son: Habilidades sociales (negociación, inteligencia emocional entre otras), habilidades cognitivas como creatividad, análisis, etc. Habilidades personales / Mentales como resolución de problemas bajo presión

o persistencia; Habilidades de procesamiento tales como pensamiento crítico; Habilidades técnicas como programación, uso de nuevas tecnologías; Habilidades de contenido como aprendizaje activo, manejo tecnológico; habilidades interculturales y habilidades de manejo de recursos como manejo de tiempo. Se encontró que los programas de estudio aún presentan debilidad en la inclusión de las habilidades personales y mentales y el desarrollo de habilidades técnicas requiere mayor atención; por ello se requiere mayor capacitación y constante actualización en cuanto a los programas educativos y docentes que los ejecutan.

En relación a la propuesta transformadora que se pretende desarrollar, el listado de habilidades establecido por este estudio deben establecerse como objetivos de aprendizaje, ya sea de forma transversal en el caso de las habilidades personales y mentales, o de forma central como en el caso de las habilidades de tipo técnico.

En este mismo sentido, se encontró un estudio llamado Human Resource Competencies 4.0 for Generation Z (Competencias 4.0 para el Recurso Humano de la Generación Z) desarrollado por Anggia Sari Lubis, Yeni Absah y Prihatin Lumbanraj (2019) en Indonesia, que tenía por objetivo conocer el nivel de desempeño de los estudiantes de economía de la generación Z en las competencias de recursos humanos 4.0; empleó una metodología cuantitativa con aplicación de instrumento de dos partes: la primera con un escalamiento tipo Likert acerca de las competencias de recursos humanos 4.0 y la segunda con datos demográficos; el instrumento fue aplicado entre estudiantes de las facultades de economía de las universidades de Medan en Indonesia.

Los resultados muestran que los estudiantes creen que tienen habilidades interculturales y lingüísticas, así como buenas habilidades de comunicación y cooperación; también se encontró que los estudiantes creen que su mayor fortaleza es su capacidad de actualizar sus conocimientos y en contraparte consideran que su debilidad es la mentalidad sostenible, el profesionalismo y la toma de decisiones de calidad; los anteriores hallazgos revelan otras habilidades que debieran incluirse en la propuesta transformadora; estas son cooperación, comunicación, autoaprendizaje, mentalidad sostenible, profesionalismo y toma de decisiones y pueden incluirse de manera transversal en la propuesta.

Así mismo, en cuanto a las perspectiva del empleo, se encontró un trabajo llamado A Future that Works: Automation, Employment and Productivity (Un futuro que Funcione: Automatización, Empleo y Productividad) desarrollado por James Manyika, Michael Chui,

Mehdi Miremadi, Jacques Bughin, Katy George, Paul Willmott y Martin Dewhurst (2017) en Estados Unidos, cuyo objetivo es analizar el potencial de automatización de la economía global y su impacto asociado en el trabajo; empleó un enfoque metodológico cualitativo con nivel de profundidad descriptivo mediante la evaluación de las actividades de cada ocupación; se analizaron 46 países utilizando bases de datos de la oficina de estadísticas laborales de 800 actividades en más de 2000 actividades desglosando aún más la actividad en 18 capacidades y evaluando el potencial técnico de esas capacidades.

Los resultados muestran que la automatización puede generar un crecimiento económico de hasta un 1.4%; más del 60% de todas las ocupaciones tienen al menos el 30% de las actividades constitutivas que podrían automatizarse; más ocupaciones cambiarán de las que serán automatizadas; sin embargo, la mitad de las actividades laborales de hoy podrían automatizarse para 2055; pero serán desplazadas a otros empleos que aún no pueden predecirse; las personas en el lugar de trabajo deberán participar de manera más integral con las máquinas y adquirir nuevas habilidades que serán demandadas en la nueva era de la automatización.

Estos resultados resaltan la importancia de las habilidades técnicas en materia de tecnología 4.0; por ello, los contendidos centrales de la propuesta debe estar orientados a los desarrollos tecnológicos propios de la 4RI.

En cuanto a los cambios en los empleos, se halló una investigación llamada Talent Shortage Survey Solving the Talent Shortage: Build, Buy, Borrow and Bridge (Encuesta de Escasez de Talento. Resolver la Escasez de Talento: Construir, Comprar, Pedir prestado y Puentear) desarrollada por la firma Manpower Group (2018) a nivel internacional, cuyo objetivo era establecer cuáles son las habilidades que buscan las empresas en sus trabajadores y las estrategias que están desarrollando para obtenerlos; se empleó un enfoque metodológico cuantitativo con nivel de profundidad descriptivo. Se hizo una encuesta a 39,195 empleadores en seis sectores industriales en 43 países y territorios: Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Canadá, China, Colombia, Costa Rica, República Checa, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Guatemala, Hong Kong, Hungría, India, Irlanda, Israel, Italia, Japón, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, Rumania, Singapur, Eslovaquia, Eslovenia, Sudáfrica, España , Suecia, Suiza, Taiwán, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos.

Los resultados muestran en la actualidad las empresas están teniendo dificultad para encontrar colaboradores con las características que buscan que son habilidades blandas que incluyen comunicación, colaboración, construcción de relaciones, creatividad, empatía y un deseo de aprender; también se encontró que los trabajos más demandados actualmente son: comercios expertos (electricistas, soldadores, mecánicos, etc.), ingenieros, profesionales en cuentas y finanzas, apoyo administrativo, representantes de ventas, conductores, expertos en ciberseguridad, redes o soporte técnico, gerentes de proyecto, investigadores, operadores de producción y máquinas; los roles que requieren niveles medios de educación están en crecimiento y se prevé que en el futuro más que el título universitario se requerirá el desarrollo de habilidades.

Se pudo concluir que para las empresas es difícil encontrar trabajadores con la combinación adecuada de habilidades técnicas y fortalezas humanas; esta información indica que la propuesta transformadora debe buscar un balance entre las habilidades conocidas como blandas y las habilidades de tipo técnico; el desarrollo transversal de habilidades es tan importante como los contenidos centrales de la propuesta.

En relación al mismo tópico, fue hallado un estudio denominado Towards an Operator 4.0 Typology: A Human-centric Perspective on the Fourth Industrial Revolution Technologies (Hacia una Tipología de Operador 4.0: Una Perspectiva Centrada en el ser Humano sobre las Tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial) elaborado por David Romero, Johan Stahre, Thorsten Wuest, Ovidiu Noran, Peter Bernus, Åsa Fast-Berglund y Dominic Gorecky (2016) en China, cuyo objetivo era explorar las primeras manifestaciones y las proyecciones futuras del Operador 4.0 en el marco del 'trabajo asistido' por máquinas como y si es necesario - por medio de sistemas ciberfísicos hacia "sistemas de trabajo de simbiosis de automatización humana"; empleó un enfoque metodológico cualitativo hermenéutico con nivel de profundidad descriptivo se hizo la revisión de literatura acerca de los posibles aumentos de capacidades humanas para un operador 4.0. y de los sistemas relacionados, estrategias y tecnologías habilitadoras para el Operador 4.0.

Los resultados muestran todo el potencial de la Industria 4.0 y que el logro de una industria manufacturera socialmente sostenible, solo se realizará si el Operador 4.0 se convierte en el centro del proceso interactuando con las máquinas, esto hará sostenible la sociedad humana y requiere automatización inteligente y tecnologías de interfaz hombre-

máquina. La tipología Operador 4.0 es útil para aumentar la comprensión de los roles futuros de humanos y máquinas en las fábricas de sistemas ciberfísicos humanos. Los hallazgos muestran que las capacidades humanas para interactuar con las máquinas, permitirán la evolución de los empleos, por tanto, se requieren fuertes habilidades técnicas para evitar la exclusión laboral, de modo que éstas que deben ser el centro de la propuesta transformadora.

La evolución del empleo es también abordada por el estudio The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? (El futuro del Empleo: Como los Trabajos son Susceptibles a Computarizarse) desarrollado por Carl Benedikt Frey y Michael A. Osborne (2013) en Estados Unidos, que tenía por objetivo principal examinar el impacto esperado de los desarrollos tecnológicos en los resultados del mercado laboral; se empleó un enfoque metodológico Mixto; se usó Machine Learning (ML) y Mobile Robotics (MR) para clasificar las ocupaciones de acuerdo con su susceptibilidad a la computación, luego se estimó la probabilidad de informatización para 702 ocupaciones detalladas y se examinaron los impactos esperados de la futura informatización sobre los resultados del mercado laboral de Estados Unidos.

Los resultados muestran que el 47% de los trabajos actuales pueden ser informatizados durante la próxima década; los trabajadores en ocupaciones de transporte y logística, junto con la mayor parte de los trabajadores de oficina y apoyo administrativo, y la mano de obra en ocupaciones de producción, están en riesgo.

Finalmente se encontró que los salarios y el nivel educativo exhiben una fuerte relación negativa con la probabilidad de informatización; los anteriores resultados sugieren que a mayor cualificación técnica y académica menor es la probabilidad de que las tareas sean automatizadas; por tanto, es deber del sistema educativo desarrollar habilidades técnicas, creativas y sociales; y estos son elementos que debe considerar la propuesta transformadora.

Como resultante de la transformación de los empleos, se requieren modificaciones en los puestos de trabajo; en ese sentido se encontró un estudio llamado Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution (La Fuerza Mental como Campo de Acción en la Cuarta Revolución Industrial) desarrollado por Uwe Dombrowski y Tobias Wagner (2014) en Alemania cuyo objetivo era identificar las demandas de trabajo mental del

personal en los sistemas de producción de la 4RI; empleó una metodología cualitativa con alcance descriptivo empleando como instrumentos principalmente observación, entrevista y herramientas de investigación sicológica VERA (actividad laboral) y RHIA. La base teórica para VERA es la teoría de regulación de la acción.

Los hallazgos permiten concluir que se presentarán cambios socio- técnicos en la producción que requieren modificaciones en los entornos de trabajo, para cumplir con condiciones de ergonomía; se pudo establecer que los trabajos donde se han implementado tecnologías 4.0 demandan mayor requisitos mentales, siendo la vida del empleado más activa y tomando decisiones más rápidas sin aumentar sus niveles de estrés; los anteriores resultados establecen que los empleados más cualificados tendrán condiciones de trabajo más favorables, que potenciarán sus capacidades en el marco de la 4RI; por ello para crear mejores perspectivas laborales, se requiere que la propuesta transformadora encamine a los estudiantes a capacitarse y desarrollar sus conocimientos para pertenecer al grupo de colaboradores cuyas funciones emplean requisitos mentales.

Relacionado con el estudio anterior, se encontró una investigación denominada Work and Organizational Psychology Looks at the Fourth Industrial Revolution: How to Support Workers and Organizations?(El Trabajo y la Psicología Organizacional Analiza la Cuarta Revolución Industrial: ¿Cómo apoyar a los trabajadores y las organizaciones?) hecho por Chiara Ghislieri, Mónica Molino y Claudio G. Cortese (2018) en Italia, que tenía la finalidad de comprender los problemas que los trabajadores y las organizaciones deben enfrentar en la 4RI.

Se empleó un enfoque cualitativo con análisis hermenéutico de literatura y nivel de profundidad exploratorio; primero se describe cómo las innovaciones de la 4IR están cambiando la interacción de los trabajadores y la tecnología; luego se discute si las transformaciones son útiles o perjudiciales para los trabajadores, después se presenta los procesos de desarrollo de habilidades y aprendizaje que deben asumir los trabajadores y finalmente, se definen futuras para apoyar y colaborar con la transición.

Los resultados muestran que las empresas tienen confianza en la idoneidad de su personal para enfrentar los cambios tecnológicos propios de la 4RI; sin embargo, se observa que los trabajadores aumentan sus niveles de estrés al tener que familiarizarse con las nuevas tecnologías; por ello, se requiere de liderazgo positivo por parte de los líderes

empresariales para lograr una transición sin traumatismos; el estudio sugiere que se requiere mayor articulación de la industria con las universidades para que los estudiantes desarrollen las habilidades requeridas en la industria 4.0 y establece que se requiere mayor investigación en lo relativo a las interacciones hombre máquina y sus efectos en la salud mental de los trabajadores; estos hallazgos refuerzan la necesidad de desarrollar habilidades 4RI desde el sistema educativo para que los jóvenes se enfrenten al medio laboral exitosamente.

En relación a las competencias laborales 4RI, se encontró una investigación llamada A Study on the Digital Competency for the Fourth Industrial Revolution (Un Estudio Sobre la Competencia Digital para la Cuarta Revolución Industrial) hecho por Sook Young Choi (2018) en Corea del Sur; cuyo objetivo era definir el concepto de nuevas capacidades digitales adecuadas para la era de la Cuarta Revolución Industrial; para lograrlo se usó un método cualitativo con nivel de profundidad descriptivo; se clasificaron los factores importantes sobre alfabetización digital nacional y extranjera y se propuso un modelo de competencia digital adecuado para la realidad consultando la opinión de expertos.

Los resultados muestran que las competencias digitales son: Comprensión de la sociedad digital y la ciudadanía digital, Comunicación y cooperación utilizando tecnología digital, Pensamiento crítico y habilidades de información, Pensamiento informático y resolución de problemas, Creación y convergencia; siendo la finalidad principal pensar y crear contenido; estos hallazgos definen las habilidades requeridas por la 4RI y estas cinco unidades temáticas se tomarán como base para definir los contenidos de la propuesta transformadora.

En la misma línea, se halló un estudio llamado Competencias Digitales ante la Irrupción de la Cuarta Revolución Industrial elaborado por Fermín Galindo Arranz, Sonia Ruiz Blanco y Francisco Javier Ruiz San Miguel (2017) en España, que se proponía establecer el grado de competencia digital de los estudiantes universitarios de comunicación audiovisual y publicidad; se empleó un enfoque metodológico mixto, que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, complementarias y secuenciadas; primero se hizo un meta análisis cualitativo para la revisión de literatura, luego se usó una encuesta sociológica descriptiva para evaluar los indicadores del seguimiento de la Sociedad de la Información.

Se pudo establecer que hay una muy alta conectividad mediante computadores portátiles y teléfonos móviles; sin embargo las habilidades de los usuarios son de tipo "consumo" que impiden la creación de contenidos y establecer canales de comunicación propios; esto implica que los jóvenes no están preparados para abordar una inmersión en el mundo laboral digital ya que se hace uso principalmente de herramientas, poco especializadas y muy centradas en el ocio y menos en la generación de conocimiento y contenidos.

Por lo anterior, se establece que a los jóvenes les falta de capacitación digital, adaptabilidad y especialización que puede implicar una seria dificultad para integrarse al mundo laboral; estos resultados señalan la necesidad de incluir en la propuesta transformadora contenidos de tipo técnico que incluyan la creación de contenidos digitales.

También en relación a las competencias 4RI, se halló una investigación llamada Vocational Students Readiness in the Face of the Industrial Revolution 4.0 and the Demands of Life in the 21st Century Skills (La preparación de los Estudiantes Vocacionales frente a la Revolución Industrial 4.0 y las Demandas de la vida en el siglo XXI.) desarrollado por Edy Kurniawan, Supari Muslim, Erina Rahmadyanti, Widi Aribowo, Nita Kusumawati, Euis Ismayati, Ismet Basuki y Ruzairi Abdul Rahim (2019) en Indonesia, que se proponía conocer el avance de las escuelas vocacionales en la formación de estudiantes para enfrentar la 4RI; se empleó una metodología cualitativa exploratoria hermenéutica; se realizó a través de un estudio de literatura de referencias y resultados de investigación relevantes.

Los resultados muestran la 4RI requiere habilidades 4C (comunicación, creatividad, pensamiento crítico, colaboración), para lograrlo, se debe utilizar modelos de aprendizaje como el aprendizaje basado en problemas (PBL), basado en proyectos, aprendizaje (PjBL), aprendizaje cooperativo y similares, para fomentar el pensamiento crítico; se deben emplear medios de aprendizaje como e-larning, aula invertida y podcasts; emplear recursos como IoT, alfabetización digital y libros electrónicos y mejorar la calidad de los docentes mediante la formación constante.

Estos resultados no difieren de los estudios similares ya mencionados, por tanto, tiene el efecto ya descrito en el desarrollo de la propuesta transformadora y además orientan hacia posibles metodologías de enseñanza y estrategias didácticas.

- Estudios en el Ámbito Nacional.

En el contexto colombiano se halló un estudio en relación al tema llamado El SENA a la Vanguardia de la Cuarta Revolución Industrial desarrollado por Natalia Pérez Betancur (2016), que se propuso generar los lineamientos para fortalecer el quehacer formativo del SENA frente a la 4RI; empleó un enfoque metodológico cualitativo exploratorio hermenéutico, mediante una indagación documental amplia; que incluyó el reporte de la asamblea 46 del foro económico mundial en Davos, el texto "The Fourth Industrial Revolution" de Klaus Schwab, y el informe "The Future Of Jobs", producto del foro referenciado.

Los resultados indican que la irrupción de tecnologías como la robótica, la impresión 3D y la automatización entre otras, cambian los patrones de consumo y las formas de producir, así como de competir de las empresas; esto generará modificaciones en los empleos y exigirá nuevas competencias en los trabajadores como la creatividad y la innovación

El estudio hecho con el auspicio del SENA, revela resultados similares a otros del mismo tipo ya descritos en la sección anterior, destacando la importancia de la creatividad y la innovación como habilidades requeridas en la 4RI; estos hallazgos corroboran la necesidad de incluir estas competencias como objetivos transversales de aprendizaje dentro de la propuesta transformadora.

- Estudios en el Ámbito Local

En este sentido no se hallaron estudios a nivel municipal, regional acerca del tema; aunque el estudio antes descrito podría ser aplicable en ése ámbito.

2.1.2.2.2 Tecnologías y Aplicaciones de la 4RI. En esta sección, se presentarán las investigaciones cuyos hallazgos determinan las tecnologías y aplicaciones que tendrán auge durante la cuarta revolución industrial.

- Estudios en el Ámbito Internacional

En relación a las políticas públicas subyacentes y a las tecnologías de la 4RI, se encontró un estudio titulado The Impact of the Fourth Industrial Revolution: a Cross-country/region Comparison (el Impacto de la Cuarta Revolución Industrial: una Comparación País/región) desarrollada por Yongxin Liaoa, Eduardo Rocha, Louresa Fernando Deschampsa, Guilherme Brezinskia y André Venâncioa (2018) en Brasil, que

tenía por objetivo ofrecer un panorama global de las políticas públicas más relevantes en la cuarta revolución industrial, haciendo un análisis de las similitudes y diferencias de las mismas; para lograrlo utilizaron un enfoque metodológico mixto con análisis cualitativo hermenéutico de l8 planes gubernamentales y cuantitativo en cuanto a las duraciones, objetivos, financiamiento disponible, áreas de acción, sectores manufactureros enfocados y tecnologías priorizadas de estas políticas públicas y la comparación entre esas 18 propuestas.

Los resultados muestran que en la mayor parte de los planes de gobierno, se consideran tres ejes: "Investigación e innovación", "Trabajo, educación y capacitación" y "Modernización de la infraestructura" y que las tecnologías priorizadas por los estados en el marco de la 4RI son Big Data / Analytics (Análisis de grandes volúmenes de información), impresión 3D (tres dimensiones), robótica avanzada y tecnologías IoT (Internet of Things – Internet de las Cosas); también se aprecia que aún se requiere considerar las prácticas de gestión de esos elementos; la información anterior es un insumo clave que permite definir las tecnologías hacia las cuales debe orientarse la propuesta transformadora que se pretende elaborar.

En lo relativo al impacto social de la 4RI y sus tecnologías, se encontró una investigación denominada The Internet Information and Technology Research Directions based on the Fourth Industrial Revolution (La Información de Internet y las Direcciones de la Investigación Tecnológica Basada en la Cuarta Revolución Industrial) desarrollada por Mihyun Chung y Jaehyoun Kim (2016) en Corea del sur; el objetivo del estudio era investigar la Cuarta revolución industrial y sus efectos en la sociedad para alcanzarlo, emplearon una metodología cualitativa hermenéutica, con nivel de profundidad exploratorio mediante el análisis de los artículos relacionados con la cuarta revolución industrial, haciendo una clasificación de los mismos según la frecuencia de palabras clave de los problemas principales, posteriormente se aplicaron una serie de encuestas acerca de los cambios tecnológicos esperados en el futuro.

Los hallazgos permitieron concluir que ha habido mayor actividad investigativa en relación a IoT y sensores inalámbricos y que se ha profundizado en menor proporción en comercio electrónico o la IA (inteligencia artificial) relacionados con la cadena de bloques, impresión 3D, economía compartida, automóviles sin conductor, nanotecnología y

biotecnología; lo anterior señala los senderos menos explorados y en los que puede haber mayor potencial; por tanto, estos campos deben tener especial atención en la propuesta transformadora.

En relación a los desafíos que enfrenta la industria, se halló un estudio denominado Cómputo en la Niebla Aplicado a la Manufactura Inteligente bajo el Contexto de la Industria 4.0: Desafíos y Oportunidades elaborado por Mariela Juana Alonso-Calpeño, Julieta Santander-Castillo, Yuridia Ramírez-Chocolatl y Raúl Alanis-Teutle (2019) en México que intentaba identificar los desafíos que enfrenta la industria 4.0, en lo relativo al IoT y cómo se han venido enfrentando mediante el uso del cómputo en la niebla (o cloud computing); se empleó un enfoque metodológico cualitativo con interpretación hermenéutica de literatura y nivel de profundidad exploratorio.

Los hallazgos muestran que el cloud computing ha sido utilizado como estrategia para suplir la falta de infraestructura en las empresas; también se encontró que el IoT genera desafíos como interoperabilidad, criticidad mixta, latencia, tolerancia a fallas, escalabilidad, colaboración escalable, seguridad funcional, seguridad específica de la industria, los sistemas industriales heredados y la eficiencia en el manejo de energía, estos son aspectos que las empresas deben considerar para hacer la transición a industria 4.0; de estos resultados, en relación a la propuesta transformadora, se considera necesario articular la seguridad tanto funcional como industrial, la escalabilidad y desde luego el manejo energético como competencias que se podrían abordar dentro de la misma.

En relación al trabajo en la 4RI, el estudio denominado 2015-16 State of the Future (2015-16 Estado del el Futuro) desarrollado por Jerome C Glenn, Elizabeth Florescu y el Equipo del Proyecto Milenium (2016) en Estados Unidos, tenía por objetivo explicar por qué la naturaleza del trabajo y los sistemas político-económicos tienen que cambiar para el año 2050; se empleó un enfoque metodológico cualitativo con nivel de profundidad interpretativo, mediante la reunión de expertos de todo el mundo a través de sus 56 nodos para actualizar la situación, las perspectivas y las estrategias para abordar estos desafíos globales.

Los resultados prevén que el desarrollo de la inteligencia artificial y el uso de materiales biológicos harán posible el desarrollo de nuevas formas de vida; el internet será

una de las fuentes de trabajo más grandes y se creará una nueva nacionalidad planetaria cuyo liderazgo hará posible la subsistencia del hombre.

Estos hallazgos muestran la importancia que tendrá la inteligencia artificial y el desarrollo web para el 2050, esto determina la necesidad de señalar la IA y el desarrollo web como tecnologías clave y con mayor potencial en la 4RI y subsecuentemente en la propuesta transformadora que se pretende desarrollar.

- Estudios en el Ámbito Nacional

En el contexto colombiano, se encontró una investigación titulada Definición de Estrategias de Adopción de la Cuarta Revolución Industrial por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en Colombia desarrollada por Manuel Felipe González García (2018), que tenía por objetivo definir estrategias para adoptar prácticas 4RI en las PYMES en Bogotá que son aplicables al entorno nacional; los resultados mostraron que las PYMES tienen las herramientas para migrar a industria 4.0 y que esto puede mejorar su productividad.

Sin embargo, hay un fuerte desconocimiento de este sector productivo en la materia y estas tecnologías sólo se están implementando en los sectores de mercadeo, faltando su inclusión en procesos de producción, administración de personal, distribución y retroalimentación por parte de los clientes; también se encontró deficiencia en la capacitación de los empleados en este ámbito; en este sentido, se hace manifiesta la necesidad de fortalecer a los jóvenes en capacidades técnicas en tecnologías 4RI para que las PYMES de nuestro país logren adaptarse al entorno 4.0.

Para terminar esta sección se presenta una investigación llamada Industria 5.0: ¿Vuelve el hombre al centro de los procesos de producción? Hecha por Lorena Taiz Mantilla Avendaño (2019) cuyo objetivo era establecer el estado actual de avance de la industria Colombiana con perspectiva a la industria 5.0; se empleó un enfoque metodológico cualitativo de tipo descriptivo, que usa datos secundarios derivados de minería de datos y búsqueda bibliográfica. Para esto se cuenta con una minería de datos y una revisión bibliométrica de 259 artículos principalmente adquiridos de WOS y Scopus.

Los resultados señalan una posible quinta revolución industrial o industria 5.0, en la que habrá un retorno al uso de la mente humana y de las habilidades físicas del hombre en los procesos de producción; en donde las máquinas harían el trabajo peligroso y los

humanos el trabajo más ligero; se prevé la aparición de cobots que son robots que trabajan cooperativamente con personas generando así mayores cantidades de puestos de trabajo, para personas con niveles de conocimientos técnicos avanzados; la necesidad de formación en tecnologías de avanzada surge una vez más como factor clave en el desarrollo industrial y la propuesta transformadora debe incorporar esta necesidad dentro de sus objetivos de formación.

- Estudios en el Ámbito Local

En el ámbito local no se hallaron estudios que hagan referencia a las tecnologías y aplicaciones propias de la cuarta revolución industrial.

2.1.2.2.3 Metodología para la 4RI. En este apartado se relacionarán los estudios encontrados, cuyos hallazgos indiquen elementos metodológicos que orienten la forma como la escuela puede desarrollar habilidades de cuarta revolución industrial en sus estudiantes.

- Estudios en el Ámbito Internacional

En esta categoría, el primer referente es un estudio denominado Industria y Educación 4.0 en México: un estudio exploratorio elaborado por Daniel Sánchez Guzmán (2019) en Guanajuato México que tenía por objetivo demostrar que la tecnología se encuentra presente en todos los ámbitos y por ello la industria 4.0 ,tendrá un impacto tanto en la industria y la sociedad como en la academia; para lograrlo, se empleó un enfoque cuantitativo con nivel de profundidad exploratorio, en el que se diseñó una secuencia didáctica con el enfoque de pensamiento educacional activo a una muestra de 63 estudiantes; los resultados hallados permiten concluir que la industria está asumiendo la dinámica de trabajo propiciada por la 4RI y por ello, la academia tiene el enorme reto de revisar los modelos educativos con el fin de incluir criterios como la flexibilidad y la adaptación al cambio como eje central de la formación de los estudiantes.

Estos hallazgos permiten establecer dos de los criterios que deben ser incluidos en el diseño de la propuesta transformadora que pretende desarrollar el presente estudio la flexibilidad y la adaptación al cambio.

En el mismo sentido se encontró una investigación llamada The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective (La Cuarta Revolución Industrial: Una Perspectiva de Innovación Social) elaborada por Rabeh Morrar, Husam

Arman, y Saeed Mousa (2017) en Canadá, cuyo objetivo era comprender el impacto de la cuarta revolución industrial en los aspectos sociales y su potencial para resolver los problemas actuales desde una perspectiva social y ambiental.

Se utilizó un diseño metodológico cualitativo hermenéutico exploratorio; los resultados permitieron concluir que el desarrollo tecnológico propio de la 4RI tiene el potencial para afectar positivamente el desarrollo social y ello implica que se formulen políticas que evalúen el impacto global de las nuevas tecnologías y su incidencia en los problemas sociales actuales; lo anterior, genera una reflexión acerca de la necesidad de considerar qué tecnologías pueden contribuir a superar las problemáticas sociales propias del contexto a la hora de construir la propuesta transformadora.

Por otra parte, el estudio llamado How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation (Cómo Responder a la Cuarta Revolución Industrial, o a la Segunda Revolución de la Información? Nueva Dinámica y Combinaciones entre Tecnología, Mercado y Sociedad a través de la Innovación Abierta) elaborada por MinHwa Lee, JinHyo Joseph Yun , Andreas Pyka , DongKyu Won, Fumio Kodama, Giovanni Schiuma, HangSik Park, Jeonghwan Jeon, KyungBae Park, KwangHo Jung, Min-Ren Yan, SamYoul Lee y Xiaofei Zhao (2018) en Corea del sur; proponía como objetivo permitir a las industrias y la academia desarrollar sus propios conceptos de la Cuarta Revolución Industrial y responder a ellos; para lograrlo, desarrollaron un enfoque cualitativo con nivel de profundidad exploratorio mediante la consulta de once expertos que respondieron las preguntas orientadoras.

Como resultante, se concluyó que la 4RI se aprecia como un fenómeno en donde convergen las tecnologías digitales que transformarán la industria; para enfrentarla, las instituciones deben aumentar la creatividad y la creación de nuevos modelos de negocio dinámicos con innovación abierta a la expansión cultural y modelos de plataforma abierta con retroalimentación.

Lo anterior, deja en claro la necesidad de formar para la innovación y la creatividad, estas dos características deben estar incluidas en el perfil del estudiante que busca formar la propuesta transformadora objeto de este trabajo.

En esa misma línea, el estudio llamado Challenges, and Opportunities Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities (Desafíos y Oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial: Prácticas Actuales, Desafíos y Oportunidades) desarrollado por Antonella Petrillo, Fabio De Felice, Raffaele Cioffi y Federico Zomparelli (2018) en Londres, plantea como objetivo determinar el estado del arte de la cuarta revolución industrial con el fin de establecer cuáles son los desafíos que enfrentan las industrias para convertirse en industrias 4.0; el enfoque metodológico utilizado es mixto con análisis hermenéutico en la fase cualitativa con alcance descriptivo. Se utilizó la base de datos Scopus, buscando las palabras clave "Industria 4.0", se analizaron los capítulos de artículos, conferencias y libros en los que se hallaron las palabras clave.

Los resultados permitieron concluir que aquellas empresas que permanezcan al margen de las tecnologías 4.0 podrían desaparecer, por ello se debe alentar a la inversión en estos recursos y a la preparación de los operarios y medios necesarios para su implementación, así como a la formación continua desde la escuela y a lo largo de la vida laboral del personal, destacando la importancia de redirigir los procesos educativos hacia las necesidades 4RI y las pasantías como medio efectivo de capacitación; los hallazgos resaltan la importancia de identificar las habilidades 4RI para que los estudiantes puedan desarrollarlas desde la escuela, por tanto, la propuesta transformadora debe estar encaminada a identificar las necesidades educativas derivadas de la industria 4.0 y convertirlas en objetivos de formación.

En este sentido, se halló un estudio llamado Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies (Industria 4.0: Asegurando el Futuro para las Compañías Manufactureras Alemanas) elaborado por Kajanth Balasingham (2016) en Alemania, cuyo objetivo era reunir e investigar factores críticos que influyen en la implementación de los procesos de la Industria 4.0; se empleó una metodología cualitativa, que se basa en una revisión de la literatura y resultados de encuestas de diferentes compañías de investigación y consultoría; se utilizaron empresas manufactureras de diferentes campos como fabricación, ingeniería, automoción, industria alimentaria e industria de la información y la comunicación se abarcaron tanto empresas grandes como medianas.

Los resultados mostraron que se deben tener en cuenta los siguientes factores para la adaptación de la industria 4.0: mayor competitividad, mayor flexibilidad, mayor calidad y eficiencia, reducción de costos, y los impactos negativos son el riesgo cibernético y la exigencia de sistemas de seguridad; se encontró que se requiere una infraestructura de tecnologías de la información fuerte, una buena capacidad financiera y una óptima capacitación de los empleados en el uso de los recursos; con fundamento en lo anterior, podría decirse que la propuesta transformadora debe de ocuparse de lo relativo a la capacitación en el uso de los recursos tecnológicos 4RI, para que su futuro laboral mejore y las empresas logren la adaptación a la industria 4.0.

Estudios similares se han desarrollado para la industria en México, Perú, Rusia y Corea del Sur; en el caso mexicano, una investigación llamada Impacto de la Industria 4.0 en las Pymes de Coacalco, estado de México elaborada por Verónica Velázquez Romero, Anabel Martínez Guzmán y Iliana Díaz De León Flores (2018), cuyo objetivo era establecer de qué manera las industrias de la región se están aproximando la transformación de la fabricación en el marco de la industria 4.0 y para lo cual usaron un enfoque metodológico cuantitativo transversal, con nivel de profundidad descriptivo aplicando una encuesta a 27 empresas, concluye que si bien las industrias intentan adaptarse a la 4RI, enfrentan obstáculos como la resistencia al cambio, el aprendizaje de las nuevas tecnologías, escuchar y aceptar la colaboración de quienes conforman la empresa y desde luego el aspecto económico por los altos costos de inversión que se requieren.

En el caso peruano, la investigación titulada Estrategias de Aplicación de Industria 4.0 en las Empresas Peruanas elaborado por Manuel Martin Alvarado Andrade, Miguel Ángel Chávez Luna, y José Jacob Lazarte Rivera (2018), tenía por objetivo mostrar la forma como la industria peruana se adapta a la 4RI; para ello, utilizaron un enfoque metodológico mixto, primero cualitativo para determinar los escenarios de implementación 4RI y cuantitativo experimental en donde se determinó el caso de tres industrias que presentaban los tres escenarios de adaptación 4RI y observaron las situaciones y factores que determinaban el éxito de la implementación 4RI en su operatividad; los resultados mostraron que los procesos de producción no deben ser reemplazados en su totalidad, solo es necesario hacer reingeniería de ellos; en algunos casos su implementación no requerirá grandes costes pero sí mejor capacitación del personal.

En el caso Ruso, el estudio llamado Russian Industrial Sector in the Conditions of the Fourth Industrial Revolution (El Sector Industrial Ruso en las Condiciones de la Cuarta Revolución Industrial) desarrollado por E. Balashova y E. Gromova (2018), planteaba como objetivo describir y analizar el estado actual de la industria rusa en las condiciones de la Cuarta Revolución Industrial con un enfoque en la metodología de gestión ágil en la industria; para esto se empleó un enfoque metodológico cualitativo con nivel de profundidad exploratorio; se hizo un trabajo de revisión presentando aspectos teóricos y prácticos de la gestión ágil; los resultados permitieron concluir que la gestión ágil tiene el potencial para hacer crecer el PIB ruso un 34% para el año 2025; generando cambio de roles de liderazgo de la economía mundial.

Para el caso Coreano, se desarrolló un estudio llamado The Fourth Industrial Revolution Core Technology Association Analysis Using Text Mining (La Cuarta Revolución Industrial Análisis de la Asociación de Tecnología Central con Minería de Texto) desarrollado por Jae-Han Ryu y Yen-Yoo You (2018) quienes propusieron por objetivo analizar la capacidad de transferencia de la tecnología actual a la tecnología de cuarta revolución industrial; se empleó un enfoque metodológico mixto con nivel de profundidad descriptivo. Para llevar a cabo el propósito de la investigación, se seleccionaron palabras clave de la tecnología central de la cuarta Revolución Industrial, y la tecnología disponible para validar las reglas relacionadas sobre los tipos de transferencia de tecnología.

Los resultados del estudio, indican que las tecnologías actuales soportan la transferencia a tecnologías 4RI; pero se requiere que las empresas fortalezcan las competencias internas y crear tecnologías internas que permitan la transición sin contratiempos y que mejoren su competitividad; IoT, VR, conducción autónoma, las tecnologías portátiles y tecnologías relacionadas con los robots son las que tendrán mayor repercusión en la industria.

Los cuatro estudios mencionados antes, dejan ver el gran potencial que tienen las tecnologías 4RI para generar un crecimiento industrial y la gran necesidad de capacitar al personal que laborará en esas industrias para tener la habilidad de trabajar con tecnologías propias de la industria 4.0; por lo anterior, la propuesta transformadora debe hacer especial énfasis en determinar cuáles son las tecnologías que tendrán mayor relevancia y formar

habilidades técnicas en los estudiantes que les permitan interactuar con ellas e incluso mejorarlas.

La principal preocupación de la industria en torno a la 4RI es mantenerse competitiva, en este sentido se halló un estudio llamado International Competitiveness and the Fourth Industrial Revolution (Competitividad y la Cuarta Revolución Industrial) desarrollado por Chen Liu (2017) en Polonia, cuyo objetivo era examinar cómo la Cuarta Revolución Industrial impacta el marco de competitividad; se utilizó una metodología cualitativa con enfoque hermenéutico y nivel de profundidad descriptivo.

Se hizo revisión de la literatura a partir de artículos de revistas, libros y capítulos de libros revisados por pares de EBSCO, ProQuest, Web of Science y Google Scholar; luego realizó un análisis de citas de todos los artículos obtenidos del paso 1. Posteriormente se seleccionó el resumen de los artículos seleccionados y se compiló un conjunto de artículos que fueron revisados y validados; luego se sintetizó y se hizo el respectivo análisis; los resultados muestran que las tecnologías propias de la 4RI pueden mejorar la productividad de las empresas, pero a nivel país puede verse disminuida la productividad por el posible desplazamiento de trabajadores de baja calificación por máquinas.

Lo anterior implica la necesidad del desarrollo de políticas que permitan la cualificación de los operarios y aseguren los recursos para los altos costos de inversión que se requieren para implementar tecnologías 4RI; se requiere de una respuesta sistemática que incluya gobierno, empresario y sociedad, teniendo especial relevancia la necesidad de adaptar el sistema educativo para enseñar competencias relevantes para la 4RI y capacidades para trabajar en un entorno complejo, digital y cambiante; los resultados obtenidos por este estudio determinan ciertos componentes clave en el diseño curricular: habilidades 4RI, habilidades para trabajar en equipo y adaptarse al cambio; estos factores deben tener un rol preponderante en el desarrollo de la misma.

También en el marco de la producción se halló un estudio denominado The Role of Interoperability in The Fourth Industrial Revolution Era (El rol de la Interoperatividad en la era de la Cuarta Revolución Industrial) desarrollado por Yongxin Liao, Luiz Felipe Pierin Ramos, Maicon Saturno, Fernando Deschamps, Eduardo de Freitas Rocha Loures y Anderson Luis Szeja (2017) en Alemania, cuyo objetivo es establecer cuál es el papel de la interoperabilidad en la 4RI; se empleó un enfoque metodológico mixto con nivel de

profundidad explicativo. Se emplearon 4 fases: Primero se hizo revisión sistemática de la literatura luego se diseñaron los objetivos, criterios y alternativas para la aplicación del método del Proceso de Jerarquía Analítica, a continuación, se creó una encuesta para resumir las opiniones de los expertos en el área, por último, según los resultados de la encuesta, se generó un conjunto de matrices de comparación.

Los resultados muestran que las tecnologías de comunicación e información 4RI, deben se interoperables tanto de manera horizontal como vertical mediante tecnología IoT, para obtener una visión global de la data de las empresas; estos hallazgos determinan que las empresas de la industria 4.0 mantienen comunicación en tiempo real entre sus departamentos y esto permite a todos los miembros de la misma tomar decisiones informadas y con base en datos actualizados; esto significa que los datos de las empresas serán un activo fundamental y los nuevos trabajadores deben tener la capacidad de interpretar información para resolver problemas; estas habilidades deben estar incluidas en el perfil de la propuesta transformadora que se quiere desarrollar.

En cuanto a la organización industrial, se encontró un estudio llamado Industry 4.0 – Organizing Routines or Innovations? (Industria 4.0 - ¿Rutinas de Organización o Innovaciones?) desarrollado por Maximiliane Wilkesmann y Uwe Wilkesmann (2017) en Alemania, con el objetivo de desarrollar un marco teórico para analizar diferentes aplicaciones de la Industria 4.0 en una organización; siguió un enfoque cualitativo con nivel de profundidad exploratorio analizando 295 proyectos financiados que se basan en el Mapa de la Industria de la Plataforma 4.0, que forma parte de la iniciativa de la Industria 4.0 del Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía de Alemania y del Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania; se concluyó que en la actualidad la industria 4.0 se encuentra en fase de organización, es decir está utilizando las tecnologías más para organizar sus rutinas que para innovar; se requiere mayor capacitación para comprender los aspectos teóricos y prácticos de la 4RI, para ello la empresa necesita trabajar de la mano de la escuela con el fin de satisfacer la demanda de empleados calificados.

Estos hallazgos establecen un elemento a considerar en la propuesta transformadora, los aspectos teóricos y los alcances prácticos de las tecnologías 4.0 para determinar las competencias que permitan sacar el mayor provecho de las mismas.

En cuanto a los riesgos de la 4RI, se encontró una investigación titulada Is the Fourth Industrial Revolution a Panacea? Risks toward the Fourth Industrial Revolution: Evidence in the Thai Economy (Es la Cuarta Revolución Industrial una Panacea? Los Riesgos de la Cuarta Revolución Industrial: Evidencia en la Economía Tailandesa) desarrollada por Patipan Sae-Lima y Kittisak Jermsittiparsert (2019) en Tailandia; el estudio propone como objetivo presentar el lado opuesto del impacto de la tecnología avanzada e identificar, evaluar y proponer estrategias de respuesta con respecto a la cuarta revolución industrial dentro de un marco de gestión de riesgos; se empleó una metodología cualitativa con nivel de profundidad exploratorio; se recopilaron y triangularon documentos confiables y otras investigaciones que incluyen entrevistas a los expertos.

Después de identificar los riesgos clave y hacer una evaluación, se emplearon algunos ejemplos de mitigación de riesgos de expertos relacionados; el estudio concluye que la 4RI contrario a lo que se ha dicho puede generar efectos negativos en la economía a raíz de las altas tasas de desempleo y desigualdad que producirá y una deshumanización de las sociedades; lo anterior invita a usar la propuesta transformadora como instrumento para contrarrestar los posibles efectos nocivos de la 4RI, mediante la generación de habilidades que permitan a los jóvenes mantenerse en el ámbito laboral y de este modo combatir la desigualdad social y la exclusión.

Se encontró también un estudio llamado Opciones de Mejora Cognitiva no Convencional como Respuesta al Desempleo Estructural en el Contexto Tecnológico de la Cuarta Revolución Industrial desarrollado por Miguel Moreno Muñoz (2016) en España, cuyo objetivo principal era establecer los efectos de la automatización del trabajo derivada de la implantación de las tecnologías 4.0; se usó un enfoque metodológico cualitativo con análisis hermenéutico exploratorio mediante la caracterización del potencial tecnológico 4RI.

Los hallazgos permiten concluir que existe un rezago en la implementación de infraestructura tecnológica en educación con respecto a la industria, lo que ha generado una disminución en el capital humano con la subsecuente merma en la capacidad para crear valor y originar nuevas categorías de productos, ecosistemas de servicios e incluso ramas de actividad industrial; estos resultados permiten visualizar la importancia de equiparar la infraestructura tecnológica de la educación con la del entorno; para el caso, la propuesta

transformadora deberá incluir la infraestructura tecnológica sugerida para desarrollar los contenidos, que si bien por factores de tipo político o económico puedan estar lejos del alcance de la instituciones educativas, se establezcan como meta de mejoramiento en infraestructura.

En cuanto a la inclusión de tecnologías 4.0 en el aula, se halló un estudio llamado Videojuegos: Un Nuevo Sistema Educativo Emergente desarrollado por Lidia Barboza Norbis, y Jorge Rivas Díaz (2017) en Uruguay, que se proponía identificar las potencialidades tecnologías 4.0 como de los videojuegos (VJ) en el sistema educativo; se utilizó una metodología mixta, con alcance descriptivo que incluyó la integración de instancias de laboratorio y la discusión de resultados en el Centro de Innovaciones en Tecnología y Pedagogía (CITEP) de la Universidad de Buenos Aires (UBA) acerca de los beneficios de los videojuegos para los procesos de aprendizaje de los estudiantes; con esta finalidad se realizaron tres guías, una para docentes, otra para padres y otra para informáticos.

El estudio concluye que la inclusión de tecnología en el aula tendrá éxito en la medida que los recursos encuentren un balance entre lo que se desea enseñar y la motivación que ofrece el recurso; en el caso de los videojuegos, resultaron más atrayentes aquellos que eran muy entretenidos pero no enseñaban grandes volúmenes de contenido; por tanto, la efectividad del recurso está ligado a la capacidad de sorprender para mantener la audiencia y a la vez enseñar aunque no se abarquen grandes cantidades de conocimiento; estos resultados establecen parámetros a tener en cuenta a la hora de diseñar las estrategias metodológicas y didácticas que permitirán desarrollar los contenidos de la propuesta.

De otra parte, en cuanto al rol del docente, se encontró una investigación llamada Teacher 4.0: Requirements of the Teacher of the Future in Context of the Fourth Industrial Revolution (Profesor 4.0: Requisitos del Maestro del Futuro en el Contexto de la Cuarta Revolución Industrial) realizada por Anas Abdelrazeq, Daniela Janssen, Christian Tummel, Anja Richert y Sabina Jeschke (2016) en Alemania, con el objetivo de ofrecer una primera definición del Profesor 4.0 y los desafíos que enfrenta; se empleó un enfoque metodológico cualitativo con nivel de profundidad descriptivo; se analizan diferentes escenarios del profesor 4.0 donde se incluyen tecnologías innovadoras y se comparan con metodologías de enseñanza tradicionales; los resultados indican que se requiere

capacitación para los docentes ofrecida por las universidades para que éstos puedan apropiarse de las tecnologías 4.0; también indica que se requiere decisiones de implementación tecnológicas desde los niveles organizacionales más altos tales como ministerios y organismos de vigilancia.

La implementación tecnológica no surtirá el efecto esperado si no se capacita al docente para el aprovechamiento de su potencial; estos resultados indican que en gran medida el éxito de la propuesta transformadora se basa en la capacitación a los docentes; por ello, los temas a capacitar sugeridos deben poder desarrollarse en primera instancia de manera autónoma con recursos de libre acceso.

En relación a la administración educativa, se encontró una investigación llamada Impacto de la Industria 4.0 en el Comportamiento Organizacional de las Instituciones Educativas de Nivel Superior de Lázaro Cárdenas elaborada por Nora Eloísa Herrera Hernández, Patricia Calderón Campos y Rebeca Almanza Jiménez (2019) en México, que tenía por objetivo, establecer el impacto la industria 4.0 en el comportamiento organizacional de las instituciones educativas; empleó un enfoque metodológico cualitativo correlacional con nivel de profundidad descriptivo; se enfocó en las siete instituciones de nivel superior, se utilizó un cuestionario para conocer el impacto que la 4RI ha tenido en estudiantes, docentes y personal administrativo el instrumento se formuló con un total de 13 preguntas y se aplicó a tanto a 20 estudiantes, 20 docentes y 20 personas que laboran en el área administrativa.

Los resultados señalan que se han hecho esfuerzos por implementar las tecnologías 4.0, tanto en las aulas como en lo referente a la administración de los centros educativos; la percepción de los miembros de las comunidades educativas acerca de esta transición ha sido positiva, los encuestados consideran que se ha permitido automatizar sus recursos y usar la tecnología para el aprendizaje del estudiantado; estos resultados dan cuenta del impacto positivo de la implementación de tecnologías 4.0 en términos de actitud y expectativas en los miembros de las instituciones educativas; se espera que la propuesta transformadora que se pretende desarrollar sea percibida también de manera positiva por los jóvenes, padres de familia y docentes de los colegios donde se implemente.

Se presenta también el estudio llamado A Study on the Changes of Libraries and Directions of Librarian Education in the era of the Fourth Industrial Revolution (Un

Estudio sobre los Cambios de Bibliotecas y Direcciones de la Educación Bibliotecaria en la era de la Cuarta Revolución Industrial) hecha por Ok Nam Park (2018) en Corea, que tenía por finalidad presentar la dirección de la educación bibliotecaria en el contexto de la cuarta revolución industrial; desarrolló una estrategia metodológica cualitativa con nivel de profundidad descriptiva; se analizó la esencia de la cuarta revolución industrial, los cambios de las bibliotecas, las implicaciones educativas de la cuarta revolución industrial y los problemas de la educación bibliotecaria.

Los resultados señalan que las bibliotecas deben adaptarse al medio, así como las habilidades que debe desarrollar un bibliotecario de 4RI que serían planificación de información, capacidad de diseño y creatividad y adaptación rápida; como puede apreciarse, las características del bibliotecario de 4RI son habilidades centrales ya definidas en otros estudios previamente mencionados que han sido definidas para el caso de la propuesta que se va a desarrollar como habilidades transversales.

Uno de los estudios más referenciados en artículos académicos acerca de la 4RI es el llamado The NMC Horizon Report: 2019 Higher Education Edition que en español sería El Reporte Horizonte NMC (El consorcio nueva media): 2019 Edición Educación Superior desarrollado por Bryan Alexander, Kevin Ashford-Rowe, Noreen Barajas-Murphy, Gregory Dobbin, Jessica Knott, Mark McCormack, Jeffery Pomerantz, Ryan Seilhamer y Nicole Weber (2019) en Estados Unidos, con el objetivo de identificar y describir las seis tecnologías emergentes que tendrán un impacto significativo en la educación superior en los próximos cinco años; emplearon una metodología cualitativa, con el análisis de 71 expertos acerca de las prácticas innovadoras y tecnologías para la educación superior en todo el mundo, se hizo selección de los temas del informe mediante un proceso Delphi modificado. El panel de expertos identifica los elementos valiosos, se discuten las aplicaciones existentes de tecnología emergente e intercambia ideas nuevas.

Los expertos responden a las preguntas e identificar el período de tiempo durante el cual creen que la tecnología entraría en uso general, de la lista emergen doce, cuatro por horizonte de adopción, se investigan y amplían más, luego los expertos exploran las formas en que estas doce tecnologías importantes podrían usarse para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa en la educación superior; los resultados del estudio muestran que hay dos tendencias a largo plazo: repensar cómo funcionan las instituciones y grados

modulares y desagregados, a mediano plazo se cree que la educación adoptará más colaboraciones de la industria a través de laboratorios de riesgo, incubadoras y otras asociaciones comerciales, se crearán nuevas formas tecnológicas de medir y documentar el aprendizaje; a corto plazo, se modificarán los espacios de aprendizaje migrando a lo virtual y a la realidad aumentada.

En cuanto a los desafíos que enfrenta la educación superior, se estableció que son posibles de sortear aspectos como mejorar la fluidez digital, junto con una demanda creciente de experiencia de aprendizaje digital y experiencia en diseño de instrucción; se establecen obstáculos difíciles de sortear como las dificultades que enfrentan los estudiantes para alcanzar el éxito escolar y la evolución que debe tener el profesorado para adaptarse a las estrategias tecnológicas de educación, también se encontraron obstáculos que parecen insalvables como la falta de equidad digital y repensar la práctica de la enseñanza.

Por otra parte, el estudio señala las tecnologías que tendrán mayor influencia en la educación superior, señalando a corto plazo los dispositivos móviles, a mediano plazo la inteligencia artificial y a largo plazo los asistentes digitales virtuales y blockchain (cadena de bloques que contiene información encriptada).

Por último, el estudio plantea que las universidades deben adoptar Ed Tech (tecnologías de la información y de las comunicaciones adaptadas a entornos educativos) especialmente implementado aplicaciones móviles, tecnologías analíticas y realidad mixta; esto como estrategia para impulsar la innovación en el aprendizaje y superar las brechas de rendimiento.

Los anteriores resultados, si bien fueron planteados para la educación superior, no distan demasiado de la situación que acontece en la educación media, al menos en lo relativo a las tendencias a corto mediano y largo plazo, así como en los obstáculos sencillos, difíciles e insalvables y desde luego tanto las tecnologías que se sugieren como las recomendaciones podrían ser aplicables a este ciclo educativo; sin embargo, la forma como se manejan los recursos económicos en la educación media dificulta el seguimiento de esas recomendaciones (especialmente en el sector oficial) y por ello, la propuesta transformadora que se pretende desarrollar debe dejar planteada ciertas condiciones mínimas de infraestructura tecnológica y de capacitación del personal docente para que

sean sometidas al estudio por parte de los organismos encargados de administrar los recursos con el fin de que la propuesta pueda ser implementada con éxito.

En concordancia con el estudio antes descrito, se halló una investigación denominada Perspectiva Académica para la Transición de la Educación Superior al Paradigma de la Industria 4.0 desarrollada por Patricia Galván Morales, Julio Armando Asato España y José Benigno Molina Castro (2019) en México, que tenía por objetivo identificar las prácticas, políticas y estrategias, que apoyan la transición de la educación superior hacia la 4RI; se empleó un enfoque metodológico cualitativo, heurístico – hermenéutico con alcance exploratorio y descriptivo. Se desarrollaron tres fases: acopio de evidencias, análisis de información, síntesis.

Los resultados muestran que las universidades mexicanas son altamente competitivas a nivel internacional, ya que han ido implementando con éxito el paradigma 4RI ya que han integrado los nuevos recursos tecnológicos integrándolos con los existentes e identificando y haciendo las respectivas adaptaciones; con el fin de hacer las cosas de manera más eficiente; se plantea que las universidades deben emplear la fórmula de innovación que es: Formación + Investigación + Desarrollo + innovación; lo anterior implica Transformaciones pedagógicas, Innovación en las modalidades, Cambios en las tecnologías del aprendizaje e Innovaciones curriculares.

Estos resultados señalan los aspectos que deben ser modificados dentro del modelo curricular actual, así como la necesidad de incluir en la nueva propuesta la formación, investigación, desarrollo e innovación.

En este mismo sentido, se encontró un estudio denominado Educación Superior en el Contexto de la Industria 4.0, elaborado por Mónica Zambrano Garza, Lizbeth Habib Mireles y Neydi Gabriela Alfaro Cázares (2019) también en México, que tenía por objetivo revisar las tecnologías emergentes asociadas con la cuarta revolución industrial para formular o reformular nuevas metodologías didácticas y pedagógicas en la 4RI; se utilizó una metodología cualitativa con análisis de literatura hermenéutico y nivel de profundidad exploratorio, analizando tecnologías como el cómputo en la nube, la automatización, la robótica, el Internet de las cosas y la inteligencia artificial, en conjunto con una mayor capacidad informática y una mayor cantidad de datos: los resultados indican que las universidades deberán diversificar los escenarios de aprendizaje y fomentar el aprendizaje

colaborativo haciendo uso de las nuevas tecnologías; esta transición requerirá del docente habilidades especiales, relacionadas con el empleo didáctico de los recursos y la creación de contenidos que faciliten el aprendizaje en ambientes virtuales y que promuevan la interdisciplinariedad del conocimiento.

Por su parte, los estudiantes requerirán para su aprendizaje desarrollar ciertas habilidades en el manejo de las herramientas tecnológicas y las universidades ofrecer la infraestructura necesaria, así como la capacitación que se requiere para que todos los miembros de la comunidad educativa saquen el mejor provecho de ella; estos hallazgos revelan una vez más la importancia de desarrollar habilidades de tipo técnico en los estudiantes; pero también señalan que el docente debe capacitarse en el uso de las herramientas y la capacidad de crear contenidos; lo anterior, implica que la propuesta transformadora debe plantear también las necesidades de formación de los docentes y en qué temas, para que se dé ese proceso ya sea de manera autónoma o mediante alguna iniciativa de gobierno.

Complementando lo anterior, se encontró una investigación llamada A Study on Challenges before Higher Education in the Emerging Fourth Industrial Revolution (Un Estudio de los Desafíos Previos a la Educación Superior en la Cuarta Revolución Industrial Emergente) desarrollado por G. Suganya (2017) en la India, que planteaba por objetivo comprender los desafíos que enfrenta la educación superior en la 4RI; para lograrlo empleó un enfoque metodológico cualitativo con nivel de profundidad exploratorio para analizar los datos que se recopilaron de diferentes fuentes, como libros, revistas, investigación y diferentes sitios web y revistas profesionales.

Los resultados señalan, que las instituciones de educación superior deben encontrar la manera de permitir el acceso a miembros de todas las poblaciones, para asegurar el desarrollo de un país en el marco de la 4RI; para lograrlo se cuenta con recursos como MOOC (cursos en líneas masivos y abiertos), herramientas de Inteligencia Artificial tales como el internet de las cosas, robots, drones, impresoras en 3D, etc. Que permiten trabajar, aprender y mejorar la competitividad; el desafío es realizar inversiones que aseguren efectividad, eficiencia y transformación inmediata tomando decisiones estratégicas con base en la experiencia, la confianza y la intención de ofrecer nuevos servicios.

Estos hallazgos establecen los criterios que deben considerarse a la hora de elegir las herramientas tecnológicas sobre las que se desarrollarán los contenidos de la propuesta transformadora: efectividad, eficiencia y transformación inmediata; estos factores permitirán evaluar y determinar las herramientas más apropiadas para hacer efectiva la asimilación de los contenidos.

En cuanto a las competencias docentes que requiere la 4RI, se encontró un estudio denominado Educación 4.0: Transformación del Aula Tradicional en las Escuela de Educación Básica en México hecho por Aleida Aída Flores Alanís, Guadalupe Chávez González y Jessica Mariela Rodríguez Hernández (2018) en México, que se proponía establecer la pertinencia del aula tradicional frente a la inclusión de las TIC en el proceso pedagógico de una escuela secundaria; se desarrolló una metodología cualitativa usando un método etnográfico con instrumentos de recolección etnológicos; se hizo la revisión literaria para diseñar una ruta crítica que permita transformar del aula tradicional en una comunidad de aprendizaje y se analiza el proceso de aprendizaje.

Se encontró que el sistema educativo tenía al menos dos culturas: la del alumno que está inmerso en el mundo tecnológico y la del docente que se ve obligado a incorporar la tecnología en el aula a pesar de que carece de la formación suficiente para hacerlo; por tanto, se aprecia que en el aula solo ha cambiado la forma como se presenta la información pero no la forma como se enseña; lo anterior muestra que más allá de incluir las tecnologías en la enseñanza como parte del mobiliario, se requiere capacitación para docentes e incluso para padres de familia acerca de las potencialidades y formas de uso de las tecnologías 4.0 para que la educación se adapte a la 4RI.

Estos resultados refuerzan la necesidad de incluir dentro de la propuesta transformadora las necesidades formativas del docente y plantea la posibilidad de que se extiendan a otros miembros de la comunidad como los padres de familia, con el fin de que se saque el mayor provecho de los recursos y se genere una verdadera transformación.

Para finalizar esta sección se presenta un estudio llamado The Fourth Industrial Revolution: The Present and Future of Accounting and the Accounting (La Cuarta Revolución Industrial: el Presente y el Futuro de la Contabilidad y la Contabilidad) elaborado por Tetyana Slyozko, y Nataliya Zahorodnya (2017) en China , con el objetivo de mostrar la importancia actual y futura de la contabilidad en la economía en las

condiciones de la 4RI; se usó un enfoque metodológico cualitativo con análisis hermenéutico de literatura, investigaciones previas y legislación en materia contable y nivel de profundidad exploratorio; los resultados muestran que la tecnología ha disminuido ha desplazado a los contadores del mercado.

Por otra parte, aunque se pueden automatizar tareas de esta profesión, procesos como los métodos de recopilación, registro, resumen, sistematización y detalle de la información permanecerán sin cambios; la supervivencia de la profesión está ligada a la transformación de la misma; se prevé la subdivisión de ésta profesión en el contable-notario y el creativo-contable. Los primeros deberán garantizar las condiciones de los acuerdos permanentes y cumplimiento de normas; el segundo se dedicará al procesamiento de información contable para analizar, controlar, planificar y regular las actividades de las empresas.

Además, los puestos de trabajo tendrán que ser fuera de las oficinas mediante estrategias de teletrabajo y la combinación de las tareas contables con tareas de programación informática; estos resultados, señalan que los futuros contadores deben además de poseer los conocimientos propios de su oficio, manejar conocimientos tecnológicos como uso de plataformas tecnológicas y programación; de ahí se puede establecer que estas dos habilidades harán parte de la mayoría de profesiones en el futuro; por eso, la propuesta transformadora debe centrarse en ellas para mantener abiertas las expectativas profesionales de los jóvenes.

- Estudios en el Ámbito Nacional

En esta categoría se encontró un estudio denominado La Cooperación Digital y la Reducción de la Brecha Tecnológica en Colombia en la Cuarta Revolución Industrial desarrollado por Angie Paola Hernández Fuentes (2019) en Colombia, cuyo objetivo era identificar cómo la cooperación digital puede contribuir a disminuir las brechas tecnológicas en el marco de la 4RI; se empleó una metodología cualitativa con alcance correlacional, mediante la medición de tres variables: la cooperación digital, las políticas públicas de Colombia y la reducción de la brecha tecnológica para establecer si se encuentran correlacionadas; el estudio encontró que aunque se han definido políticas públicas para implementar el desarrollo tecnológico del país, el gobierno le ha dado mayor

valor a la extracción minera como motor de desarrollo y el sistema educativo así como la infraestructura tecnológica se encuentran rezagadas de cara a la 4RI.

También se encontró que falta articulación entre las inversiones desarrolladas en comunicaciones y el desarrollo de habilidades para emplearlas; de otra parte, se observa ausencia de legislación en la materia y se requiere una mayor cooperación con otros gobiernos que ya han adelantado los procesos para evitar la imposición de tecnología de parte de países desarrollados que pueden no ser tan convenientes para la realidad del país.

Estos hallazgos son una radiografía de la realidad tecnológica que presenta el país actualmente; la educación es sin duda un factor clave para que el país alcance su desarrollo y la propuesta transformadora que se elabore debe intentar formar habilidades técnicas y éticas en los jóvenes para un uso asertivo de las tecnologías 4RI; esta debe ser adaptable a otros contextos escolares y contribuir de este modo en la disminución de la brecha de desarrollo tecnológico actual.

En el marco de la competitividad, se encontró un estudio llamado Relación de la Industria 4.0 con la Competitividad Industrial elaborado por Diego Edison Cabuya Padilla (2018), cuyo objetivo era explicar la forma se relaciona la Industria 4.0 con la competitividad; se empleó un modelo mixto con nivel de profundidad explicativo. Se establecieron tres etapas de desarrollo que fueron: identificación, ponderación y modelo de datos; se desarrolló un modelo de predicción del índice de competitividad industrial con factores externos, se hizo un análisis de los procesos explicativos vinculados a la situación y se hizo un análisis empírico de los tipos de relaciones existentes entre la Industria 4.0 y la competitividad industrial, para dar lugar a la generación de ventajas competitivas en este sector; los resultados indican que las variables más ligadas a la competitividad industrial son innovación, tecnología, economía, productividad, logística e impacto mundial; dentro de estos hallazgos resaltan la tecnología y la innovación como habilidades 4RI que pueden ser abordados desde la propuesta transformadora.

También en dirección al sector productivo, se halló un estudio llamado Transformación del Modelo 4.0 en los Sectores Productivos en Colombia elaborado por Yolanda Esperanza Beltrán Prieto y Eduar Yamid Giraldo Bedoya (2019), que tenía por objetivo resaltar los esfuerzos de los sectores de cosméticos, industrias textiles y el sector financiero en la implementación de tecnología 4.0; se siguió un enfoque metodológico

cualitativo usando un método descriptivo y herramientas para recolectar información específica como imágenes, estadísticas, artículos, textos académicos e investigaciones acerca de esos tres sectores productivos en Colombia.

Los resultados muestran cierto rezago en Colombia, en la implementación de tecnologías 4RI relacionado con falta de capacitación de los empleados, capacidad de las infraestructuras y las inversiones por parte del estado y del sector privado; se estableció que las empresas que más han avanzado en este sentido son las financieras, seguidos por el sector textil y el sector cosmético; hace falta mayores competencias y orientación académica de los colaboradores de las empresas para impulsar la industria 4.0; este hallazgo deja claro la importancia de fortalecer la oferta educativa en habilidades 4RI de la educación media en Colombia.

En lo relativo al trabajo en la 4RI, se encontró un estudio llamado La Revolución Industrial 4.0: Transformaciones en las Organizaciones y la Gestión Humana en el Periodo 2015 – 2019 desarrollado por Ricardo Amaya Aragón (2019), tenía por objetivo identificar y analizar las transformaciones en la gestión humana en la 4RI dentro de organizaciones entre los años 2015 y 2019; se empleó un modelo cualitativo con nivel de profundidad exploratorio; se hizo una revisión documental de artículos de texto completo y revisados entre el periodo establecido.

Se utilizaron las bases de datos Google Scholar, Proquest y Jstor, con las palabras claves; los resultados indican que las transformaciones dentro de las empresas se han dado en los sistemas de producción, en la diversificación y prestación de servicios, en nuevos modelos de negocio y en los recursos humanos; los puestos de trabajo requieren cada vez mayor preparación y exigen mayor capacidad de adaptación; las empresas han tenido que cambiar sus procesos internos para selección, mantenimiento, formación, retención de sus colaboradores; aunque ya hay acceso a tecnologías 4.0, aún las empresas no las han adaptado a sus necesidades; estos hallazgos denotan la necesidad de personal con habilidades de 4RI y es por esto que la propuesta transformadora debe formar a los jóvenes para que impulsen el desarrollo empresarial del país.

- Estudios en el Ámbito Local

No se encontraron estudios a nivel local que abordaran el tema de la cuarta revolución industrial a nivel educativo.

2.1.3 Bases Conceptuales

En esta sección, se presentarán los conceptos definidores, que permitirán al lector comprender el significado de algunos de los términos que se emplean a lo largo del estudio y que hacen parte de las categorías de análisis que se plantearán más adelante.

2.1.3.1 Tecnologías 4.0 o 4RI. Cuando se habla de tecnologías 4.0 o de tecnologías 4RI, se está haciendo referencia a las tecnologías que tendrán su mayor auge durante la cuarta revolución industrial; para este estudio y con base en Liao et al. (2018), Chung y Kim (2016), Alonso – Calpeño et al (2019), C Glenn et al. (2016), González García (2018) y Mantilla Avendaño y González – Pérez (2015); se establece que las tecnologías 4.0 o tecnologías 4RI son:

Internet de las Cosas (IoT), Sitios Web, Aplicaciones Móviles, Robótica, Nanotecnología, Blockchain, Ciberseguridad, Big Data, Transporte Autónomo, Inteligencia Artificial, Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Impresión 3D, Biotecnología y Wearable Electronics.

La conceptualización y ampliación en torno a cada una de las anteriores tecnologías, se abordó con amplitud en la sección de Bases Teóricas.

2.1.3.2 Habilidades 4RI. Las habilidades 4RI o habilidades de cuarta revolución industrial, son el conjunto de conocimientos y destrezas que requiere un individuo, para enfrentar con éxito, los desafíos que presenta el fenómeno de la cuarta revolución industrial; estas habilidades son de dos tipos: Técnicas y Blandas.

2.1.3.2.1 Habilidades Técnicas de 4RI. Las habilidades técnicas de 4RI, hacen referencia a la capacidad de usar, interactuar o desarrollar tecnologías 4.0; con base en Liao et al. (2018), Chung y Kim (2016), Alonso – Calpeño et al (2019), C Glenn et al. (2016), González García (2018) y Mantilla Avendaño y González – Pérez (2015), Crovi Druetta (2017), Miglena (2018), Oosthuizen (2017), World Economic Forum (2018), Eberhard et al. (2017), Lubis et al. (2019), Manyika et al. (2017), Manpower Group (2018), Romero et al. (2016), Frey y Osborne (2013), Dombrowski y Wagner (2014), Ghislieri et al. (2018), Sook Young (2018), Kurniawan et al. (2019) y Pérez Betancur (2016), se determinó, que las habilidades técnicas de 4RI son:

Uso de tecnologías 4RI, Diseño tecnológico, Programación, Diseño y construcción de circuitos, Desarrollo web, Manejo de Datos y Diseño 3D.

Cada una de estas habilidades técnicas, ha sido explicada ampliamente en la sección de Bases Teóricas.

2.1.3.2.2 Habilidades Blandas de 4RI. Las habilidades blandas de 4RI, plantean conocimientos y destrezas para resolver problemas, trabajar en equipo e interactuar con éxito con las demás personas en diferentes situaciones y contextos; de acuerdo a los hallazgos ((Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard, y otros, 2017; Lubis, Absah, & Lumbanraja, 2019; Manpower Group, 2018; Frey & Osborne, 2013; Dombrowski & Wagner, 2014; Sook Young, 2018; Kurniawan, y otros, 2019; Pérez Betancur, 2016), las habilidades blandas se han clasificado en cuatro grupos: habilidades sociales, habilidades cognitivas, habilidades personales y habilidades sociales.

Las habilidades sociales, son las que permiten al individuo relacionarse con éxito con otras personas; para esta categoría las habilidades son: influencia social, inteligencia emocional, negociación, comunicación y construcción de relaciones personales.

Las habilidades cognitivas tienen que ver con la capacidad de procesar información y obtener de ella los mejores resultados; en esta categoría se encuentran: razonamiento, pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje.

Las habilidades personales son las que definen el comportamiento de un individuo, en los diferentes roles que desempeña; en esta categoría se encuentran las siguientes habilidades: liderazgo, iniciativa, persistencia, manejo de tiempo, toma de decisiones y profesionalismo.

Las habilidades interculturales permiten a la persona interactuar con individuos procedentes de otros entornos o con valores culturales diferentes al propio; las habilidades de esta categoría son: empatía, colaboración y cooperación, mentalidad sostenible, comprensión de la sociedad digital y la ciudadanía digital y adaptabilidad.

Cada una de las habilidades mencionadas, se han abordado previamente en la sección Bases Conceptuales.

2.1.3.3 Currículo. Son muchas las definiciones que se han planteado en torno al currículo; para este estudio, se tomará como referente principal la planteada por Kemis (1988), que define el currículo de la siguiente manera: “Puede verse el currículo como la

realización de un proyecto educativo de un profesor o de una escuela para sus alumnos, su comunidad y la sociedad en su conjunto" (p.11).

En el concepto planteado por el autor, se observa que se asume el currículo como un proyecto del que hacen parte todos los miembros de la comunidad educativa (estudiantes, docentes, directivos y padres de familia) y cuya realización, afecta a su entorno, generando transformaciones sociales.

2.1.3.4 Estándares de Competencias. Los estándares de competencias, son directrices emanadas por el Ministerio de Educación Nacional, que tienen por objetivo orientar a las comunidades educativas, acerca de las competencias básicas que debe alcanzar un estudiante en determinado nivel educativo, en relación a un área de enseñanza, a fin de establecer los criterios de calidad del sistema educativo.

Los estándares de competencias se plantean para cada una de las áreas de enseñanza de los ciclos educativos de educación básica primaria, básica secundaria y media; estos permiten a las instituciones educativas ajustar sus currículos institucionales, de modo que se logren unos aprendizajes básicos, que posteriormente serán verificados en evaluaciones externas.

Los documentos de estándares de competencias, contienen las competencias que debe alcanzar el estudiante y los desempeños que permitan verificar que se ha desarrollado esas competencias; cada competencia es planteada para lograrse durante un ciclo escolar de dos o tres años; así, se establecen competencias que deben ser alcanzadas en los grados primero, segundo y tercero, otras para lograrse en los grados cuarto y quinto, otras para los grado sexto y séptimo, otras para grados octavo noveno y otras para grados décimo y undécimo; cada institución decide si organiza dentro de sus planes de estudios, el desarrollo de estas competencias de manera simultánea paulatinamente, o si las va desarrollando una a una durante el ciclo al que pertenecen; así mismo, las instituciones cuentan con autonomía acerca del modelo pedagógico, estrategias didácticas o evaluativas que emplearán durante el proceso.

La calidad de las instituciones educativas, se mide mediante evaluaciones externas que permiten determinar si se han alcanzado cada una de las competencias establecidos en los estándares.

2.1.3.5 Proyecto Educativo Institucional (PEI). El Proyecto Educativo Institucional o PEI, es un documento creado en cada institución educativa, que orienta la gestión del centro educativo, pues contiene sus principios filosóficos, misión, visión, objetivos institucionales, valores institucionales, organigrama, recursos, modelo pedagógico, planes de estudios, proyectos pedagógicos, sistema evaluativo, acuerdos de convivencia y demás directrices, que le permiten a la institución contextualizar y ejecutar su labor educativa, para servir a la comunidad a la que pertenece.

2.1.3.6 Planes de Estudios. Los planes de estudios son los documentos que contienen las metas de formación de cada asignatura, en cada curso académico y que establecen los contenidos, tiempos, estrategias pedagógicas, formas de evaluación y estrategias de refuerzo que se emplearán para alcanzar las metas educativas.

El diseño de los planes de estudios, surge a partir de los estándares de competencias, de modo que los docentes, a parir del estándar de competencias de su área, determinan en qué forma se van a desarrollar esas competencias, qué contenidos deben abordarse para lógralo, en qué orden se desarrollarán esos contenidos y cuánto tiempo se destinará a cada uno de ellos; así mismo, se decide cuál es la mejor estrategia didáctica para abordar ese contenido, valorando los ritmos y estilos de aprendizaje de sus estudiantes, así como el contexto en el que viven; se determina una forma de evaluar y una posible estrategia de refuerzo, para aquellos estudiantes que no hayan logrado el aprendizaje deseado.

Se construye un plan de estudios para cada una de las áreas de enseñanza, por cada uno de los grados que ofrezca la institución educativa; estos se reforman tantas veces como el docente o la institución lo consideren necesario.

2.1.4 Bases Legales

La normatividad legal sobre la cual se fundamenta el presente estudio, corresponde en orden de jerarquía a las siguientes normas:

2.1.4.1 Declaración Universal de los Derechos Humanos. En el artículo 26 de la declaración universal de los derechos humanos, presentada por Naciones Unidas, se establece la educación como un derecho humano:

> 1. Toda persona tiene derecho a la educación. La educación debe ser gratuita, al menos en lo concerniente a la instrucción elemental y fundamental. La instrucción elemental será obligatoria. La instrucción técnica y profesional habrá de ser

> generalizada; el acceso a los estudios superiores será igual para todos, en función de los méritos respectivos.
>
> 2. La educación tendrá por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana y el fortalecimiento del respeto a los derechos humanos y a las libertades fundamentales; favorecerá la comprensión, la tolerancia y la amistad entre todas las naciones y todos los grupos étnicos o religiosos, y promoverá el desarrollo de las actividades de las Naciones Unidas para el mantenimiento de la paz.
>
> 3. Los padres tendrán derecho preferente a escoger el tipo de educación que habrá de darse a sus hijos (Organización de Naciones Unidas, 1048, Art.26).

Este artículo busca garantizar el acceso universal a la educación, respetando las libertades individuales, favoreciendo la convivencia y el desarrollo de los países.

2.1.4.2 Constitución Política de 1991. En la Constitución Política de Colombia, se establece la educación como un derecho fundamental y como un servicio público en el artículo 67 que textualmente dice:

> La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente. El Estado, la sociedad y la familia son responsables de la educación, que será obligatoria entre los cinco y los quince años de edad y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica. La educación será gratuita en las instituciones del Estado, sin perjuicio del cobro de derechos académicos a quienes puedan sufragarlos. Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos; garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo. La Nación y las entidades territoriales participarán en la dirección, financiación y administración de los servicios

educativos estatales, en los términos que señalen la Constitución y la ley (Art.67, 1991).

Este artículo busca garantizar que todos los ciudadanos puedan acceder por medio de la educación al conocimiento, a la ciencia y a la técnica, así como a los demás bienes y valores de la cultura; del mismo modo, permitir que las personas puedan ejercer un trabajo y que el país alcance un desarrollo tecnológico, científico, social, cultural, respetando el medio ambiente.

Tanto el acceso al conocimiento, como el progreso social, tecnológico y científico, están mediados por el ejercicio de sistema educativo y como tal, es deber del mismo velar por que los conocimientos y habilidades que se persigan durante el proceso, se encuentren acorde con las necesidades del contexto y evolucionen en la medida en que el entorno lo requiera; por lo anterior, la Constitución Política, establece la necesidad de generar adaptaciones dentro del sistema educativo que garanticen el cumplimiento de lo establecido en la norma.

2.1.4.3 Ley General de Educación. La ley 115 de 1994, más conocida como Ley General de Educación (Congreso de la República de Colombia, 1994), establece como fin número 5 de la educación "La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber" (Art.5, 1994), esta meta, supone que el sistema educativo debe continuamente ir ajustando sus metas de formación a los nuevos conocimientos, con el fin de asegurar su inclusión en el proceso de enseñanza.

El fin número 11 de la misma ley establece: "La formación en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social" (Art.5, 1994); lo anterior, concede al sistema educativo la obligación de dotar de conocimientos y habilidades al individuo para integrarse al sector productivo; por tanto, se requiere monitorear constantemente las demandas desde el punto de vista laboral y ajustar la enseñanza con base en esta información.

Por último, como fin número 13 la Ley General de Educación plantea: "La promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar la

tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo" (Art. 5, 1994); en esta meta, se establece la tecnología como medio y fin del desarrollo social e investigativo, concediéndole un rol central dentro del proceso educativo.

El artículo 23 de la Ley General de Educación (1994), establece como área obligatoria y fundamental de enseñanza en el ciclo de educación básica, el área de Tecnología e Informática, que debe incluirse en todos los currículos institucionales, tanto en instituciones públicas como privadas; el artículo 31 de la misma ley, la establece como obligatoria también en el ciclo de educación media.

En relación a la organización interna de los currículos institucionales para las instituciones que ofrecen los ciclos de básica y media, la misma ley crea la autonomía escolar de la siguiente manera:

> Autonomía escolar. Dentro de los límites fijados por la presente ley y el proyecto educativo institucional, las instituciones de educación formal gozan de autonomía para organizar las áreas fundamentales de conocimientos definidas para cada nivel, introducir asignaturas optativas dentro de las áreas establecidas en la ley, adaptar algunas áreas a las necesidades y características regionales, adoptar métodos de enseñanza y organizar actividades formativas, culturales y deportivas, dentro de los lineamientos que establezca el Ministerio de Educación Nacional (Art. 77, 1994)

Lo anterior significa que cada institución puede organizar la intensidad horaria de las áreas establecidas como fundamentales, según su criterio y si lo desea, agregar otras áreas, con base en las necesidades propias del entorno institucional; por tanto, todas las instituciones educativas deben incluir dentro de su currículo al menos una hora de Tecnología e Informática o en su defecto un proyecto curricular transversal en donde se desarrollen conocimientos y habilidades en esta área del conocimiento.

Del mismo modo, la Ley General de Educación (1994) en su artículo 78, establece que habrá regulación por parte del Ministerio de Educación Nacional o en su defecto de las Secretarías de Educación, en lo relativo a los lineamientos generales curriculares, estableciendo indicadores de logros para cada nivel educativo. Estos lineamientos más conocidos como estándares, están diseñados por área del conocimiento y determinan los saberes que se esperan los estudiantes finalizando cada ciclo educativo.

En relación a la formación y capacitación docente, la Ley General de Educación (1994) en el capítulo 2, establece la formación de educadores como uno de los pilares para el fortalecimiento del sistema educativo y establece la obligación del estado de capacitar continuamente a sus docentes, así como a las instituciones de educación superior con facultad de educación como entidades encargadas de ofrecer programas de formación y actualización docente.

Pese a lo anterior, no es establecen responsabilidades desde el punto de vista económico en la capacitación de docentes, ni tiempos o frecuencias de la capacitación a cargo del estado; se resalta esto debido a que uno de los objetivos de la presente investigación, está relacionado con la capacitación docente.

Por último, el artículo 184 de la Ley General de Educación (1994), establece que el mantenimiento y dotación de los establecimientos educativos corresponde a los municipios y departamentos; esto quiere decir que elementos como la infraestructura tecnológica, deben ser suministrados por la Secretaría de Educación a la que esté adscrita la institución educativa.

2.1.4.4 Decretos Reglamentarios. Aunque son muchos los decretos reglamentarios que rigen el sistema educativo, para efectos de la presente investigación, se tendrán en cuenta principalmente los decretos 1278 de 2002 (Presidencia de la República de Colombia, 2002), más conocido como Estatuto de Profesionalización Docente y el decreto 1850 de 2002 (Presidencia de la República de Colombia, 2002), que reglamenta la jornada escolar en los establecimientos educativos y la resolución 9317 de 2016 (Ministerio de Educación Nacional, 2016), que establece el manual de funciones, requisitos y competencias de los docentes y directivos docentes.

El decreto 1278 (Presidencia de la República de Colombia, 2002), en su artículo 38, en relación a la formación y capacitación docente, establece:

> La formación, capacitación, actualización y perfeccionamiento de los educadores en servicio debe contribuir de manera sustancial al mejoramiento de la calidad de la educación y a su desarrollo y crecimiento profesional, y estará dirigida especialmente a su profesionalización y especialización para lograr un mejor desempeño, mediante la actualización de conocimientos relacionados con su

> formación profesional, así como la adquisición de nuevas técnicas y medios que signifiquen un mejor cumplimiento de sus funciones.
>
> El Gobierno Nacional reglamentará los mecanismos, formas y alcances de la capacitación y actualización (Art 38. , 2002)

Nótese que nuevamente no se establecen responsabilidades económicas al respecto, ni tiempos o frecuencias; por tanto en la actualidad, los procesos de capacitación y formación docentes han sido asumidas en su totalidad por los docentes, salvo algunas excepciones donde se recibe apoyo de algunas universidades con becas parciales.

Por su parte el decreto 1850 (Presidencia de la República de Colombia, 2002), establece en su artículo 2, que la jornada escolar para los ciclos de básica y media es de 30 horas semanales y 1.200 horas anuales; el artículo 14 de la misma ley, determina un calendario anual de 40 semanas de trabajo con estudiantes; de este modo se indica según la intensidad horaria del área de Tecnología e informática, que por año escolar, como mínimo se cuenta con 40 horas para la enseñanza.

Por último, la resolución 9317 de 2016 (Ministerio de Educación Nacional, 2016), en el perfil del docente de aula, establece como competencia general de los docentes, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC); del mismo modo indica como componente didáctico de las disciplinas incorporar el uso de las TIC a los procesos educativos.

La misma resolución, indica los requisitos de formación del docente del área de Tecnología e Informática, indicando que éste puede ser Licenciado en Tecnología e Informática, Licenciado en Informática, Licenciado en Electrónica, Licenciado en Mecánica, Licenciado en Tecnología, Licenciado en Enseñanza de las Tecnologías, Ingeniero de Sistemas, Ingeniero en Informática, Ingeniero en Teleinformática, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Electrónico o Ingeniero en Automatización y Diseño Electrónico.

Lo anterior indica que en todos los casos, el docente del área de Tecnología e Informática es un Licenciado o Ingeniero, con conocimientos en informática y en tecnología.

PREPRINT

Para finalizar, la resolución 9317 de 2016 (Ministerio de Educación Nacional, 2016) establece como estándares para el área de Tecnología e Informática la guía 30 que establece los siguientes estándares de competencia para el ciclo de educación media:

> Analizo y valoro críticamente los componentes y evolución de los sistemas tecnológicos y las estrategias para su desarrollo.
>
> Tengo en cuenta principios de funcionamiento y criterios de selección, para la utilización eficiente y segura de artefactos, productos, servicios, procesos y sistemas tecnológicos de mi entorno.
>
> Resuelvo problemas tecnológicos y evalúo las soluciones teniendo en cuenta las condiciones, restricciones y especificaciones del problema planteado.
>
> Reconozco las implicaciones éticas, sociales y ambientales de las manifestaciones tecnológicas del mundo en que vivo, y actuó responsablemente. (Ministerio de Educación Nacional, 2008)

Cada uno de estos estándares presenta una serie de desempeños que permiten verificar el logro de esas competencias; como se ve, los cuatro estándares están dirigidos a lograr que el estudiante haga un uso asertivo de las herramientas tecnológicas con plena conciencia de su efecto ambiental y social.

En resumen, la normativa legal que se ha presentado hasta aquí, determina la forma como se desarrolla actualmente la labor de enseñanza en el área de Tecnología e informática, las políticas públicas al respecto y las posibles transformaciones a las que da lugar esta reglamentación.

2.2 Definición Conceptual de Categorías de Análisis

Con fundamento en las bases teóricas, investigativas, conceptuales y legales presentadas hasta aquí, se procederá a definir las categorías de análisis, que se emplearán para abordar el problema; estas se presentan en la Tabla 3.

REPOSITORIO

Tabla 3

Categorías de Análisis

Problema de investigación	Pregunta de Investigación	Objetivo General	Objetivos específicos	Preguntas Generales	Categoría de Análisis
Las habilidades que se desarrollan actualmente en el área de tecnología e informática no son habilidades para la cuarta revolución industrial.	¿Cómo desarrollar las habilidades necesarias para enfrentar la 4RI en jóvenes de educación media del municipio de Suesca Cundinamarca desde el área de Tecnología e Informática?	Desarrollar una propuesta transformadora para el área de Tecnología e Informática en la educación media para que los estudiantes del municipio de Suesca – Cundinamarca desarrollen las habilidades necesarias para enfrentar la 4RI.	Caracterizar las tecnologías que determinan las categorías conceptuales necesarias para alcanzar las habilidades 4RI en el área de Tecnología e Informática.	¿los miembros de la comunidad educativa conocen las tecnologías de 4RI? ¿Cómo las usan? ¿Qué percepciones sobre la 4RI tienen los miembros de la comunidad educativa?	Tecnologías de 4RI
			Determinar cuáles son las habilidades que deben desarrollar los estudiantes de educación media en Suesca – Cundinamarca desde el área de Tecnología e Informática para enfrentar la 4RI.	¿Qué habilidades de 4RI están incluidas actualmente en el currículo?	Habilidades de 4RI
			Definir la infraestructura tecnológica básica que se requiere para implementar la propuesta transformadora.	¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?	Infraestructura Tecnológica Necesaria
			Plantear el plan de capacitación mínima que requieren los docentes del área de Tecnología e Informática para desarrollar la propuesta transformadora.	¿Qué habilidades 4RI demuestran los miembros de la comunidad educativa?	Capacitación Docente Requerida
			Caracterizar los elementos del currículo que permiten desarrollar en los estudiantes de la educación media de Suesca – Cundinamarca habilidades 4RI.	¿Cómo perciben los miembros de la comunidad educativa el actual currículo? ¿Cómo es el entorno? ¿Cómo participan los miembros de la comunidad educativa en la praxis del currículo?	Currículo y 4RI

Fuente: Elaboración propia.

RECIT

Como se aprecia en la Tabla 3, cada uno de los objetivos específicos produce unas preguntas generales, que buscan orientar el logro de cada uno de los objetivos; estas preguntas y su posible solución, conformar una categoría de análisis.

Cada una de estas preguntas son el resultado de la revisión teórica, conceptual y del estado del arte, respecto al tema de la cuarta revolución industrial y su impacto en el sistema educativo, en concreto en el ciclo de la educación media de las instituciones escolares colombianas.

Se espera que los interrogantes que se plantean en cada categoría, permitan lograr un conocimiento profundo de la situación problemática y hagan posible el desarrollo de una propuesta de transformación curricular, que responda a la realidad presentada y permita dar una solución al problema.

2.3 Operacionalización de Categorías de Análisis

Como se dijo, el proceso de fundamentación teórica permitió crear y delimitar cinco categorías de análisis, que responden a los objetivos de la investigación; al interior de cada categoría, se plantean interrogantes cuya respuesta, debe construirse a través de las experiencias de los miembros de las comunidades educativas y de las demás fuentes disponibles en el contexto de la situación problemática.

En la5, se presenta la operacionalización de las categorías de análisis, indicando la definición conceptual de cada una de las categorías definidas, así como las fuentes e instrumentos desde donde se obtendrá la información.

Tabla 4

Operacionalización de Categorías de Análisis

Categoría	Definición Conceptual	Preguntas Generales	Fuentes	Instrumentos
Tecnologías de 4RI	Esta categoría pretende conocer las percepciones de los miembros de las comunidades educativas en torno al fenómeno de la 4RI, saber si conocen de la existencia del fenómeno y como ha sido su experiencia con tecnologías 4.0	¿los miembros de la comunidad educativa conocen las tecnologías de 4RI? ¿Cómo las usan?¿Qué percepciones sobre la 4RI tienen los miembros de la comunidad educativa?	Miembros de la comunidad educativa	Entrevistas

PREPRINT

Categoría	Definición Conceptual	Preguntas Generales	Fuentes	Instrumentos
Habilidades de 4RI	En esta categoría se busca establecer las habilidades de 4RI que actualmente incluyen los currículos educativos.	¿Qué habilidades de 4RI están incluidas actualmente en el currículo?	Miembros de la comunidad educativa, PEI Planes de estudios y estándares de competencias	Entrevistas, revisión documental
Infraestructura Tecnológica Necesaria	Esta categoría busca conocer el estado de la actual infraestructura tecnológica de las instituciones educativas y si los jóvenes tienen acceso a tecnologías 4.0 fuera de su colegio.	¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?	Miembros de la comunidad educativa, PEI Planes de estudios y estándares de competencias	Entrevistas, revisión documental
Capacitación Docente Requerida	En esta categoría se indaga por las habilidades de 4RI con que ya cuenta el cuerpo docente que labora en las instituciones y demás miembros de la comunidad educativa.	¿Qué habilidades 4RI demuestran los miembros de la comunidad educativa?	Miembros de la comunidad educativa	Entrevistas
Currículo y 4RI	En esta categoría se pretende comprender como perciben los miembros de las comunidades el currículo de su institución en relación a la 4RI, que cambios creen que deberían hacerse y cuál es su rol en la praxis del mismo.	¿Cómo perciben los miembros de la comunidad educativa el actual currículo? ¿Cómo es el entorno? ¿Cómo participan los miembros de la comunidad educativa en la praxis del currículo?	Miembros de la comunidad educativa	Miembros de la comunidad educativa

Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO

3. Aspectos Metodológicos de la Investigación

3.1 Paradigma, Método y Enfoque de la Investigación

En esta sección se establecerá el paradigma que fundamenta el presente estudio, así como el método seleccionado y el enfoque de investigación que se va a seguir.

3.1.1 Paradigma

Kuhn (1992) sostiene que constituyen el paradigma "…realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica" (2004, prefacio, pag.13).

Por su parte, Hurtado de Barrera (2012), lo define de la siguiente manera:

> El paradigma implica una manera de entender y valorar las cosas, establece cuál problema debe resolverse, la manera de formularlo, las técnicas a utilizar y cómo el resultado obtenido debe ser interpretado e insertado en el conjunto de conocimientos que conforman el paradigma (p.29).

Los anteriores conceptos, le conceden al paradigma la función de comprender un problema, buscar una manera de abordarlo y plantear posibles alternativas de solución para el mismo; en ese orden de ideas, para establecer el paradigma que permitirá resolver el problema descrito en el primer capítulo, es necesario observar la realidad y asumir una perspectiva desde la que se realizará el acercamiento para intentar llegar a una solución.

Un primer acercamiento a la realidad que se presenta en el contexto de la educación media en Colombia, pone en manifiesto la falta de congruencia entre las condiciones socio económicas y el sistema educativo; que concede a la educación en la escuela de pensamiento funcionalista, en la que según Barrera (2010):

> La realidad está determinada por funciones y cada proceso contiene actividades formales propias de organismos en donde cada quien cumple, entonces, su actividad que para los efectos se denomina función. Conociendo las funciones, en un contexto especialmente organizado, se adquiere conocimiento, se obtiene información y se derivan aplicaciones para prácticamente todo (p. 78).

De éste modo, cada Estado le asigna a la escuela una función dentro de la sociedad y se encarga de vigilar que el funcionamiento del sistema escolar genere como resultado aquello que se considera deseable como fin de la educación.

Lo descrito anteriormente, resalta la perspectiva funcionalista que el Estado le asigna al sistema educativo; lo que aquí se propone, va totalmente en contravía de esta visión y por el contrario, pretende desarrollar una propuesta que permita redefinir la acción educativa en el área de Tecnología e Informática para que su enfoque sea transformador, factor de cambio y se convierta en un medio que permita a los estudiantes mejorar sus oportunidades y ser parte vital del desarrollo de su comunidad mediante el desarrollo de habilidades de 4RI; por esto, se considera que el enfoque funcionalista actual del área debe cambiarse a un nuevo enfoque que permita transformar el diseño curricular del área.

Para lograr los anteriores propósitos, se requiere acudir a un paradigma de investigación que permita transformar la realidad que se ha descrito anteriormente, para generar una modificación en lo que se espera de la acción educativa; siendo el paradigma socio crítico el que se ajusta a dichas exigencias.

El paradigma socio crítico plantea la autorreflexión crítica en los procesos de conocimiento y tiene como finalidad transformar las estructuras sociales; se fundamenta en la escuela de Frankfurt (Horkheimer, Adorno), en la teoría crítica de Habermas, en los trabajos de Freire (1972), Karr y Kemmis (1983), entre otros (Arnal, Del Rincón y Latorre, 1995).

El paradigma socio crítico se caracteriza no sólo por comprender la realidad en la que se inserta, sino por provocar transformaciones sociales, en los contextos en los que se interviene (Melero, 2011).

Guba y Lincoln (2002), plantean que este paradigma establece una relación entre el investigador y el objeto de estudio, con el fin de entender las estructuras y comprender las acciones necesarias para generar un cambio.

De éste modo, el interés del presente estudio, más que comprender la forma en que se desarrollan los procesos educativos en el área de tecnología, lo que se pretende es generar transformaciones que permitan que la educación media en ésta área, sea pertinente con el momento histórico, social y tecnológico que vive la humanidad.

La investigación desde el paradigma socio crítico tiene un fin transformador de la realidad; según Alvarado y García (2008), " Su finalidad es la transformación de la estructura de las relaciones sociales y dar respuesta a determinados problemas generados por éstas, partiendo de la acción- reflexión de los integrantes de la comunidad" (p. 189).

Por lo anterior, modificar la realidad educativa que presenta en la educación media, será un efecto derivado de la transformación curricular que pretende desarrollar ésta investigación y que proyecta mejorar las oportunidades laborales y educativas de los jóvenes que egresan de ese ciclo educativo; por tanto, se propone mediante el ejercicio investigativo, identificar problemas para darles solución durante el proceso.

De este modo, en la investigación que aquí se propone, la educación se concibe no solo como un medio para adaptarse a la sociedad tal como lo contempla la norma, sino que también se convierte en un medio para lograr la transformación social; por ello, se pretende una transición desde una perspectiva funcionalista del área de Tecnología e informática hacia una visión más transformadora de la misma, en virtud de lo anterior, se considera como base filosófica la corriente de pensamiento crítico que Morales (2014) define como:

> Una forma de razonamiento que combina el análisis epistemológico y científico social, con la finalidad de comprender la realidad y, además, cuestionar nuestra forma de comprenderla, nuestro aparato teórico y metodológico que nos sirve para el análisis de la realidad social, para finalmente pensar en posibilidades de acción sobre la realidad estudiada(p. 8).

De este modo, se establece que no basta con conocer la realidad y comprender como funciona, se busca encontrar formas de modificarla, para ejercer una renovación que resulte positiva para los actores inmersos en la realidad.

Así, el conocimiento adquiere la función de modificar las circunstancias a través de la acción humana; es decir, el ser humano puede transformar la realidad mediante acciones derivadas del conocimiento, de éste modo, el conocimiento significa poder, acción y transformación.

Las características del paradigma socio crítico, conceden a la praxis social un estatus de fuente conocimientos y a la vez de fin de aplicación de esos conocimientos como mecanismo de transformación; la sistematicidad de la ciencia puede encontrarse también dentro de la dinámica de la estructura social; el sujeto se incluye dentro del proceso investigativo, adquiriendo un rol más dinámico que aporta a la construcción de conocimientos.

REPOSITORIO

Dentro de la escuela de Frankfurt se destaca por su importancia la teoría de los intereses constitutivos del conocimiento enunciada por Habermas (1984) que plantea tres niveles de interés en el ejercicio de las ciencias:

> En el ejercicio de las ciencias empírico - analíticas interviene un interés técnico del conocimiento; en el ejercicio de las ciencias histórico - hermenéuticas interviene un interés práctico del conocimiento, y en el ejercicio de las ciencias orientadas hacia la crítica interviene aquel interés emancipatorio del conocimiento que ya, como vimos, subyacía inconfesadamente en la ontología tradicional.(pp. 168-169)

Lo expresado por Habermas, concede al conocimiento un carácter emancipador, es decir, el conocimiento adquiere la capacidad de liberar ya sea de una autoridad, poder, ideología o creencia y ofrece al hombre la posibilidad de construir su propia realidad.

En línea con el pensamiento crítico, en el que el conocimiento tiene valor por su capacidad de transformar y emancipar, el modelo epistémico pragmático se ajusta al propósito de la investigación que aquí se propone; según Barrera (2010) "La importancia de lo pragmático radica en la utilidad que pueda prestar el conocimiento por su valor de uso, por su practicidad, como también por provenir del ejercicio que garantiza su perfeccionamiento" (p.76).

Por su parte James (1981), plantea que el pragmatismo dirige el conocimiento hacia la concreción, hacia los hechos, la acción y el poder; mientras que Dewey (2000), formula que el conocimiento solo adquiere significado cuando se convierte en acción; por tanto, el conocimiento que se derive de este ejercicio investigativo, debe servir de insumo para generar una transformación real en los propósitos que persigue el área de Tecnología e Informática en la educación media en Colombia.

Las corrientes filosóficas y teóricas que se han descrito, ofrecen un sustento para alcanzar los objetivos de investigación que se han propuesto, en virtud de que el propósito central de la misma es desarrollar una propuesta transformadora, que al ser implementada genere una transformación en los aprendizajes que alcanzan los estudiantes de la educación media en Colombia en el área de Tecnología e Informática y de éste modo generar mayores y mejores posibilidades laborales y educativas para los jóvenes que logran finalizar este ciclo escolar, de cara a la 4RI.

De este modo, más allá de generar un conocimiento que sirve de fundamento para replantear los propósitos del sistema educativo en cuanto a pertinencia y oportunidad, se logre proponer la implementación didáctica y metodológica efectiva que intente disminuir el rezago de la educación media pública, con respecto a instituciones privadas e incluso otros sistemas escolares y que contextualice lo que enseña la escuela con las dinámicas sociales y económicas que se desarrollan en la actualidad.

El proceso investigativo, concebirá la praxis educativa que se desarrolla actualmente en el área y las dinámicas sociales y económicas resultantes de la 4RI, como insumo para la construcción de conocimiento, así como a la escuela como entorno transformador y receptor del conocimiento resultante, cuya acción tiene la capacidad de ejercer un cambio en cuanto a la realidad que enfrentarán los jóvenes en los próximos años, para quienes en la mayoría de los casos, la educación media es el último ciclo escolar al que pueden acceder.

Desde el punto de vista teórico, el paradigma crítico y pragmático que orienta el estudio propuesto, pretende producir conocimiento que llegue a un nivel transformador en el que la función práctica de ese conocimiento tenga un impacto directo en la realidad, para intentar mejorarla de manera tal que en efecto la educación pública sea un medio para nivelar las oportunidades que disponen los jóvenes egresados de la educación media en Colombia.

3.1.2 Método

En una investigación, el método se refiere a los procedimientos que hacen posible la compresión de la realidad que se pretende estudiar, tanto desde el punto de vista teórico como práctico (Ortiz Ocaña, 2015).

El paradigma crítico social ofrece diferentes métodos de investigación; González (2003), establece que dentro de éste paradigma, se pueden distinguir tres formas básicas de investigación: La investigación – acción, la investigación colaborativa y la investigación participativa.

La primera busca reflexionar sobre las acciones; es decir, a partir de la identificación de teorías que utilizan los actores de determinada situación para guiar su conducta, es posible predecir las consecuencias, por tanto, se busca reflexionar acerca de las acciones para lograr transformaciones (Buendía et al., 1999); la segunda se basa en la

comprobación de teorías en contextos reales (Casals et al., 2008); la tercera busca encontrar soluciones a problemas de determinada comunidad (Balcázar , 2003).

La presente investigación, intenta generar transformaciones en cuanto al mejoramiento de oportunidades laborales y académicas de los jóvenes que egresan el ciclo de educación media, mediante el diseño de una propuesta transformadora que se ajuste a la realidad tecnológica actual; para ello, se empleará en enfoque de investigación acción participativa (IAP), que busca modificar la realidad mediante el ejercicio investigativo.

Con fundamento en lo anterior, el método a emplear en el presente estudio es la investigación acción participativa, cuyo propósito es expandir el conocimiento y generar respuestas en torno a problemas que ha detectado el investigador a fin de lograr una transformación (Colmenares, 2012).

De este modo, mediante la implementación de las fases o etapas que plantea éste método, se pretende abordar el problema que se ha descrito, lograr una amplia comprensión del mismo, desde el punto de vista de cada uno de sus protagonistas e intentar plantear una solución que permita superar la situación problemática.

Latorre (2007), plantea tres rasgos distintivos de la investigación acción participativa:

a)Requiere una acción como parte integrante del mismo proceso de investigación.

b) El foco reside en los valores del profesional, más que en las consideraciones metodológicas.

c) Es una investigación sobre la persona, en el sentido de que los profesionales investigan sus propias acciones (p. 28).

A diferencia de los demás métodos investigativos, la investigación acción participativa, define como resultado del proceso investigativo, el planteamiento de una solución, que se logra con fundamento en el conocimiento de la problemática desde la óptica de quienes intervienen en la realidad donde se presenta, convirtiendo al investigador en un actor más de esa situación.

En cuanto a la perspectiva de investigación, que se seguirá, Según Abero (2015) el paradigma socio crítico plantea tres posibilidades:

- Investigación Acción Técnica: en este modelo, la investigación es un proceso externo en el que agentes ajenos al contexto determinan posibles acciones que deben ser ejecutados por los actores del entorno y luego evalúan la conveniencia de tales acciones.
- Investigación Acción Práctica: propone la reflexión acerca de prácticas que se ejecutan en determinado contexto mediante la indagación de la pertinencia de las mismas.
- Investigación acción crítica: implica la reflexión sobre las prácticas que ya se desarrollan en el contexto y el rediseño de las mismas con objetivos de mejora, transformación y emancipación, aún a pesar de las restricciones presentes en el contexto para efectuar los cambios.

En el primer caso, el proceso investigativo surge de fuentes externas al contexto, lo que puede generar acciones que no se ajusten a la realidad; en el segundo y tercer caso, las transformaciones surgen desde el interior y tienen mayor potencialidad de efectividad.

Para el caso del estudio que aquí se plantea, se tomará la perspectiva de investigación acción crítica, que permitirá generar una transformación de las prácticas educativas que se realizan en la actualidad para modificarlas de modo que sean pertinentes a la realidad social, educativa y tecnológica que se vive actualmente.

3.1.3 Enfoque

Establecidos el paradigma y el método a emplear en el proceso investigativo, se define el enfoque, cuya función es establecer a grandes rasgos los principios y orientaciones que seguirá la investigación; Ortiz Ocaña (2015) define el enfoque investigativo de la siguiente manera:

> El enfoque es la orientación metodológica de la investigación; constituye la estrategia general en el proceso de configurar (abordar, plantear, construir y solucionar) el problema científico. Expresa la dirección de la investigación. El enfoque incluye en sí los métodos, principios y orientaciones más generales del sistema investigativo sin reducirlos a acciones instrumentales y determinaciones operacionales, ni a teorías o concepciones formalizadas y matematizadas (p.13).

Si bien el método establece con claridad como ha de desarrollarse el proceso para llegar a la solución del problema, el enfoque le ofrece al investigador una orientación acerca de cómo habrá de acercarse al problema, de qué manera establecerá una relación con

él y cómo llegará a solucionarlo; por tanto el método se desprende del enfoque y a su vez, el enfoque se desprende el paradigma.

Para el caso, se han propuesto como paradigmas del presente estudio el socio crítico y el pragmatismo, el primero por conceder al conocimiento un valor transformador y el segundo por asignarle un valor práctico; por tanto el enfoque que se elija, debe seguir esta misma dirección.

Con fundamento en lo anterior, se tomará el enfoque crítico social, que asume la investigación como un proceso generador de conocimiento que permite la transformación de la realidad.

En primer lugar, es preciso señalar que el enfoque socio crítico tiene como base la teoría de los intereses constitutivos del conocimiento enunciada por Habermas (1984), en la que el conocimiento tiene tres tipos de interés: uno técnico que busca saber cómo es la realidad, para intentar predecir y controlar los fenómenos que en ella ocurren; uno práctico que busca entender la realidad e identificar las causas y los efectos de los sucesos; y uno emancipador que busca dominar y transformar la realidad.

Con base en esta teoría, se establecen tres enfoques investigativos; para el interés técnico se define el enfoque empírico - analítico; para el interés práctico el enfoque histórico – hermenéutico y para el interés emancipador el enfoque crítico social o socio crítico (Ortiz Ocaña, 2015).

Popkewitz (1988), afirma que el enfoque crítico social se basa en cuatro principios: asimilar la realidad como praxis, unir la teoría con la práctica, usar el conocimiento para emancipar y liberar al hombre y generar procesos de autorreflexión en el investigador.

Del mismo modo, Alvarado y García (2008), establecen que el enfoque socio crítico se orienta hacia la transformación social, intentando resolver problemas específicos de una comunidad, mediante la participación de sus miembros; empoderándolos para lograr su autonomía y liberación.

Por su parte, Ortiz Ocaña (2015), establece que el enfoque crítico social intenta transformar las estructuras de las relaciones sociales, resolviendo los problemas que ocurren al interior de éstas.

Con fundamento en lo antes expuesto, es posible afirmar que el enfoque investigativo orientador que asume la presente investigación, concibe el proceso de

construcción de conocimiento, como una oportunidad para comprender la realidad que se presenta al interior de la comunidad y también, como una estrategia para mejorar las condiciones actuales de la misma; del mismo modo, acepta que los miembros de la comunidad pueden y deben asumir un rol activo en la solución del problema.

De este modo, el objeto de estudio es a su vez, fuente de conocimiento, receptora del conocimiento y medio para conceder valor al conocimiento; por tanto, es el centro del proceso; así, el rol de investigador es el de un facilitador que intenta involucrar activamente a los participantes de la comunidad para lograr su propia emancipación.

3.2 Tipo de Investigación

Hurtado de Barrera (2012) define el tipo de investigación como "el grado de profundidad y clase de resultado a lograr en la investigación" (p. 110). Esto significa que para establecer el tipo de investigación al que se ajustará el presente proyecto, se debe considerar el alcance que tendrá el estudio, es decir hasta donde se pretende llegar con los resultados.

Cuando se definió como método de investigación la IAP, se estableció que el proceso investigativo debe llegar hasta el planteamiento de una solución a la situación problemática descrita; por tanto, se superan los alcances descriptivos, interpretativos, comparativos, explicativos, predictivos y proyectivos, de modo que se alcanza un nivel interactivo, en donde se intenta modificar situaciones concretas con fundamento en el proceso investigativo (Hurtado de Barrera, 2012).

Ortiz Ocaña (2015) plantea que la investigación acción participativa, está orientada a la trasformación y al cambio; de modo que, se centra en construir conocimientos que permitan guiar las acciones, generando cambios sociales y transformación de la realidad.

La investigación acción participativa asume la realidad como fuente y fin de los conocimientos, por tanto, estos se construyen mediante la participación activa de sus integrantes y sus resultados permiten generar cambios sociales positivos en la comunidad en donde se interactúa; el investigador establece relaciones con los individuos que constituyen el objeto de estudio y a través de sus apreciaciones, logra una comprensión del problema y plantea alternativas de solución.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación acción, implica un modelo circular en donde se realizan tres acciones fundamentales: Observar, pensar y actuar; una vez ejecutadas estas tres acciones, se procede a efectuar un nuevo ciclo.

Stringer (1999) describe así las fases de ejecución para el diseño de investigación acción participativa: En la primera fase (observar), se intenta obtener la información relevante al problema; recolectada la información, se procede a hacer una descripción de la misma. La segunda fase (pensar), conlleva un análisis de la situación actual y la construcción de una explicación acerca de las razones por las cuales se desarrolla de ésta manera. La tercera fase (actuar), implica plantear una solución al problema con base en las fases anteriores, implementar esa solución y evaluarla; si la solución no ha logrado resolver totalmente el problema o ha generado nuevas problemáticas, se procede a ejecutar un nuevo ciclo con las mismas fases.

Para el caso de la investigación acción participativa, el desarrollo de las tres fases ha de seguirse involucrando a la comunidad objeto de estudio; Hernández - Sampieri y Mendoza – Torres (2018), plantean que la IAP intenta resolver un problema implementado soluciones o cambios, pero para lograrlo, incluyen durante todo el proceso a los participantes o miembros de la comunidad involucrada, mediante un trabajo colaborativo y democrático, de modo que los participantes se convierten en coinvestigadores.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

A continuación se hará una descripción de las técnicas de recolección de datos a emplear durante el proceso investigativo, así como de los instrumentos diseñados para tal fin.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Hernández - Sampieri y Mendoza - Torres (2018), establecen como técnicas propias de la investigación - acción la observación, la entrevista, los grupos de enfoque, la revisión de documentos, registros, materiales y artefactos, así como la entrevista en profundidad y revisión de documentos, artefactos personales e históricos de biografías e historias de vida.

Por su parte, Stringer (1999), plantea que las técnicas de la investigación acción son observación, los grupos de enfoque, la entrevista y la revisión documental.

Lo anterior, establece como técnicas propias de la investigación acción, las técnicas cualitativas, en donde se busca describir la realidad mediante la descripción detallada de la misma, a partir de las percepciones de los participantes en el estudio y las fuentes de información disponibles dentro de esa comunidad.

Con fundamento en lo expresado anteriormente, se definen para el presente estudio, como técnicas a emplear, con el fin de obtener la información que permita lograr una comprensión de la realidad educativa actual, vista desde los diferentes actores que intervienen en el proceso educativo, así como los medios y estrategias que se emplean, la observación, la revisión documental y la entrevista.

La observación es una técnica que permite recolectar datos empíricos, mediante el análisis de fenómenos que ocurren en el entorno del investigador; se logra mediante la inmersión de quien investiga, de modo que pueda observar la realidad desde la óptica de los actores que la conforman (Martínez H. , 2012).

Para el caso, la inmersión del investigador se da por su trayectoria como docente en tres de las cuatro instituciones que conforman el objeto de estudio; lo anterior, permite tener una experiencia previa de las realidades que se pretenden abordar.

Hernández - Sampieri y Mendoza - Torres (2018), definen la técnica de revisión documental como una estrategia para conocer y comprender la historia, situaciones y fenómenos que determinan el funcionamiento cotidiano y normal de un objeto de estudio; para ello se examinan documentos, registros, materiales y artefactos diversos que han influido en aquello que se desea investigar.

Se empleará la técnica de revisión documental para examinar los Proyectos Educativos Institucionales (PEI), los planes de estudios y los estándares educativos que determinan el accionar de cada una de las instituciones educativas.

La entrevista es una técnica que permite construir conocimientos través de la interacción entre entrevistador (quien efectúa la entrevista) y el entrevistado (quien responde a las preguntas del entrevistador) ; cuenta con una estructura y un propósito que han sido definidos previamente y puede ser de tipo estructurado en donde se han planeado previamente todas las preguntas o semiestructurado que incluye un guión acerca de lo que se quiere que hable el entrevistado (Kvale, 2011).

Para el presente estudio se ha decidido emplear la técnica de entrevista con todos los miembros de la comunidad educativa y con el experto, conforme las condiciones especiales determinadas por la actual pandemia del Covid – 19 lo permita.

Para la ejecución de las técnicas antes descritas (entrevistas y revisión documental), se requirió del diseño de instrumentos que permitieran hacer efectiva la recogida de esos datos; las preguntas y tópicos que se abordan en cada uno de los instrumentos, son consecuencia de la revisión del estado del arte y del marco teórico que se construyó en torno al problema de investigación, lo que permitió establecer la información que debía recopilarse para llegar al logro de los objetivos planteados.

En la Tabla 5 se muestran las preguntas generales definidas para cada categoría y los instrumentos mediante los cuales se obtendrá la información.

Tabla 5

Fuentes e Instrumentos para la Recolección de Datos

Categoría de Análisis	Preguntas Generales	Fuente	Instrumento
Tecnologías de 4RI	¿los miembros de la comunidad educativa conocen las tecnologías de 4RI? ¿Cómo las usan?¿Qué percepciones sobre la 4RI tienen los miembros de la comunidad educativa?	Directivos	Entrevista
		Docentes de Tecnología e informática	Entrevista
		Docentes de Ética y Valores	Entrevista
		Docentes de Otras áreas	Entrevista
		Padres de Familia	Entrevista
		Estudiantes	Entrevista
		Experto	Entrevista
Habilidades de 4RI	¿Qué habilidades de 4RI están incluidas actualmente en el currículo?	PEI	Revisión documental
		Planes de estudios	Revisión documental
		Estándares de competencias	Revisión documental
		Directivos	Entrevista
		Docentes de Tecnología e informática	Entrevista
		Docentes de Ética y Valores	Entrevista
		Docentes de Otras áreas	Entrevista
		Padres de Familia	Entrevista
		Estudiantes	Entrevista
		Experto	Entrevista
Infraestructura tecnológica requerida en las instituciones	¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?	PEI	Revisión documental
		Directivos	Entrevista
		Docentes de Tecnología e informática	Entrevista
		Docentes de Otras áreas	Entrevista
		Padres de Familia	Entrevista

Categoría de Análisis	Preguntas Generales	Fuente	Instrumento
		Estudiantes	Entrevista
		Experto	Entrevista
Capacitación Docente Requerida	¿Qué habilidades 4RI demuestran los miembros de la comunidad educativa?	Directivos	Entrevista
		Docentes de Tecnología e informática	Entrevista
		Docentes de Ética y Valores	Entrevista
		Docentes de Otras áreas	Entrevista
		Padres de Familia	Entrevista
		Estudiantes	Entrevista
		Experto	Entrevista
Currículo Institucional y 4RI	¿Cómo perciben los miembros de la comunidad educativa el actual currículo? ¿Cómo es el entorno?¿Cómo participan los miembros de la comunidad educativa en la praxis del currículo?	Directivos	Entrevista
		Docentes de Tecnología e informática	Entrevista
		Docentes de Ética y Valores	Entrevista
		Docentes de Otras áreas	Entrevista
		Experto	Entrevista

Fuente: Elaboración propia

Definidas las técnicas, fuentes e instrumentos para la recolección de los datos, se procedió a hacer el diseño de cada uno de los instrumentos a emplear, teniendo en cuenta el nivel educativo de los entrevistados y su contexto en el caso de las entrevistas, así como la estructura de los documentos, en el caso de las revisiones documentales; para este proceso, se formularon las preguntas que debía responder cada instrumento teniendo en cuenta la fuente; Tabla 6 muestra las preguntas generales y específicas en cada instrumento.

Tabla 6

Preguntas Generales y Especificas por Instrumento

Categoría 1: ¿los miembros de la comunidad educativa conocen las tecnologías de 4RI? ¿Cómo las usan?¿Qué percepciones sobre la 4RI tienen los miembros de la comunidad educativa?.
Instrumento: Entrevista a Directivos
- ¿Ha escuchado hablar acerca de la cuarta revolución industrial? - ¿Qué sabe acerca de la cuarta revolución industrial? - ¿Cómo cree usted que influye en el futuro de los estudiantes las habilidades tecnológicas adquiridas en la educación media?
Intrumento: Entrevista a docentes de Tecnología e Informática
- ¿En su institución educativa, usted tiene acceso a tecnologías de última generación ¿¿Cuáles? - ¿Fuera de su entorno laboral, usted tiene acceso a tecnologías de última generación?¿Cuáles? - ¿Qué habilidades tecnológicas creería usted que es necesario adicionar a la formación de sus estudiantes? ¿Por qué?

Instrumento: Entrevista a docentes de Ética y Valores
- ¿Ha escuchado hablar acerca de la cuarta revolución industrial? - ¿Qué sabe acerca de la cuarta revolución industrial?
Instrumento: Entrevista a docentes de otras áreas
- ¿En la actualidad tiene acceso a tecnologías de última generación?¿Cuáles?¿Dónde? - ¿Ha escuchado hablar acerca de la cuarta revolución industrial? ¿Qué sabe acerca de la cuarta revolución industrial?
Instrumento: Entrevista a Padres de Familia
- ¿Cree que estos recursos (tabletas, teléfonos inteligentes, televisor inteligente, conexión a internet o computadora), apoyan el aprendizaje de sus hijos?¿Por qué?
Instrumento: Entrevista a Estudiantes
- Seleccione las tecnologías que conoce o ha tenido la oportunidad de utilizar: Realidad virtual, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Transporte autónomo, Biotecnología, Electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios web, Aplicaciones móviles, Realidad aumentada, Ciberseguridad, Blockchain, Big data, Diseño 3D - ¿Qué sabe de las tecnologías que seleccionó anteriormente? - ¿Ha escuchado hablar de la cuarta revolución industrial? - ¿Qué sabe de la cuarta revolución industrial?
Instrumento: Entrevista al Experto
- ¿Cómo cree usted que en la actualidad de nuestro país, en específico en las instituciones educativas públicas de educación media, perciben las comunidades educativas el fenómeno de la cuarta revolución industrial y su implicación en los ámbitos laboral y académico para los jóvenes?¿Usted cree que existe plena conciencia de la importancia del fenómeno y de los cambios que traerá, tanto en el ámbito gubernamental como en los propios miembros de las comunidades educativas?
Categoría 2: ¿Qué habilidades de 4RI están incluidas actualmente en el currículo?
Instrumento: Revisión documental del PEI
- ¿La misión institucional incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes? - ¿La visión institucional incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes? - ¿Los objetivos institucionales incluyen la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes? - ¿El perfil del estudiante incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes? - ¿La asignación académica del área de tecnología e informática en educación media es superior a dos horas semanales o hay proyectos transversales institucionales que involucren ésta área? - ¿La institución cuenta con alguna modalidad o énfasis? - ¿El área de tecnología en la institución se subdivide en otras asignaturas? - ¿Dentro de la malla curricular, existen otras asignaturas transversales al área de tecnología e informática?
Instrumento: Revisión documental de los planes de estudios
- ¿Dentro del plan de estudios en educación media se incluyen el uso o conocimiento de las siguientes tecnologías: Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios Web, Aplicaciones móviles, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain o Diseño 3D? - ¿En los planes de estudios en educación media se plantea el desarrollo de las siguientes habilidades técnicas: Diseño de dispositivos tecnológicos, Programación, Circuitos, Desarrollo Web, Manejo y Análisis de Datos o Diseño 3D? - ¿En el plan de estudios de la educación media, se plantea el desarrollo de las siguientes habilidades blandas: Influencia Social, Inteligencia Social, Negociación, Comunicación, Construcción de Relaciones, Razonamiento, Pensamiento Analítico, Pensamiento Crítico, Creatividad e Innovación, Resolución de Problemas, Aprendizaje Activo, Autoaprendizaje, Liderazgo, Iniciativa, Persistencia, Manejo del Tiempo, Toma de Decisiones, Profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital o Adaptabilidad?
Instrumento: Revisión documental de los Estándares de Competencias
- ¿Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación media en Tecnología e Informática, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes tecnologías: Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles, Robótica,

Nanotecnología, Sitios Web, Aplicaciones móviles, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain o Diseño 3D? - ¿Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación media, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes habilidades: Diseño de dispositivos tecnológicos, Programación, Circuitos, Desarrollo Web, Manejo y Análisis de Datos o Diseño 3D? - ¿ Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes habilidades: Influencia Social, Inteligencia Social, Negociación, Comunicación, Construcción de Relaciones, Razonamiento, Pensamiento Analítico, Pensamiento Crítico, Creatividad e Innovación, Resolución de Problemas, Aprendizaje Activo, Autoaprendizaje, Liderazgo, Iniciativa, Persistencia, Manejo del Tiempo, Toma de Decisiones, Profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital o Adaptabilidad?
Instrumento: Entrevista a Directivos
- ¿Cree usted que la enseñanza que ofrece actualmente el área de Tecnología e Informática en la educación media en Colombia, se encuentra contextualizada con las exigencias del entorno, en especial con la cuarta revolución industrial? ¿Por qué? - ¿Conoce de alguna política pública en educación, planteada para enfrentar la cuarta revolución industrial en Colombia? ¿Cuál política(s) conoce?
Intrumento: Entrevista a docentes de Tecnología e Informática
- ¿Usted considera que los temas y contenidos propuestos en los estándares para tecnología se encuentran contextualizados con la cuarta revolución industrial? ¿Porqué? - En el desarrollo de los planes de estudios del área de Tecnología e Informática, ¿Usted aplica cabalmente los contenidos indicados en los estándares o realiza ajustes que cree pertinentes a los mismos?¿Qué ajustes?¿Que lo motiva a hacer esos ajustes? - En la actualidad, dentro de sus clases de Tecnología, usted intenta desarrollar alguna(s) de las habilidades de cuarta revolución industrial? - ¿Cuáles habilidades de cuarta revolución industrial intenta desarrollar en el aula? - ¿Cree que logra alcanzar un nivel satisfactorio en el desarrollo de esas habilidades en sus estudiantes? ¿Cómo lo evidencia? ¿Qué estrategias usa para lograrlo? - Dentro de los temas y contenidos que se desarrollan en el área de Tecnología e Informática, ¿Se aborda el conocimiento y/o uso de alguna(s) de las tecnologías de cuarta revolución industrial?¿Cuáles? ¿Se desarrolla a nivel teórico o se llega a la práctica del uso de esas tecnologías?
Instrumento: Entrevista a docentes de Ética y Valores
- ¿Cree usted que la enseñanza que se ofrece actualmente en la educación media, se encuentra contextualizada con las exigencias del entorno, en especial con la cuarta revolución industrial? ¿Por qué? - ¿Considera que los estándares y contenidos del área de Ética y Valores, procuran el desarrollo de las habilidades "blandas" que demanda la cuarta revolución industrial? ¿Por qué? - ¿Usted considera que los estudiantes logran desarrollar habilidades sociales tales como la influencia o inteligencia social, la capacidad de negociación, comunicación asertiva o construcción de buenas relaciones personales?¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes? - ¿Usted considera que las habilidades de razonamiento, pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje se logran desarrollar a un nivel satisfactorio? ¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes? - ¿Considera que se logra desarrollar en los estudiantes habilidades de liderazgo, iniciativa, persistencia, buen manejo del tiempo y toma acertada de decisiones? ¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes? - ¿Cree que sus estudiantes desarrollan habilidades interculturales como la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la comprensión de la ciudadanía, de la sociedad digital y la adaptabilidad? ¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes?
Instrumento: Entrevista a docentes de otras áreas
- ¿Cree usted que la enseñanza que se ofrece actualmente en la educación media, se encuentra contextualizada con las exigencias del entorno, en especial con la cuarta revolución industrial? ¿Por qué? - ¿Considera que su área contribuye a la formación de habilidades tecnológicas?¿Cuáles? - ¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar habilidades sociales tales como la influencia o inteligencia social, la capacidad de negociación, comunicación asertiva o construcción de

buenas relaciones personales?¿Cómo? - ¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar las habilidades de razonamiento tales como pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje?¿Cómo? - ¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar las habilidades de liderazgo tales como iniciativa, persistencia, buen manejo del tiempo y toma acertada de decisiones? ¿Cómo? - ¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar las habilidades interculturales como la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la comprensión de la ciudadanía, de la sociedad digital y la adaptabilidad? ¿Cómo?
Instrumento: Entrevista a Padres de Familia
- ¿Considera que los conocimientos en tecnología que posee su hijo(a) son suficientes y apropiados en la actualidad?¿Por qué? - Las habilidades sociales permiten a la persona relacionarse con los demás de manera exitosa, respetando las opiniones y sentimientos de los otros, permitiendo entablar relaciones fácilmente con las demás personas. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades sociales?¿Cómo cree que logró esas habilidades? - Las habilidades de razonamiento permiten a la persona comprender la información y usarla de la mejor manera posible para resolver problemas de la vida real. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades de razonamiento? ¿Cómo cree que logró esas habilidades? - Las habilidades personales permiten a la persona trabajar en equipo y mejorar la convivencia en todos los lugares en donde se desenvuelve. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades personales? ¿Cómo cree que logró esas habilidades? - Las habilidades interculturales permiten a la persona comprender y aceptar la diversidad social y cultural, eliminando sentimientos y acciones negativas como el racismo o la discriminación. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades interculturales? ¿Cómo cree que logró esas habilidades?
Instrumento: Entrevista a Estudiantes
- ¿Usted considera que cuenta con habilidades sociales tales como la influencia o inteligencia social, la capacidad de negociación, comunicación asertiva o construcción de buenas relaciones personales?¿Dónde las adquirió?¿Cómo? - ¿Usted considera que tiene habilidades de razonamiento, tales como pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje?¿Dónde las adquirió? ¿Cómo? - ¿Considera que ha logrado desarrollar sus habilidades personales tales como liderazgo, iniciativa, persistencia, buen manejo del tiempo y toma acertada de decisiones? ¿Dónde las desarrolló? ¿Cómo? - ¿Cree que cuenta con habilidades interculturales como la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la comprensión de la ciudadanía , de la sociedad digital y la adaptabilidad? ¿Dónde las desarrolló? ¿Cómo?
Instrumento: Entrevista al Experto
- ¿Cree que las habilidades tecnológicas que se desarrollan actualmente en los ciclos educativos de media en Colombia son suficientes para enfrentar la cuarta revolución industrial?¿Qué recomendaciones haría al respecto? - ¿Considera que las habilidades sociales, cognitivas, personales e interculturales que se desarrollan actualmente en el currículo de la educación media en Colombia son suficientes y apropiadas para enfrentar la cuarta revolución industrial?¿Qué recomendaciones haría para contextualizar el currículo frente a los cambios que implica la cuarta revolución industrial?
Categoría 3: ¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?
Instrumento: Revisión documental del PEI
- ¿Con que elementos de infraestructura tecnológica cuenta la institución?
Instrumento: Entrevista a Directivos
- En su opinión, ¿La infraestructura tecnológica con que cuenta su institución es suficiente y apropiada para lograr el desarrollo de habilidades tecnológicas avanzadas en los estudiantes? ¿Por qué?
Intrumento: Entrevista a docentes de Tecnología e Informática
- ¿En qué estado se encuentra la infraestructura tecnológica de su institución educativa? Describa la sala de Informática, la conectividad a internet y los recursos tecnológicos con que cuenta para la enseñanza del

área. - ¿Además de laboratorio de informática cuenta con otros laboratorios o recursos tecnológicos?¿Cuáles?¿En qué estado se encuentran? - ¿Los elementos tecnológicos para la enseñanza del área de Tecnología e informática son suficientes?¿Cómo se distribuyen?
Instrumento: Entrevista a docentes de otras áreas
- ¿En qué estado se encuentra la infraestructura tecnológica de su institución educativa? Describa la sala de Informática, la conectividad a internet y los recursos tecnológicos con que cuenta para la enseñanza del área. - ¿Además de laboratorio de informática cuenta con otros laboratorios o recursos tecnológicos?¿Cuáles?¿En qué estado se encuentran? - ¿Los elementos tecnológicos para la enseñanza del área de Tecnología e informática son suficientes?¿Cómo se distribuyen?
Instrumento: Entrevista a Padres de Familia
- ¿En su hogar cuenta con recursos tecnológicos de última tecnología tales como tabletas, teléfonos inteligentes, televisor inteligente, conexión a internet o computadora?¿Cuáles?
Instrumento: Entrevista a Estudiantes
- ¿A qué recursos tecnológicos de última tecnología tiene acceso?¿Dónde tiene acceso a esos recursos? - ¿Con qué frecuencia usa recursos tecnológicos?¿Para qué los usa?
Instrumento: Entrevista al Experto
- Según su experiencia y formación, ¿Cómo es la infraestructura tecnológica de las instituciones educativas públicas que ofrecen el ciclo de educación media?¿Cree que esa infraestructura realmente permite formar las habilidades que demanda la cuarta revolución industrial?¿En qué recursos o herramientas tecnológicas debería invertir el estado para ofrecer lo necesario para formar habilidades de cuarta revolución industrial?
Categoría 4: ¿Qué habilidades 4RI demuestran los miembros de la comunidad educativa?
Instrumento: Entrevista a Directivos
- En su opinión, ¿Qué habilidades se requieren en el docente que enseña el área de Tecnología e Informática?
Intrumento: Entrevista a docentes de Tecnología e Informática
- ¿Cree que sus conocimientos en tecnología se encuentran actualizados en el marco de la cuarta revolución industrial? ¿Porqué? - Dentro de sus habilidades técnicas en formación tecnológica, ¿Cuáles considera usted que son su mayor fuerte? - Por favor escriba su formación académica (título de pregrado y posgrados si los tiene)
Instrumento: Entrevista a docentes de Ética y Valores
- Por favor escriba su formación académica (título de pregrado y posgrados si los tiene).
Instrumento: Entrevista a docentes de otras áreas
- ¿Considera que sus habilidades de uso y manejo de las nuevas tecnologías son suficientes en el contexto actual?¿Por qué?
Instrumento: Entrevista a Padres de Familia
- ¿Cuál es su ocupación u oficio?
Instrumento: Entrevista a Estudiantes
- De las siguientes opciones, seleccione aquellas habilidades que usted posee: Sabe diseñar dispositivos tecnológicos, Puede crear programas de computadora, Sabe diseñar y construir circuitos electrónicos, Sabe diseñar y desarrollar sitios web, Conoce del manejo y gestión de bases de datos y análisis de datos, Sabe diseñar e imprimir objetos en 3D. - ¿Qué tan avanzados son sus conocimientos en las habilidades que seleccionó? ¿Dónde los aprendió?
Instrumento: Entrevista al Experto
- Según los estándares de competencias propuestos por el Ministerio de Educación, ¿Qué habilidades tecnológicas de cuarta revolución industrial cree usted que se logran desarrollar en los jóvenes que egresan del ciclo de educación media?¿Cree que esto tiene relación con las habilidades tecnológicas de los docentes?¿En qué temáticas o habilidades cree que se requiere capacitación docente?

Categoría 5: ¿Cómo perciben los miembros de la comunidad educativa el actual currículo? ¿Cómo es el entorno?¿Cómo participan los miembros de la comunidad educativa en la praxis del currículo?
Instrumento: Entrevista a Directivos
- ¿Qué estrategias didácticas cree usted que sean las mejores para enseñar el área de Tecnología e Informática? - ¿Qué recursos didácticos y/o tecnológicos cree usted que se necesitan para desarrollar habilidades avanzadas en el área de Tecnología e Informática? - ¿Considera usted que es necesario capacitar a los docentes del área de Tecnología e Informática? si es así, ¿En qué temáticas? - En su opinión, ¿Qué rol debe desempeñar la familia en la enseñanza del área de Tecnología e Informática?
Intrumento: Entrevista a docentes de Tecnología e Informática
- ¿Qué recursos tecnológicos cree usted que debería adquirir o mejorar su institución para la enseñanza del área de Tecnología e Informática? - ¿Considera usted que es necesario un plan de capacitación para los docentes de Tecnología e Informática?¿En qué temáticas? - ¿Qué elementos adicionales cree usted que deberían considerarse, para lograr un mejoramiento en la calidad de la enseñanza del área de Tecnología e Informática?
Instrumento: Entrevista a docentes de Ética y Valores
- ¿Qué elementos curriculares adicionales cree usted que deberían considerarse, para lograr un mejoramiento en la calidad de la enseñanza, de cara a la cuarta revolución industrial?
Instrumento: Entrevista a docentes de otras áreas
- ¿Qué elementos curriculares adicionales cree usted que deberían considerarse, para lograr un mejoramiento en la calidad de la enseñanza, de cara a la cuarta revolución industrial?
Instrumento: Entrevista a Padres de Familia
- ¿Qué habilidades tecnológicas cree usted que es necesario agregar a la formación de su hijo(a)? ¿Porqué? - ¿Qué aspectos cree usted que deberían mejorarse en el proceso de enseñanza de su hijo(a)?
Instrumento: Entrevista a Estudiantes
- ¿Usted considera que los conocimientos y habilidades que se desarrollan en el área de Tecnología e Informática son suficientes para la actualidad?¿Qué conocimientos o habilidades consideran que deberían agregarse? - ¿Cree que los recursos tecnológicos con que cuenta su institución son suficientes para la enseñanza del área de Tecnología e Informática?¿Qué recursos deberían adquirirse o mejorarse?
Instrumento: Entrevista al Experto
- Desde su punto de vista, ¿Cree que se debe reformar el currículo del área de Tecnología para contextualizarlo con la cuarta revolución industrial? Si la respuesta es afirmativa ¿Qué elementos considera que deben tenerse en cuenta a la hora de formular esa transformación curricular?

Fuente: Elaboración propia.

Los instrumentos completos de recolección de datos se muestran en el apéndice A; es importante mencionar que por motivos de la pandemia del Covid-19, no fue posible aplicar las entrevistas de manera presencial; por ello, hubo que aplicarlas de manera digital, mediante un formulario disponible en la internet, que presentaba los interrogantes validados por los expertos.

La revisión documental se hizo empleando el instrumento validado por los expertos, accediendo a los PEI y planes de estudios de las instituciones, en algunos casos de manera presencial y en otros mediante los documentos digitales, que amablemente facilitaron

directivos y docentes de cada colegio; los Estándares de Competencias se encuentran disponibles en la página web del Ministerio de Educación; en el Apéndice B se puede ver los instrumentos empleados para realizar la revisión documental.

3.5 Población y Muestra

Con el fin de establecer la forma como se logrará el objetivo del estudio, se debe delimitar la población que hace parte del estudio y la muestra que se tomará de esa población, quienes van a participar activamente en el proceso.

3.5.1 Población

Se ha definido como población objeto del estudio a las comunidades educativas del ciclo de educación media de las instituciones oficiales del municipio de Suesca Cundinamarca; éste municipio se encuentra ubicado a 57 Km de la ciudad de Bogotá, con una población de 18.375 habitantes, de los cuales el 49,64% habita el sector rural y el 50,36% el sector urbano; presenta una cobertura neta en el ciclo de educación media del 60,18% mediante cuatro instituciones de carácter oficial y una privada; la principal actividad económica del municipio son los cultivos de flores, aunque se observa actividad agrícola en menor escala en el sector rural y una pequeña parte de la población se dedica al turismo (DANE, 2018).

La población objeto de estudio, está conformada por estudiantes, padres de familia, docentes y directivos del ciclo de educación media de las instituciones educativas oficiales del municipio de Suesca Cundinamarca Colombia; en la Tabla 7 se presentan la información referente a la población.

Tabla 7

Población

Institución	Población				
	Estudiantes	Docentes	Directivos	Padres	Total
Gonzalo Jiménez de Quesada	185	19	4	92	300
San Juan Bosco	73	10	1	36	120
Pablo VI	29	6	1	15	51
Cacicazgo	57	9	2	29	97
Total	344	44	8	172	568

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaría de Educación de Cundinamarca (2021).

Como se aprecia en la Tabla 7, la población definida cuenta con 344 estudiantes, 45 docentes, 8 directivos, 323 padres de familia, para un total de 720 miembros de las cuatro comunidades educativas.

3.5.2 Muestra

En el apartado anterior, se estableció como paradigma fundamental de esta investigación, el paradigma socio crítico, como enfoque el crítico social y como método la investigación acción participativa; según Fuente y Gómez (1991), en el contexto educativo, esta metodología y su ejercicio, pueden generar un espíritu y conciencia de un cambio educativo, por ello debe implementarse buscando rigor científico que permita generar aceptación en la comunidad académica de los resultados que se logran mediante la investigación acción participativa.

Bartolomé (1987) plantea como un criterio de validez interna en un diseño de investigación acción el uso del muestreo teórico intencional, así como la descripción densa, actuar por parecidos contextuales y reemplazar el concepto por hipótesis de trabajo.

Lo expresado por la autora, pone de manifiesto la necesidad de seleccionar la población objeto de estudio con fundamento en la revisión teórica ya elaborada y la caracterización de la misma para encontrar elementos relevantes que permitan una mejor comprensión de la realidad que se presenta en las instituciones educativas públicas de educación media en el municipio de Suesca Cundinamarca.

En ese sentido, corresponde establecer el universo, población y muestra que se emplearán en el estudio con base en las categorías ya definidas en el marco teórico y los objetivos que persigue la investigación.

El objetivo general planteado es desarrollar una propuesta transformadora para el área de Tecnología e Informática en la educación media para que los estudiantes del municipio de Suesca – Cundinamarca desarrollen las habilidades necesarias para enfrentar la 4RI; por tanto y con base en la revisión teórica, se pudo establecer que un diseño curricular implica un amplio conocimiento del entorno educativo, de sus actores y de la forma como se desarrollan los procesos educativos.

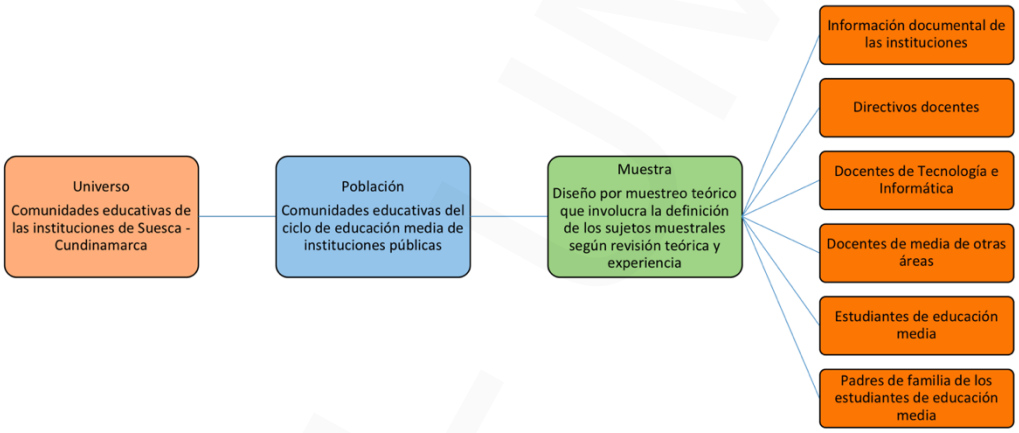
En ese orden de ideas y con base en lo expresado por Hernández - Sampieri y Mendoza Torres (2018), el universo corresponde a todos los casos relacionados con el objeto de investigación; la población es el grupo de individuos dentro del universo que

presentan características comunes que se desean investigar; la muestra es un subconjunto de la población que se ha seleccionado utilizando diferentes criterios para que sea representante de la población.

De éste modo, para el caso del presente estudio, el universo corresponde a los miembros de las comunidades educativas del municipio de Suesca, la población son los miembros de la comunidades educativas de instituciones oficiales que se encuentren cursando el ciclo de educación media (décimo y once) en el municipio de Suesca y la muestra va a determinarse para el caso empleando el método de muestreo teórico; esta información se presenta en la Figura 7.

Figura 7

Elección de la Muestra



Fuente: Elaboración propia con base en Hernández -Sampieri y Mendoza Torres (2018) y Glaser y Strauss (1967).

Como se muestra en la Figura 7, para la selección de la muestra se empleará el método de muestreo teórico; según Glaser y Strauss (1967), en las Ciencias Sociales suele emplearse el método de muestreo denominado muestreo teórico en el que el investigador, con base en la revisión teórica va definiendo la muestra a emplear; los autores se refieren a esta técnica de la siguiente manera:

> El muestreo teórico es el proceso de la recolección de datos para generar una teoría por la cual el analista conjuntamente selecciona, codifica y analiza su información y

> decide qué información escoger luego y dónde encontrarla para desarrollar su teoría tal como surge (p.45).

Según estos autores, una investigación debe inclinarse por el muestreo teórico, cuando no se intenta clasificar a una población en categorías, sino establecer categorías; "El muestreo teórico se hace para descubrir las categorías y sus propiedades, y para sugerir las interrelaciones dentro de una teoría"(p.56). Por su parte Patton (1990) define el muestreo teórico de la siguiente manera:

> Una versión de investigación básica más formal del muestreo por criterios es el muestreo basado en la teoría. El investigador muestra incidentes, segmentos de la vida, períodos de tiempo o personas sobre la base de su posible manifestación o representación de construcciones teóricas importantes. La muestra se convierte, por definición, representativa del fenómeno de interés. (p.178)

Con base en lo expresado por los autores, el muestreo teórico implica que el investigador haga una primera inmersión en la población objeto de estudio, usando como insumo una revisión teórica acerca del fenómeno que estudia y sus conocimientos previos en relación al mismo.

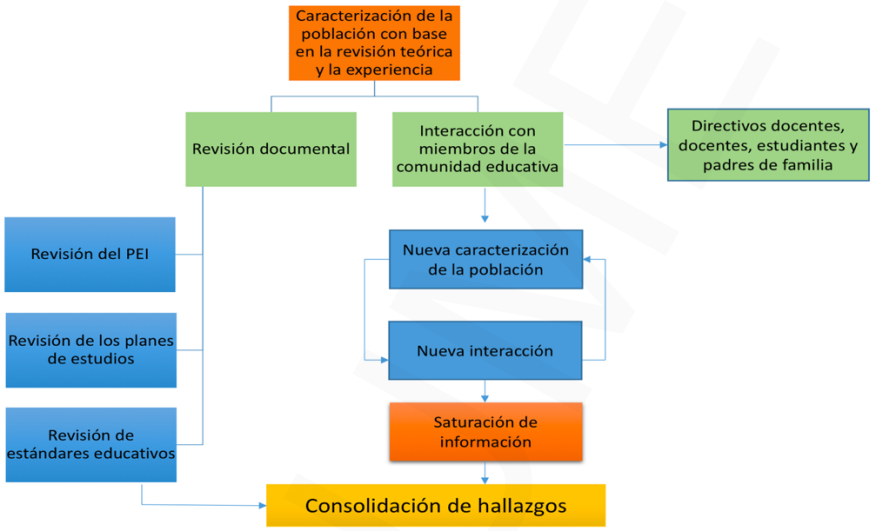
Según Sáenz (2017), la pertinencia teórica de la muestra tiene respaldo en el contacto y la experiencia del investigador con el fenómeno, así como en el equilibrio de los casos individuales y los enfoques más globales; por otra parte, se deben tener en cuenta criterios de inclusión y exclusión de elementos muestrales considerando la riqueza informativa, la ausencia de daños éticos para las personas implicadas y la accesibilidad y los recursos necesarios; también es vital considerar la factibilidad de llevar a cabo el muestreo requerido, evaluando aspectos como las capacidades del investigador, las características del fenómeno y los contextos donde ocurre.

De este modo, con base en las características que se vaya hallando en la muestra, se continúa indagando información hasta encontrar saturación en la información; Morse (2005), define la saturación como la repetición de la información descubierta que permite confirmar los datos que ya han sido recogidos; es decir, lograr la saturación, implica establecer que los datos hallados comienzan a repetirse de modo que la información recabada es suficiente en ese sentido.

Para el caso, los instrumentos que han de implementarse tendrán por objeto, conocer la realidad de las diferentes instituciones educativas que conforman la muestra, vista desde la óptica de sus actores y desde el soporte documental que orienta su acción; la cantidad de individuos intervenidos, dependerá de la rapidez con que se alcance la saturación. La Figura 8 presenta la forma como se irá desarrollando el muestreo.

Figura 8

Proceso del Muestreo Teórico de la Investigación



Fuente: Elaboración propia con base en Patton (1990), Sáenz (2017) y Morse (2005).

Como puede apreciarse en la Figura 8, se parte de la teoría ya construida y de la experiencia para caracterizar la muestra; con cada nueva interacción se va logrando un mejor conocimiento de la muestra y se va caracterizando y creando categorías; estas interacciones se repiten hasta que se alcance la saturación.

Como se mencionó anteriormente, para seleccionar la muestra, a partir de la revisión teórica y de la experiencia, se definen criterios de inclusión y de exclusión, que permiten seleccionar a los participantes que mejor representan la población objeto de estudio; a continuación se hará una descripción de las características de la muestra a bordar y los criterios de inclusión y exclusión a tener en cuenta; se detallarán los seis tipos de actores presentes en la muestra: Instituciones educativas, estudiantes, padres de familia, docentes de Tecnología e Informática, docentes de Ética y Valores, docentes de otras áreas y directivos docentes.

Para la selección de las instituciones educativas se toman los siguientes criterios de inclusión:

- Que funcionen en el municipio de Suesca Cundinamarca
- Que ofrezcan el ciclo de educación media (grados décimo y once)
- Que sean de naturaleza oficial, es decir que sean financiados por el gobierno

Se excluyen las instituciones educativas que pertenecen al sector privado o que no ofrecen el ciclo de educación media.

Como ya se indicó, la población objeto de estudio corresponde a las comunidades educativas de las instituciones de carácter público que ofrecen el ciclo de educación media en el municipio de Suesca Cundinamarca; para el caso se hallaron cuatro centros educativos con las siguientes características:

- Una institución educativa urbana de carácter académico, denominada Gonzalo Jiménez de Quesada, que cuenta con la mayor tradición y cobertura educativa dentro del municipio; actualmente cuenta con tres grupos de estudiantes en el grado décimo y tres en grado once, para un total de 185 estudiantes en el ciclo de educación media, provenientes del casco urbano y en menor proporción de las veredas de Chitiva Bajo, Chitiva Alto, Palmira, Barrancas y Guita
- Una institución educativa rural de carácter técnico agropecuario, denominada San Juan Bosco, ubicada en la vereda de Hato Grande, muy cerca de los municipios de Chocontá, Cucunubá y Lenguazaque; cuenta con dos grupos de estudiantes en grado décimo y uno en grado once, para un total de 73 estudiantes en el ciclo de educación media, provenientes de las veredas de Hato Grande, Hatillo, Ovejeras, Cuayá, Arrayanes y Peña Negra.
- Una institución educativa rural de carácter académico, llamada Pablo VI; se encuentra ubicada en la vereda de Santa Rosita muy cerca al municipio de Chocontá; en la actualidad cuenta con un grupo de estudiantes en grado décimo y uno en grado once, para un total de 29 estudiantes en el ciclo de educación media, provenientes de las veredas Santa Rosita, Tenería, San Vicente y Tausaquira.
- Una institución educativa rural de carácter académico, denominada Cacicazgo, ubicada en la vereda de Cacicazgo, cerca al municipio de Sesquilé; en la actualidad cuenta con un grupo de estudiantes en grado décimo y uno en grado once, para un total de 57 estudiantes,

provenientes de las veredas Cacicazgo y San Vicente, con una buena proporción de alumnos provenientes del casco urbano del municipio.

Por efectos de la pandemia del Covid – 19, no fue posible acceder presencialmente a los participantes de la investigación, debido a que por reglamentación sanitaria, en ese momento estaba prohibido tener contacto directo con los estudiantes y sus familias, así que los instrumentos debieron aplicarse usando mecanismos digitales; esto delimitó la muestra a aquellas personas que tuvieran conectividad a internet.

La selección de la muestra de cada uno de los participantes, empleará los criterios de inclusión y exclusión que se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Criterios de Inclusión y Exclusión de la Muestra

Participante	Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Estudiantes	- Matriculados en grado once - Matriculados en instituciones educativas oficiales del municipio de Suesca - Matriculados en la modalidad diurna regular - Estudiantes con conexión a internet	-Matriculados en programas educativos nocturnos o sabatinos - Matriculados en el sector privado
Padres de Familia	- Padres de estudiantes de grado once de colegios oficiales del municipio de Suesca en modalidad regular -Padres con acceso a internet	- Padres de estudiantes matriculados en programas sabatinos, nocturnos o del sector privado
Docentes de Tecnología	- Docentes que tengan en su carga académica en el área de Tecnología e informática en el ciclo de educación media (décimo y once) - Docentes que laboren en las instituciones seleccionadas para la muestra	- Docentes de tecnología e informática de otros grados - Docentes del sector privado
Docentes de Ética y Valores	- Docentes que tengan la asignación académica en grado once en el área de Ética y Valores. - Docentes que laboren en las instituciones seleccionadas para la muestra	- Docentes de Ética y Valores que laboren en otros cursos de secundaria - Docentes del sector privado.
Docentes de otras áreas	- Docentes con carga superior a dos horas semanales en grados décimo y once - Docentes que laboren en las instituciones seleccionadas para la muestra	- Docentes con dos o menos horas de carga asignada en el ciclo de media. - Docentes del sector privado
Directivos	- Docentes con el cargo Directivo docente – Rector - Rectores que laboren en las instituciones seleccionadas para la muestra	- Docentes con el cargo Directivo docente- coordinador. - Rectores que laboren en las instituciones privadas.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la información descrita previamente, así como los criterios de inclusión y exclusión, la población y muestra que participó en el estudio aquí descrito se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Población y Muestra de la Investigación

Participante	Población	Población Correspondiente al Grado 11	Tamaño de la Muestra
Directivos	8	4	4
Docentes de Tecnología	5	5	5
Docentes de Ética y	5	4	4
Docentes de otras áreas	34	21	21
Padres de Familia	172	82	48
Estudiantes	344	165	98
Total	568	281	180

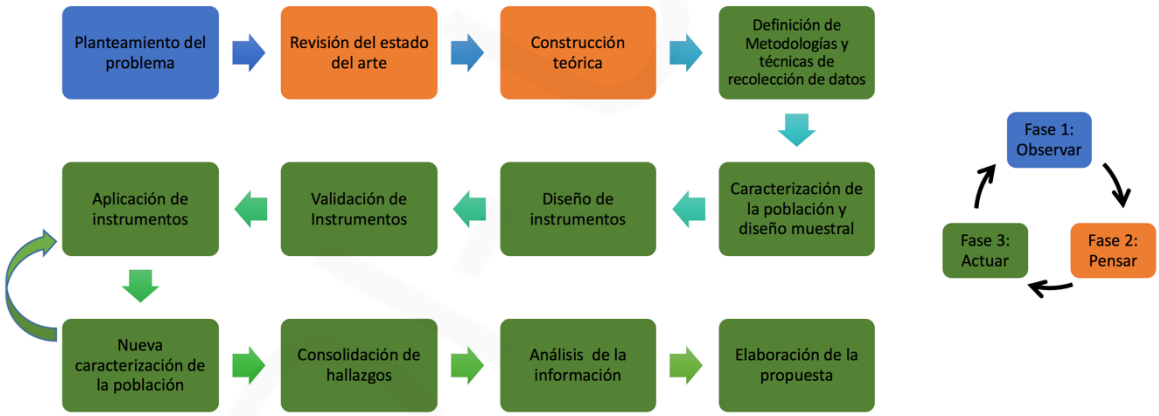
Fuente: Elaboración propia

3.6 Procedimiento de la Investigación

Teniendo en cuenta los tres pasos referidos en diseño de la investigación, así como los ciclos que requiere el muestreo teórico, se plantea como procedimiento de la investigación el mostrado en la Figura 9.

Figura 9

Procedimiento de la Investigación



Fuente: Elaboración propia con base en Patton (1990), Stringer (1999), Sáenz (2017), Morse (2005), Hernández -Sampieri y Mendoza Torres (2018), Glaser y Strauss (1967) y Tamayo y Tamayo (2003).

La Figura 9 muestra las tres fases a desarrollar durante el primer ciclo de la investigación; la fase 1 caracterizada de color azul, muestra la fase de observación, que llevó a la detección del problema; la fase 2 señalada de color naranja, indica la fase de pensar en donde se hizo la revisión de los antecedentes históricos, legales e investigativos del problema, que originó una construcción teórica en torno al mismo, con el fin de lograr

una comprensión de la realidad; la fase 3, rotulada con color verde, muestra la fase de actuar en donde con base en los resultados de las fases 1 y 2, se define una metodología a seguir, se establecen las técnicas de recolección de datos, se caracteriza la población, se establece el procedimiento para determinar la muestra, se diseñan los instrumentos de recolección de información, se validan esos instrumentos, se desarrolla el ciclo de aplicación de instrumentos tantas veces como se requiera hasta lograr la saturación, se consolidan los hallazgos, se analiza la información obtenida y se elabora la propuesta.

Como puede notarse, la aplicación de instrumentos fue un proceso cíclico, que tuvo las iteraciones necesarias hasta lograr la saturación de información, de modo que, fue posible caracterizar las diferentes realidades y roles que se presentan en las comunidades educativas y su incidencia en el desarrollo de habilidades de cuarta revolución industrial; el diseño finaliza su primer ciclo, cuando se haya construido una propuesta transformadora que permita el desarrollo de habilidades de 4RI en los estudiantes de educación media del municipio de Suesca – Cundinamarca.

La implementación y posterior evaluación de la propuesta que constituiría un nuevo ciclo del diseño, estará sujeta a acciones por parte de entidades gubernamentales externas que hagan posible la adopción de la misma, así como el aseguramiento de recursos y el establecimiento de planes de capacitación docente, por tanto, ese nuevo ciclo sería objeto de estudio de una nueva investigación, en donde las condiciones para implementación y evaluación de la propuesta estén dadas.

3.7 Validez y Confiabilidad

Además del seguimiento riguroso de los procedimientos de la investigación que se han establecido en el numeral anterior, es necesario garantizar la validez y confiabilidad del estudio para que los resultados puedan ser tenidos en cuenta por la comunidad académica.

En cuanto a la validez y confiabilidad de un estudio que emplea como método la investigación acción participativa, Stringer (1999) expresa lo siguiente:

> El rigor en la investigación-acción se basa en verificaciones para asegurar que los resultados de la investigación sean confiables, que no reflejen simplemente las perspectivas, sesgos o cosmovisión particulares del investigador y que no se basen únicamente en análisis superficiales o simplistas de los problemas investigados.

> Por lo tanto, los controles de confiabilidad están diseñados para asegurar que los investigadores hayan establecido rigurosamente la veracidad o validez de la información y los análisis que han surgido del proceso de investigación (p.57)

Lo planteado por el autor, pone en manifiesto la necesidad de verificar la validez de los datos obtenidos y de éste modo, garantizar que los resultados alcanzados al final del proceso sean confiables, pues representan de manera fiel la situación problemática abordada y permiten plantear soluciones apropiadas a la misma.

Para garantizar la validez de la información, es necesario que los datos recabados, correspondan a la realidad, de modo que gocen de veracidad; Lincoln y Guba (1985), establecen que esto se garantiza mediante unos procedimientos que evalúan que el estudio cuente con atributos de credibilidad, transferibilidad, fiabilidad y confirmabilidad; la credibilidad tiene que ver con la integridad del estudio, la transferibilidad con la posibilidad de aplicar los resultados del estudio a otros contextos similares, la fiabilidad con la rigurosidad de los procedimientos empleados al punto de ser susceptibles al escrutinio y la confirmabilidad que los procedimientos realmente se ejecutaron.

Stringer (1999), define la credibilidad en un estudio de investigación acción, como un elemento fundamental que permite a los participantes del estudio, confiar en la integridad de los procesos y participar de ellos activamente; para que la credibilidad se logre, deben darse cinco aspectos durante el estudio: Un compromiso prolongado que permite a los participantes tener más de un escenario para ofrecer sus puntos de vista acerca del problema; una observación persistente, que ofrece una óptica del problema en un periodo de tiempo que brinda un conocimiento más profundo del mismo; la triangulación de información que favorece la clarificación de significados, mediante el contraste de perspectivas de los diferentes actores de la situación a estudiar; la revisión de miembros, que hace posible que los participantes verifiquen los datos para asegurarse que reflejan realmente lo que se quiso expresar; el debriefing o revisión de los sentimientos que genera en los participantes la situación a estudiar; el análisis de casos diverso, que incorpora todas las posibles perspectivas respecto al problema y por último, la adecuación referencial, que se refiere a la sistematización de la información, empleando el lenguaje de los participantes y no un lenguaje técnico.

La transferibilidad de un estudio cuyo método es la investigación acción, está dada por la aplicabilidad de los resultados en contextos cuyas características sean similares a las dadas en la situación estudiada; para que esto sea posible, el estudio debe describir minuciosamente los lugares, personas o situaciones involucradas, de modo que, sea viable transferir los hallazgos y soluciones planteadas a otras situaciones con naturaleza similar, así, a juicio de quien revisa el estudio, la información genera un grado de confianza suficiente para implementar los resultados del estudio en nuevos contextos (Stringer, 1999).

Angera (1986) define la fiabilidad de una investigación como "el grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación" (p. 34); lo anterior implica una aceptación de la probabilidad de la ocurrencia de circunstancias extraordinarias en torno al problema investigado, justamente mientras éste se investiga; tales circunstancias, provocarían un sesgo en la recolección de datos, poniendo en peligro la veracidad de la información; la fiabilidad, garantiza que los métodos y procedimientos empleados, son capaces de aislar al objeto de estudio de las distorsiones y de éste modo, obtener información confiable acerca del mismo.

Kirk y Miller (1986) señalan que la investigación cualitativa existen tres tipos de fiabilidad: la quijotesca, en la que mediante la observación continuada se logra una medida invariante; la diacrónica, en la que mediante la observación en el tiempo, se observa una estabilización de las medidas; y por último, la sincrónica, en la que se distinguen hechos o rasgos consistentes mediante la observación en determinado periodo de tiempo.

El uso de procedimientos y técnicas de recolección de la información, debe ser riguroso y sistemático, para que los datos recolectados muestren algún tipo de fiabilidad, que permita asegurar su veracidad y validez frente a la situación estudiada.

La confirmabilidad, está ligada al registro de todos los procesos y procedimientos realizados durante el proceso investigativo; Stringer (1999), establece que esta característica permite que un observador externo al estudio, pueda verificar toda la información relacionada con el estudio y confirmar la veracidad del mismo mediante el soporte de cada uno de los instrumentos aplicados.

Por lo anterior, a fin de garantizar la confirmabilidad de la investigación, es necesario dejar evidencia de cada uno de los procesos y procedimientos implementados, ya sean estos escritos, en imágenes, en videos u otro medio de registro de datos.

Por su parte Morse et al. (2002), consideran que para garantizar la confiabilidad y la validez de los datos en una investigación, se deben desarrollar cinco estrategias fundamentales: la primera es la coherencia metodológica, que se alcanza mediante la coincidencia entre la pregunta de investigación y los datos recabados; es posible, que la naturaleza de la información recabada, obligue a que durante el proceso sea necesario reformular la pregunta de investigación; la segunda es usar el muestreo adecuado hasta alcanzar la saturación teórica; esto implica emplear en la muestra a los sujetos que mejor conozcan la situación y usar la técnica de muestreo teórico, en la que realizados varias interacciones con los sujetos, la información comienza a repetirse.

La tercera estrategia es recolección y análisis de datos de manera simultánea, en la que se logra una interacción entre lo que se conoce y se desea saber acerca de lo que se conoce; la cuarta estrategia es pensamiento teórico, mediante el cual en la medida en que se van recolectando los datos, surgen nuevas ideas que se reconfirman con los mismos datos; de este modo se inicia desde micro teorías que darán lugar a teorías mas amplias con base sólida.

Por último, está la estrategia desarrollo teórico, en la que la comprensión lograda a través de las micro y macro teorías, dan lugar a la generación de nuevas teorías resultantes de la investigación.

Las estrategias planteadas por Morse et al. (2002), son complementarias a los criterios enunciados por Lincoln y Guba (1985) y son aplicables de manera simultánea durante el proceso investigativo; por tanto, se tomarán como base para garantizar la confiabilidad y validez del presente estudio.

Martínez y March (2015), plantean que la validez metodológica en la investigación cualitativa, está dada por el rigor metodológico, en donde el fenómeno estudiado tiene unas circunstancias propias, de modo que el investigador debe descubrir la multiplicidad de formas como es percibido; así, la validez del proceso investigativo, está dada por el acercamiento al fenómeno con una aproximación humanista y crítica, que dé lugar a la reflexión, el dinamismo y la adaptación de estrategias, que permitan un descripción válida de la realidad estudiada.

Por su parte Sandelowski (1993), plantea que el rigor científico en la investigación cualitativa, está dada menos por el seguimiento estricto de normas y procedimientos y más por la habilidad del investigador para comprender la naturaleza del fenómeno que investiga.

Noreña et al. (2012), señalan la validez y la fiabilidad como cualidades esenciales que deben tener los instrumentos para la recogida de datos en una investigación; la fiabilidad es la posibilidad de replicar el estudio obteniendo resultados similares; la validez concierne a la interpretación correcta de los resultados.

Según éstos autores, para alcanzar el rigor en una investigación, ésta debe contar con criterios de credibilidad, autenticidad, transferibilidad, aplicabilidad, consistencia, replicabilidad, reflexividad, objetividad, relevancia y adecuación teórico epistemológica; el logro de estos criterios se hace mediante los procedimientos de member check, observación continua y prolongada, triangulación, descripción detallada del contexto y participantes, muestreo teórico, recogida exhaustiva de los datos, empleo de evaluadores externos, descripción detallada del proceso de recogida de datos, reflexividad del investigador, transcripciones textuales de entrevistas, contrastación de resultados con literatura, revisión de hallazgos de otros investigadores, identificación de alcances y limitaciones de la investigación, configuración de nuevos planteamientos teóricos, comprensión amplia del fenómeno, correspondencia entre justificación y resultados, contrastación de preguntas con métodos y ajustes de diseño.

Los anteriores mecanismos, corresponden a los procedimientos que el estudio deberá tener en cuenta para alcanzar el rigor correspondiente; sobresalen en esa lista de mecanismo los procedimientos de member check, triangulación y el muestreo teórico.

Como ya se ha descrito anteriormente, el muestreo teórico es una técnica en la que el investigador con base en su experiencia y en la revisión teórica elige los participantes de la muestra y realiza tantas iteraciones como sean necesarias para alcanzar la saturación teórica, que es el estado en que no se hallan datos nuevos o éstos comienzan a repetirse.

El member check es un mecanismo, mediante el cual los participantes en una investigación tienen acceso a los datos ya organizados, con el fin de verificar que lo allí consignado refleja aquello que tuvieron la intención de expresar en torno al fenómeno (Sandelowski, 1993).

Es probable que durante el member check o chequeo de participantes, se puedan obtener nuevos datos o validar los existentes; por tanto, éste mecanismo garantiza la fiabilidad de la información.

La triangulación de datos, hace referencia al uso de diferentes fuentes y métodos de recolección para obtener la información, con el fin de lograr una mayor riqueza, amplitud y profundidad de la información (Hernández - Sampieri y Mendoza - Torres, 2018).

Por lo anterior, es conveniente intentar captar los datos desde más de un actor de la realidad investigada, empleando más de un instrumento, para obtener una visión de la misma desde diferentes ópticas.

Para el caso de la investigación que aquí se presenta, se han planteado como instrumentos de recolección de datos dos tipos de instrumentos que comprometen a los diferentes participantes: entrevistas y revisión documental; por tanto, el proceso de triangulación cruzará la información recogida en cada uno de los instrumentos, con el fin de obtener una visión más global del problema de estudio.

Otro instrumento del que hará uso la presente investigación para validar los elementos de recolección de datos, es el juicio de expertos; Escobar y Cuervo (2008), definen el juicio de expertos como "una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones" (p.29); la opinión experta como un mecanismo de validación externa, permitirá realizar los ajustes necesarios en cuanto los planteamientos de preguntas de las entrevistas, así como evaluar la pertinencia de los instrumentos de revisión documental.

La selección de los expertos, según Skjong y Wentworth (2000) debe fundamentarse en los siguientes criterios:

- Experiencia en la realización de juicios y toma de decisiones, basado en evidencia de experiencia, p. ej. grados, investigación, publicaciones, cargos y experiencia, premios, etc.
- Reputación en la comunidad
- Disponibilidad y voluntad de participar
- Imparcialidad y cualidades inherentes como autoconfianza y adaptabilidad (p.4)

Por lo anterior, es necesario buscar expertos cuyos estudios incluyan un doctorado y con amplia experiencia en el campo educativo y en tecnologías.

Con base en lo expresado anteriormente, a continuación se enumeran los mecanismos que garantizan la confiabilidad y validez de la información obtenida durante el proceso investigativo que aquí se muestra:

- Observación continua y prolongada

Tal como lo señala el procedimiento de la investigación en el modelo de Investigación Acción Participativa, la situación problemática fue observada ampliamente, previo la detección del problema y durante la fase estudio teórico del problema; esta observación permitió comprender el problema y dar lugar a la fase de actuar.

- Coherencia Metodológica

Para asegurar la coherencia metodológica, el diseño de los instrumentos tuvo fundamento en la revisión del estado del arte del objeto de estudio y la fundamentación teórica en torno al mismo; a partir de la pregunta de investigación, se plantearon los objetivos que alcanzaría el estudio y con base en ellos, se establecieron las preguntas que responderían los instrumentos.

- Seguimiento sistemático del proceso de investigación

El estudio que aquí se presenta, siguió el procedimiento de la investigación planteado para el modelo de Investigación Acción Participativa, que se planteó en la Figura 8; cada una de las fases de ese proceso, se muestran detalladamente en el presente informe de investigación, a lo largo de sus seis capítulos.

- Validación de los instrumentos mediante el juicio de expertos

Tal como lo señala la literatura, los instrumentos aplicados fueron validados por dos expertos con amplia experiencia en el campo investigativo, específicamente en el área de educación en tecnología; los conceptos favorables emitidos por los expertos, se muestran en el Apéndice D.

- Muestreo Teórico

Para garantizar la recolección necesaria y suficiente que requería el presente estudio, se utilizó la técnica de muestreo teórico, en donde se logró la participación de tantos miembros de la comunidad educativa como fue necesario, para lograr la saturación teórica; pese a las circunstancias inherentes a la pandemia del Covid-19, se logró una participación

masiva y activa de los miembros de las comunidades educativas, hasta el momento en donde ya no se hallaron datos nuevos.

- Recolección y análisis de los datos de manera simultánea

Debido a que los instrumentos tuvieron que aplicarse virtualmente, la sistematización de la información aportada por cada participante se hizo de manera automática, lo que le permitió a la investigadora ir consolidando los resultados instantáneamente e ir analizando los datos nuevos que surgían y la forma como se relacionaban con los hallazgos previos, así como su coincidencia con la información obtenida en las demás instituciones educativas.

- Member Check

La información aportada por cada uno de los participantes, fue escrita de su propia mano en el instrumento habilitado para ese fin; su diligenciamiento era anónimo, lo que le permitía expresar sus opiniones libremente, a su propia velocidad, leer y cambiar sus respuestas si era necesario y cuando estuviese conforme con lo respondido, enviar su respuesta; de modo que la información que se obtuvo con cada uno de los instrumentos, pudo ser verificada por el participante y se presume que expresa sus opiniones y percepciones frente al objeto de estudio.

- Triangulación de la información

Los datos obtenidos durante la fase de aplicación de instrumentos, fueron consolidados y triangulados para encontrar coincidencias y diferencias; para ello se triangularon entre instituciones, entre estamentos, entre instrumentos y con lo aportado con el experto; en todos y cada uno de los casos, se encontraron coincidencias y descripciones muy similares del objeto de estudio.

- Pensamiento teórico y construcción teórica

Mediante esta estrategia, la información que se iba obteniendo, confirmaba los hallazgos de los estudios previos en torno al tema y coincidía con lo establecido en la fundamentación conceptual; así mismo, se contrastó con una entrevista a un experto en el tema, que permitió verificar la veracidad y confiabilidad de la información hallada, pues hubo total coincidencia; esto fue dando forma a la propuesta que construyó el presente estudio.

Todas y cada una de las estrategias descritas en esta sección, garantizan que la información resultante del estudio que aquí se presenta, son confiables, veraces, transferibles y confirmables; estos hallazgos dan lugar a la propuesta de transformación curricular que tendría aplicación en todas las instituciones educativas del país que ofrezcan el ciclo de media y su implementación haría más pertinente el proceso educativo en el marco de la cuarta revolución industrial; por ello, esa propuesta se ha presentado ante el Ministerio de Educación Nacional para su consideración y posible ejecución.

3.8 Consideraciones Éticas

A la hora de interactuar con los participantes en el estudio, es necesario tener en cuenta una serie de parámetros de tipo ético, que permiten salvaguardar la integridad de los participantes desde el punto de vista moral, garantizar la confidencialidad de la información que suministren durante el proceso y construir nuevos conocimientos sin perder de vista los valores éticos y morales que debe demostrar un investigador y los límites que puede alcanzar el ejercicio científico.

Ojeda de López et al. (2007), manifiestan que dentro del proceso investigativo es clave seguir criterios éticos; para los autores, "La relevancia del tema, en la investigación académica científica, frente al avance que han tenido la ciencia y la investigación en general en el mundo contemporáneo, permite visualizar el surgimiento de la necesidad de reflexionar acerca de los límites que deben tenerse en cuenta al hacer ciencia e investigación."(p.357); por tanto el ejercicio investigativo no puede sobrepasar normas éticas, a fin de lograr una meta; el proceso de construcción de conocimientos siempre ha de ajustarse a los estándares éticos existentes y debe guardar el mayor respeto por las personas y su integridad.

Al respecto, Stringer (1999) sostiene que "al planificar un estudio, los investigadores generalmente deben tomar medidas específicas para garantizar que los participantes no sufran ningún daño como resultado de su participación en el proyecto de investigación"(p.54); de éste modo, es obligación del investigador revisar cómo dará cumplimiento a los criterios éticos durante el proceso investigativo.

Por lo anterior, "En la investigación donde se experimente con seres humanos, se hace fundamental la aplicación de los principios de beneficencia, autonomía, justicia y no maleficencia." (Acevedo, 2002, 17); el principio de beneficencia busca maximizar los

beneficios minimizando los daños; la autonomía intenta conceder a la persona la capacidad de decidir por sí misma; el principio de justicia busca que lo descubierto en el estudio beneficie a todos; por último la no maleficencia, busca evitar dañar a las personas, obligando al investigador a exponer al menor riesgo posible al voluntario.

El cumplimiento de los principios antes descritos, se traduce en tres elementos que deben estar incluidos en el protocolo de investigación: el consentimiento informado, el análisis de beneficios/riesgos y la selección equitativa de los participantes de la investigación (Delclós, 2018); por lo anterior, es importante que la investigación tome en cuenta cómo ha de verificar el cumplimiento de estos principios.

Al respecto, Delclós (2018) plantea que deben considerarse los siguientes aspectos:

- Se han minimizado los riesgos a los participantes mediante un diseño de estudio riguroso que utiliza procedimientos para evitar riesgos innecesarios.
- Los riesgos son razonables en relación con los beneficios potenciales y la importancia del conocimiento que se derivará del estudio.
- La selección de los participantes es equitativa.
- Se ha obtenido el consentimiento informado y está documentado.
- Para un proyecto de investigación que conlleva más que un riesgo mínimo para los participantes, se han incluido procedimientos para la monitorización de los datos, con el fin de protegerles al máximo.
- Se han tomado medidas necesarias para preservar la intimidad/privacidad de los participantes.
- Se han tomado medidas necesarias para mantener la confidencialidad de los datos.
- Cuando los participantes son vulnerables a coerción o a presiones inapropiadas, se han incluido medidas adicionales para proteger sus derechos y bienestar.
- El proyecto dispone de medios suficientes para proteger a las personas participantes (p.16)

Para dar cumplimiento a los principios y aspectos mencionados anteriormente, a continuación se presentarán los criterios de confidencialidad, la descripción del consentimiento informado y el análisis de riesgos y beneficios conocidos y potenciales.

3.8.1 Criterios de Confidencialidad

Estos criterios buscan proteger la identidad de las personas que participan en el estudio; la confidencialidad garantiza que tanto la identidad de cada participante, así como la información que suministre durante el proceso, se mantengan en el anonimato; para ello, se debe asignar un código o pseudónimo al participante, que puede ser elegido por él mismo; también debe considerar la conveniencia de revelar los centros donde se ha realizado el estudio o la necesidad de dar reconocimientos a ciertas fuentes de información, a fin de favorecer siempre el bienestar e integridad de los participantes (Noreña y otros, 2012).

Para garantizar la confidencialidad de los participantes y de la información suministrada, deben protegerse las ubicaciones de los participantes y sus identidades en los informes de resultados; también, la información debe ser recopilada de manera anónima y archivarse de modo que no pueda identificarse a los individuos por parte de personas ajenas a la investigación (Bulmer, 2002).

Por lo anterior, se asignaron códigos a cada una de las instituciones y de los participantes; en la fase de implementación de instrumentos, se hará referencia a los participantes por su código y se seguirá la misma mecánica, durante la fase de análisis de información y resultados.

Del mismo modo, no se pidió ninguna información personal, que permitiera identificar al participante y como el diligenciamiento de los instrumentos se hizo virtualmente, se garantizó que su aporte fuera libre y anónimo, que pudiese responder sin sentirse observado y que sus respuestas estuvieran exentas de presiones e influencias y que expresaran sus opiniones y percepciones.

3.8.2 Descripción de la Obtención del Consentimiento Informado

Previa a la fase de ejecución de instrumentos, es necesario obtener un consentimiento informado de los participantes en el estudio, con el fin de informar a los mismos sobre el propósito, los objetivos, el uso de los resultados y las posibles consecuencias del estudio (Stringer, 1999).

El consentimiento informado permite a los investigadores salvaguardar el principio de autonomía de los participantes, ya que les permite decidir si quieren o no ser parte del estudio; al respecto Noreña y otros (2012) afirman:

> La finalidad del consentimiento es que los individuos acepten participar en la investigación cuando esta concuerda tanto con sus valores y principios como con el interés que les despierta el aportar su experiencia frente al fenómeno estudiado, sin que esta participación les signifique algún perjuicio moral (p.270)

Con fundamento en lo anterior, puede decirse que el consentimiento informado además de explicar a los participantes acerca de los posibles riesgos del estudio y del uso que se dará a la información que suministren, motiva al individuo a participar activamente del proceso.

De éste modo, el consentimiento informado debe tener información clara, fácil de entender por el participante y éste a su vez, debe contar con tiempo suficiente para decidir si hará parte o no del estudio (Delclós, 2018).

Mesía (2007), plantea que el consentimiento informado debe tener como mínimo los siguientes elementos:

a. La identidad y filiación del o los investigadores.

b. El propósito de la investigación y lo que está haciendo el investigador.

c. El tiempo que durará la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento y por cualquier razón.

d. Los posibles beneficios para el individuo y la sociedad, así como los posibles daños, riesgos y malestares.

e. El compromiso de mantener la confidencialidad estricta de los resultados y la manera de obtener una copia de los mismos.

f. La manera como ponerse en contacto con el investigador en caso de tener dudas o algún tipo de problema.

g. Un lugar específico en el documento para la firma, indicando que está de acuerdo en participar y que entiende el propósito de la investigación (pp. 149-150).

Para el caso del presente estudio, los instrumentos se aplicaron de manera virtual, así que se invitó a los miembros de las comunidades educativas a acceder a los enlaces que contenían las entrevistas, en donde se daba a conocer la información relevante respecto a la investigación que permitía al participante decidir si quería participar o no; cada persona tuvo la oportunidad de acceder al enlace, leer la información, observar las preguntas y decidir si enviaba sus respuestas o si se abstenía de hacerlo.

Para el caso de los estudiantes, quienes son menores de edad, se incluyó en el formulario de la entrevista de padres de familia un campo donde los padres daban su consentimiento informado para la participación de sus hijos en el estudio; de este modo, se garantizó que todos los participantes cooperaran en la investigación de manera libre e informada. En el Apéndice A puede verse el instrumento empleado para la entrevista a padres de familia, que con el consentimiento informado para sus hijos.

3.8.3 Riesgos y Beneficios Conocidos y Potenciales

Los riesgos presentes en un estudio, deben considerarse en dos frentes: el primero respecto a la responsabilidad del investigador para con los participantes y el segundo con el manejo de los datos proporcionados (Noreña y otros, 2012).

El investigador debe considerar las implicaciones éticas que traerá las interacciones que genere con los participantes, las cuales deben hacerse en un ambiente favorable, en el marco del respeto y de la confidencialidad; también debe ser claro en el uso que le dará a los datos recopilados y la forma como se garantizarán los derechos de los participantes al revelar los hallazgos. Además debe considerarse la garantía de no utilización de la relación, asegurando a los participantes que la información que proporcionen no será utilizada contra ellos o para fines distintos a los de la investigación (Mesia, 2007).

En cuanto a los beneficios que puede traer el presente estudio, están relacionados con una mejora curricular en el área de Tecnología e Informática que permita a los estudiantes desarrollar habilidades de cuarta revolución industrial; por ello, la información suministrada por los participantes del estudio contribuirá a mejorar sus oportunidades laborales y académicas en un futuro inmediato.

Para el caso del presente estudio, se les garantizó a los participantes la confidencialidad de su identidad y de la información que revelaron, se les dió a conocer los propósitos del estudio, el uso de los resultados, los beneficios que producirán y se aseguró que non les generará ningún tipo de perjuicio y que no será empleada con fines distintos a los proyectados en la investigación. Lo anterior se garantizó mediante el acceso virtual a los instrumentos, que mostraban claramente el propósito de la investigación y el uso que se le daría a la información obtenida, así mismo, permitió el diligenciamiento anónimo del instrumento, lo que garantiza que no habrían perjuicios respecto de las opiniones y percepciones allí expresadas.

4. Análisis e Interpretación de los Resultados o Hallazgos

En este capítulo se desarrollará el proceso de consolidación, análisis e interpretación de la información que logró obtenerse de todas las fuentes de la comunidad estudiada y que servirá como fundamento para la formulación de la propuesta transformadora.

4.1 Técnicas de Análisis de los Datos o Hallazgos

El presente estudio se desarrollará bajo un modelo de investigación acción participativa según el cual, se proyectan tres fases fundamentales durante el proceso: observar, pensar y actuar.

En la fase de observar se detectó la situación problemática que se estaba presentando, sus posibles implicaciones en el entorno y los factores o elementos que tenían incidencia en la ocurrencia del problema.

Con base en la ejecución de la fase de observación, se desarrolló la fase de pensar, en la que se estudió el problema desde el punto de vista teórico, revisando las investigaciones previas desarrolladas en torno al problema con sus hallazgos y se construyó un marco teórico que permitió comprender desde la teoría, la naturaleza del problema y de sus componentes.

Las dos fases iniciales (observar y pensar), brindaron las herramientas necesarias para desarrollar la fase de actuar, donde con base en la observación, la construcción del estado del arte y la revisión de la teoría, se diseñaron unos instrumentos para interactuar con las comunidades educativas, a fin de extraer de ellas la información que permitiera comprender el trasfondo e implicaciones del objeto de estudio y con fundamento en estos hallazgos, plantear una propuesta que intente resolver la situación problemática.

Los instrumentos empleados, se describieron en detalle en el capítulo anterior; en esta sección, se procederá a analizar la información que se ha recabado con estos instrumentos y que busca responder a los interrogantes planteados en las categorías de análisis que han surgido con base en la revisión teórica y en los objetivos planteados para el presente estudio.

Stringer (2007) plantea el análisis de la información como el proceso que permite al investigador, identificar los aspectos que hacen posible clarificar y comprender la naturaleza del problema que se investiga y la forma como afecta a los individuos; para el

autor, el análisis es un proceso de reflexión e interpretación que proporciona nuevas formas de pensar en torno al problema.

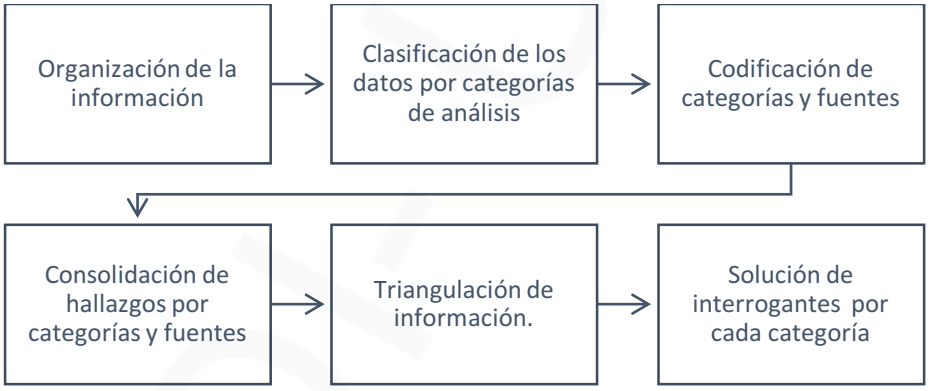
Por su parte, Hernández et al. (2014), consideran que el análisis de la información consiste en tomar datos no estructurados, obtenidos en la fase de recolección de información y darles una estructura, a fin de encontrar conceptos, categorías, temas y patrones que permitan otorgarles sentido, interpretarlos y explicarlos en función del problema que se estudia.

De este modo, la información que se ha recolectado con la aplicación de cada uno de los instrumentos, se organizará y analizará, para lograr una comprensión detallada del problema que se estudia, examinando la situación problemática desde la óptica de cada uno de los actores de las comunidades educativas y de las interrelaciones entre sus percepciones, acciones y expectativas en torno al objeto de estudio.

El proceso general que se desarrollará para el análisis e interpretación de hallazgos se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Proceso General de Análisis e Interpretación de Hallazgos



Fuente: Elaboración propia a partir de Stringer (2007) y Hernández et al.(2014).

A continuación, se presenta un descripción de las acciones desarrolladas en cada una de las fases del proceso general de análisis e interpretación de hallazgos.

En la fase de organización de la información, se sistematiza toda la información obtenida con la aplicación de los instrumentos; es necesario recordar que en total se ejecutaron en cada una de las cuatro instituciones educativas del municipio, ocho instrumentos diferentes, estos fueron:

- Revisión documental del Proyecto Educativo Institucional PEI.

- Revisión documental de los planes de estudios
- Entrevista a directivos
- Entrevista a docentes del área de Tecnología
- Entrevista a docentes del área de Ética y Valores
- Entrevista a docentes de otras áreas
- Entrevista a padres de familia
- Entrevista a estudiantes

Adicionalmente, se hizo la revisión documental de los estándares de competencias emitidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), que rigen los procesos de enseñanza – aprendizaje en todas las instituciones educativas colombianas.

Los instrumentos completos para toda la fase de recolección de información, pueden verse en el Apéndice A; la sistematización de toda la información, puede verse en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1nmKW7I0VOHcCJdEoZJDu4KCNqpvc0LJM?usp=sharing

La segunda fase del proceso, corresponde a la clasificación de los datos por categorías de análisis; para el presente estudio, las categorías de análisis emergieron a partir de los objetivos específicos planteados para la investigación, que a su vez responden al objetivo general y al problema de estudio.

En la Figura 11, se muestra el proceso que dio origen a las categorías de análisis del estudio; como se muestra, cada uno de los objetivos específicos, genera una categoría de análisis; en este sentido, la información obtenida mediante los instrumentos aplicados, se clasificará según las siguientes categorías:

- Tecnologías de cuarta revolución industrial (4RI)
- Habilidades de 4RI
- Infraestructura tecnológica requerida en las instituciones
- Capacitación docente requerida
- Currículo institucional y 4RI

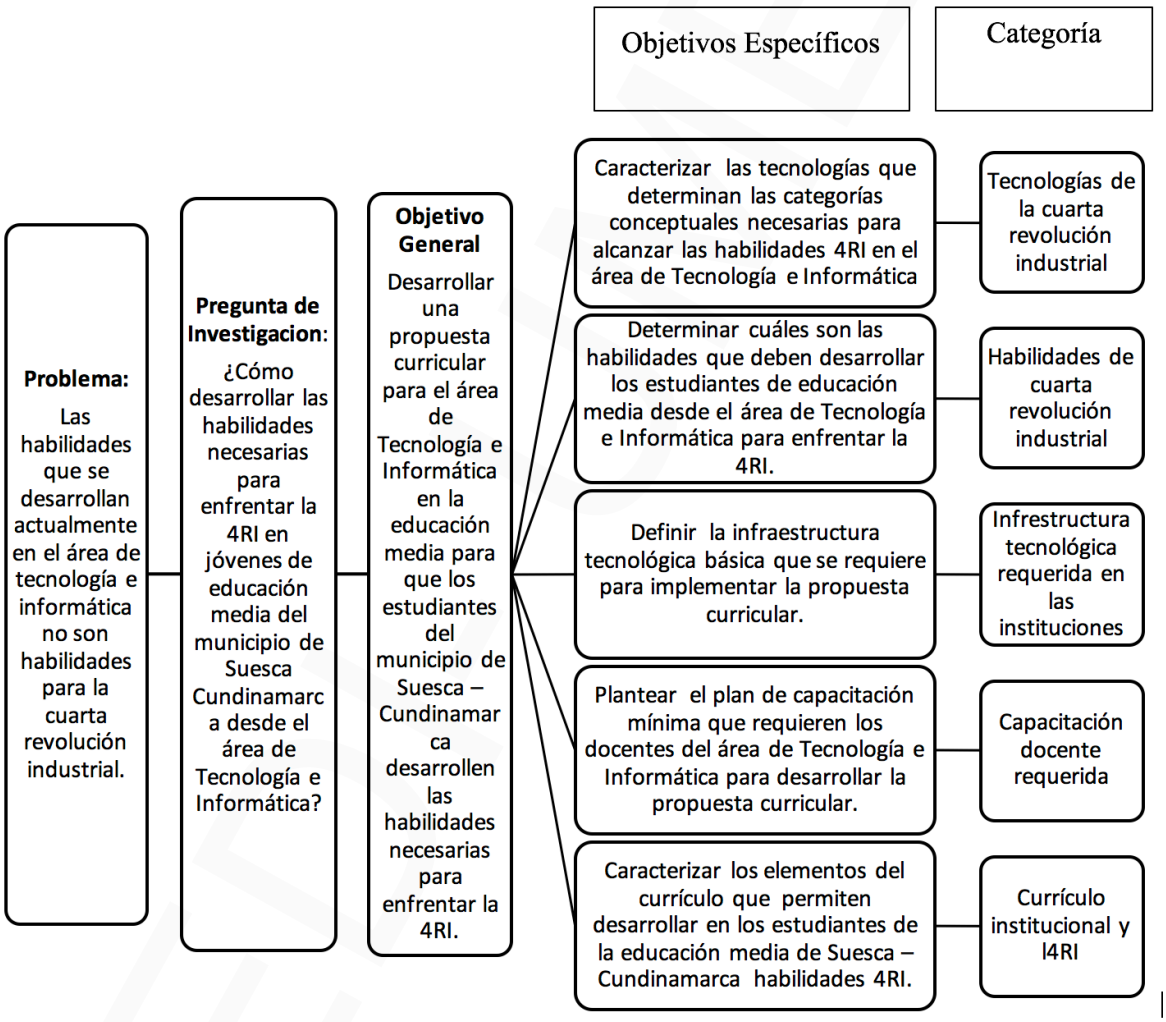
A su vez, en cada una de las categorías de análisis, se plantearon una serie de preguntas generales, que indagaban acerca del objeto de estudio, intentando conocer las

percepciones de cada uno de los miembros de las comunidades educativas, en torno al problema y sus componentes.

La respuesta a las preguntas generales de cada categoría, permiten conocer el problema en todas sus dimensiones, orígenes y consecuencias, de modo que hace posible que se haga una lectura fiel de la realidad y que a partir de esta información, se pueda plantear una solución a la situación problemática.

Figura 11

Origen de las Categorías de Análisis

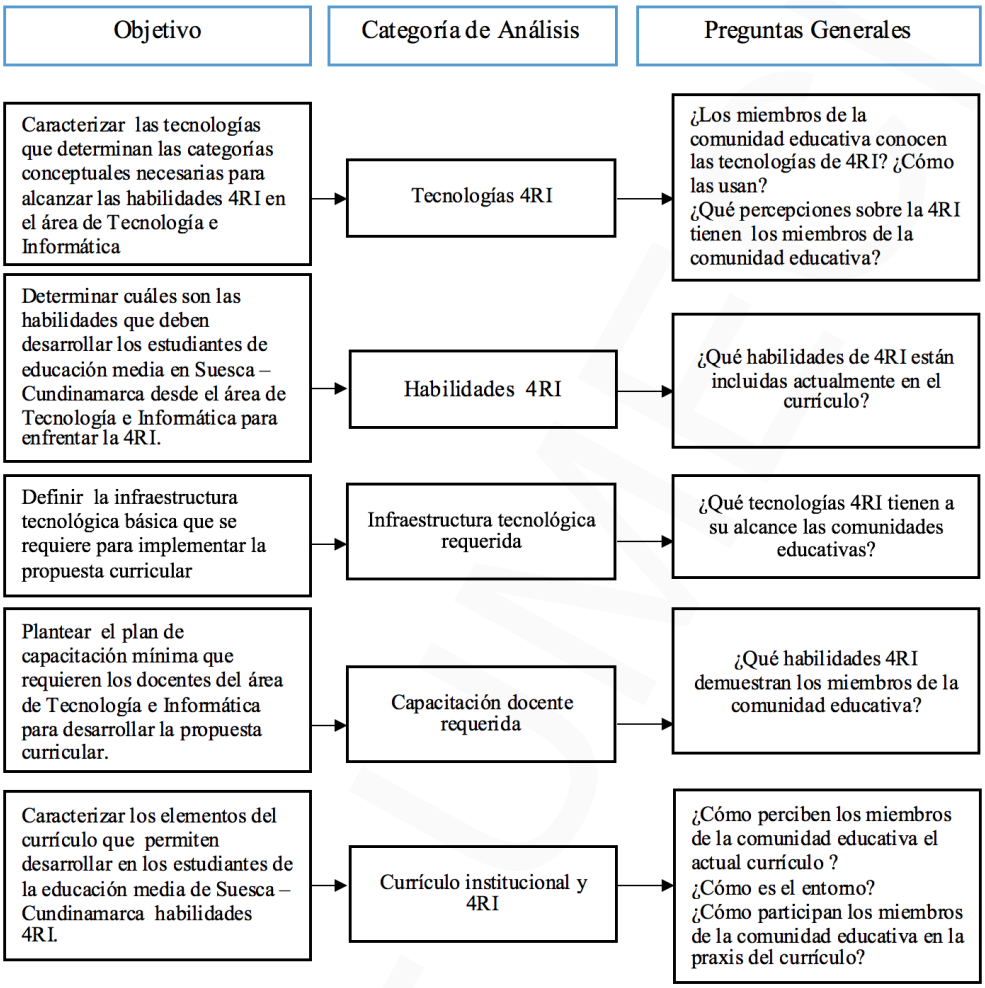


Fuente: Elaboración propia

La Figura 12 muestra el origen de las preguntas generales, que se desprenden de cada una de las categorías de análisis.

Figura 12

Origen de las Preguntas Generales por Categoría



Fuente: Elaboración Propia

El proceso investigativo, intentó responder a esas preguntas generales, abordando los diferentes estamentos de las comunidades educativas y la información documental disponible al respecto en cada una de las instituciones del municipio.

La información obtenida, permite dar respuesta a esas preguntas generales desde la óptica de las comunidades educativas, así como conocer de primera mano la realidad que se presenta al interior de cada institución en torno al problema de estudio.

Las preguntas generales, además de responder a los objetivos y categorías de análisis, se fundamentan en la revisión teórica que se hizo en relación al problema y su resolución es un insumo invaluable en el diseño de la propuesta que se pretende desarrollar.

Para facilitar el proceso de análisis e interpretación de los hallazgos, se procederá a desarrollar la tercera fase del proceso propuesto, codificando las categorías de análisis y las fuentes de donde se obtuvo la información.

Para el caso de las categorías de análisis, se codificarán de la siguiente manera:

- Categoría 1: Tecnologías de cuarta revolución industrial (4RI)
- Categoría 2: Habilidades de 4RI
- Categoría 3: Infraestructura tecnológica requerida en las instituciones
- Categoría 4: Capacitación docente requerida
- Categoría 5: Currículo Institucional y 4RI

En cuanto a las fuentes humanas de las diferentes comunidades educativas (directivos, docentes, padres de familia y estudiantes), se codificarán intentando garantizar el anonimato del participante que se propuso en los criterios éticos.

Por lo anterior y teniendo en cuenta que en algunos casos, un estamento está representado por una sola persona en cada institución (por ejemplo los directivos, es decir, solo hay un directivo por institución), se codificarán sin hacer alusión a la institución a la que pertenecen.

Para el caso de los docentes de Tecnología e Informática, se usará FDT para referirse al grupo de los cinco docentes de esta área, FDE para los cuatro docentes de Ética y Valores, FDOA para hacer referencia a los 21 docentes de las otras áreas y FDG para hacer alusión a todos los docentes en general. Para la fuente de padres de familia, se empleará el código FPF para el grupo de 48 padres participantes y FE para referirse al grupo de 98 estudiantes que hicieron parte del estudio. La Tabla 10 muestra el resumen de la codificación elaborada.

Tabla 10

Resumen de la Codificación de Categorías y Fuentes de Información

Elemento	Nombre	Código
Categorías de Análisis	Tecnologías de cuarta revolución industrial (4RI)	Categoría 1
	Habilidades de 4RI	Categoría 2
	Infraestructura tecnológica requerida en las instituciones	Categoría 3
	Capacitación docente requerida	Categoría 4
	Currículo Institucional y 4RI	Categoría 5
Fuentes documentales	Proyecto Educativo Institucional PEI	PEI
	PEI IED Gonzalo Jiménez de Quesada	PEI-IE1
	PEI IERD Cacicazgo	PEI-IE2
	PEI IERD Pablo VI	PEI-IE3
	PEI IERD San Juan Bosco	PEI-IE4

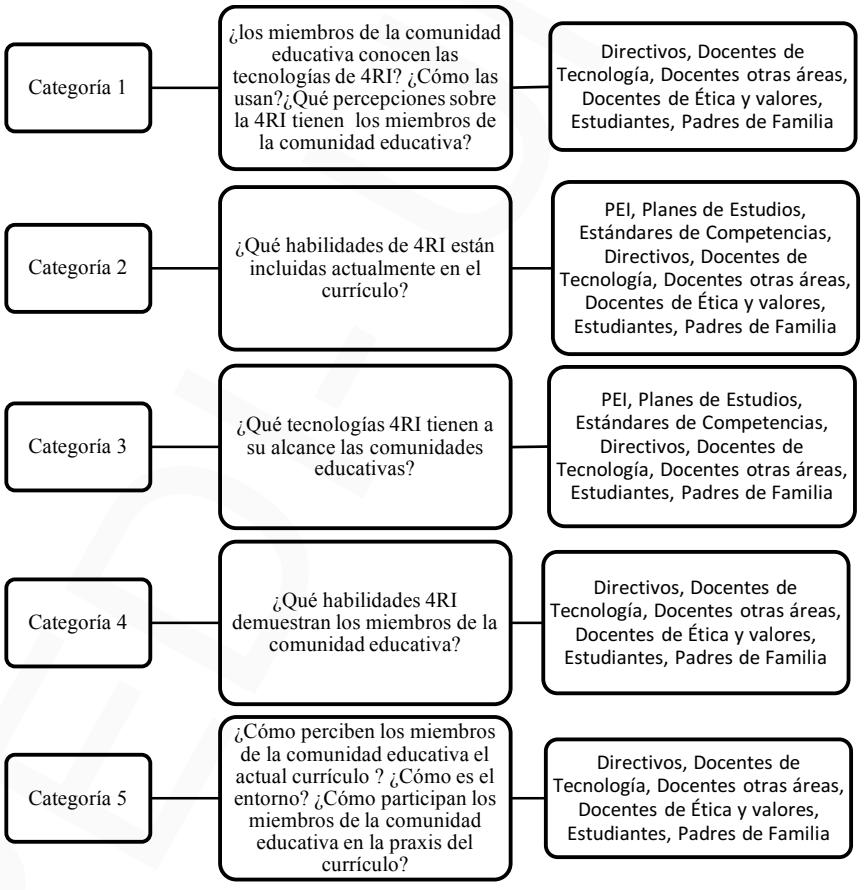
Elemento	Nombre	Código
	Plan de estudios PLE	PLE
	PLE IED Gonzalo Jiménez de Quesada	PLE-IE1
	PLE IERD Cacicazgo	PLE-IE2
	PLE IERD Pablo VI	PLE-IE3
	PLE IERD San Juan Bosco	PLE-IE1
	Estándares de competencias	EC
Fuentes humanas en las comunidades educativas	Directivos en general	FD
	Docentes en general	FDG
	Docentes de Tecnología e Informática en general	FDT
	Docentes de Ética y Valores en general	FDE
	Docentes de otras áreas en general	FDOA
	Padres de familia en general	FPF
	Estudiantes en general	FE

Fuente: Elaboración propia

La siguiente fase en el proceso, es la consolidación de los hallazgos por categorías y por fuentes; la Figura 13 muestra cómo se desarrollará esta etapa del proceso.

Figura 13

Proceso de Consolidación de Hallazgos por Categoría y por Fuente

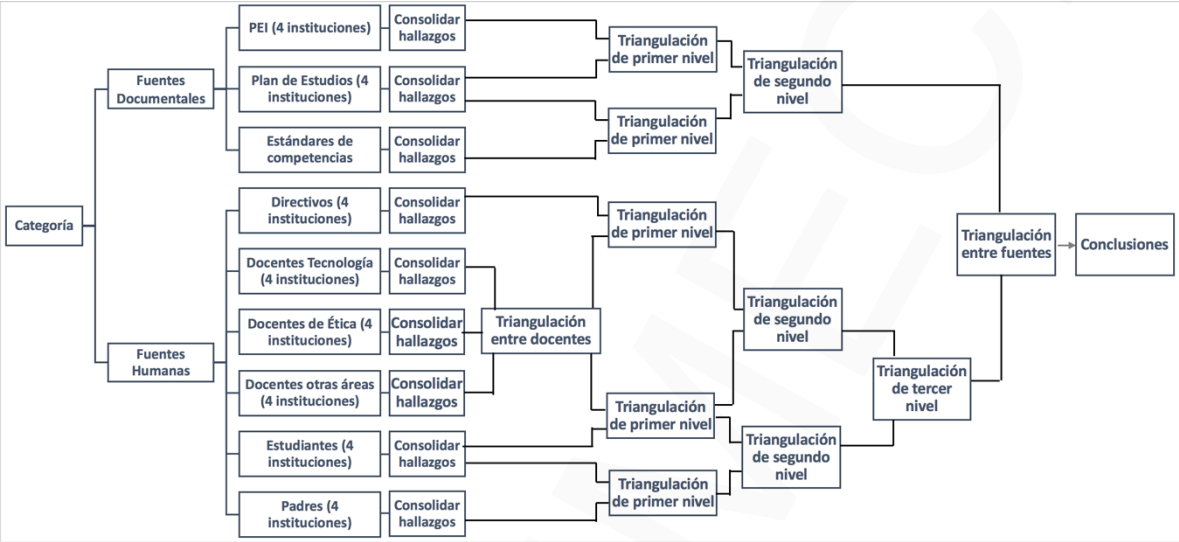


Fuente: Elaboración propia.

La siguiente fase es la triangulación de información; este proceso se desarrollará con la secuencia que se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Proceso de Triangulación de Información



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 14 muestra el proceso que se seguirá para procesar la información desde la triangulación hermenéutica; según Cisterna (2005), este proceso consiste en cruzar toda la información disponible, que sea pertinente al objeto de estudio; para ello, se siguen cinco pasos: seleccionar la información, triangular la información por cada estamento, luego entre estamentos, posteriormente, entre fuentes de información y por último con el marco teórico.

Algunas de las preguntas generales, según su fuente de información, seguirán una o las dos rutas de la secuencia; la información se irá triangulando hasta llegar a una respuesta al interrogante planteado.

La última fase es la solución de interrogantes de cada categoría; es decir, a partir de las conclusiones resultantes en el proceso de triangulación de información, se responderán las preguntas generales que se plantearon en cada categoría.

4.2 Procesamiento de los Datos y Triangulación de los Hallazgos

En el proceso de recolección de información, se planteó una revisión documental y entrevistas con los miembros de las comunidades educativas; por la situación de pandemia y la restricción expresa por parte de la normativa legal y sanitaria vigente durante el

presente proceso investigativo, de realizar encuentros presenciales, especialmente grupales o que involucrarán niños o adultos mayores, hubo que desarrollar las entrevistas con todos los participantes vía electrónica.

La situación anteriormente descrita, representó un reto por la falta de conectividad de estudiantes y padres de familia, en especial en los sectores rurales del municipio; lo anterior supuso fuertes restricciones de accesibilidad a esta parte de la muestra; pese a ello, se logró la participación de 98 estudiantes y 48 padres de familia.

Los demás miembros de las comunidades educativas participaron de manera entusiasta en el proceso, pues contaban con los medios tecnológicos para hacerlo y sus colaboraciones permitieron recabar amplia información para el proceso investigativo.

Algunas de las preguntas generales, tenían información disponible tanto en la revisión documental, como en las entrevistas de diferentes miembros de la comunidad, por lo que según la categoría y sus preguntas generales, se seguirá un proceso de triangulación siguiendo el diagrama de la Figura 14, de una o dos rutas, hasta llegar a las conclusiones.

A continuación se presentará la consolidación y triangulación de los hallazgos para cada una de las categorías y sus preguntas generales.

4.2.1 Categoría 1: Tecnologías de cuarta revolución industrial (4RI)

En esta categoría se busca determinar cuáles son las tecnologías que harán parte de la cuarta revolución industrial, a fin de establecer cuáles de ellas ya hacen parte de la vida cotidiana de las comunidades educativas, como las usan y cómo perciben los miembros de estas comunidades el impacto que tendrá la 4RI y sus tecnologías en su futuro inmediato y a mediano plazo.

Del mismo modo, conocer cuáles tecnologías harán parte de la 4RI, es un punto de partida para establecer las habilidades que se demandarán de los jóvenes.

Esta categoría de análisis se fundamenta en la revisión del estado del arte y en el marco teórico, que permitió conocer según investigaciones anteriores y según la teoría, cuáles serán las tecnologías con mayor auge durante la 4RI; estas son: Realidad virtual, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Transporte autónomo, Biotecnología, Electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios web, Aplicaciones móviles, Realidad aumentada, Ciberseguridad, Blockchain, Big data y Diseño 3D.

Con fundamento en lo anterior, se plantearon las siguientes preguntas generales, que a criterio de la investigadora, permiten saber cómo es la relación actual de los miembros de las comunidades educativas con la 4RI y sus tecnologías: ¿Los miembros de la comunidad educativa conocen las tecnologías de 4RI? ¿Cómo las usan? ¿Qué percepciones sobre la 4RI tienen los miembros de la comunidad educativa?

Estas preguntas tenían como fuentes a los directivos, los docentes de Tecnología, los docentes de Ética y Valores, los docentes de las otras áreas, los padres de familia y los estudiantes; las entrevistas aplicadas a cada estamento y sus respuestas, se muestran consolidadas en la Tabla 11.

Tabla 11

Hallazgos Entrevistas Categoría 1

Fuente	Preguntas Específicas	Respuesta	Frecuencia
FD	¿Ha escuchado hablar acerca de la cuarta revolución industrial?	Si	3
		No	1
	¿Qué sabe acerca de la cuarta revolución industrial?	Avance tecnológico	3
		Interacción conocimiento – tecnología	1
	¿Cómo cree usted que influye en el futuro de los estudiantes las habilidades tecnológicas adquiridas en la educación media?	Mejores oportunidades laborales	3
		Mejores oportunidades académicas	4
FDT	¿En su institución educativa, usted tiene acceso a tecnologías de última generación ?¿Cuáles?	Si	4
		No	1
		Computadores	4
		Tabletas	4
		Internet	4
		Simuladores Online	2
		SmartTV	1
	¿Fuera de su entorno laboral, usted tiene acceso a tecnologías de última generación?¿Cuáles?	Internet	5
		Smart TV	1
		Impresora 3D	1
		Smart Phone	2
		Tableta	3
		computador	5
		Tv satelital	1
	¿Qué habilidades tecnológicas creería usted que es necesario adicionar a la formación de sus estudiantes? ¿Por qué?	Programación	4
		Robótica	4
		Diseño 3D	1
		Circuitos	3
		Electricidad	1
		Diseño web	1
		Diseño de Apps	1
FDOA	¿En la actualidad tiene acceso a tecnologías de última	Si	18
		No	3

Fuente	Preguntas Específicas	Respuesta	Frecuencia
	generación?¿Cuáles?¿Dónde?	Computadores	17
		Tabletas	1
		Internet	17
		Smart Phone	15
		SmartTV	4
	¿Ha escuchado hablar acerca de la cuarta revolución industrial? ¿Qué sabe acerca de la cuarta revolución industrial?	Si	15
		No	6
		Nueva era tecnológica	4
		Desarrollo tecnológica avanzado	7
		Nuevo sistema económico con producción sistematizada	1
		Cambio de estilo de vida por avance tecnológico	2
FDE	¿Ha escuchado hablar acerca de la cuarta revolución industrial?	Si	3
		No	1
	¿Qué sabe acerca de la cuarta revolución industrial?	Nueva era tecnológica	2
		Digitalización de procesos y sistemas	1
		Cambio de estilo de vida por avance tecnológico	2
FPF	¿Cree que estos recursos (tabletas, teléfonos inteligentes, televisor inteligente, conexión a internet o computadora), apoyan el aprendizaje de sus hijos?¿Por qué?	Si	45
		No	3
		No siempre ya que distraen	3
		Son muy útiles y necesarios para aprender	43
		Solo copian la información y no aprenden nada	1
FE	Seleccione las tecnologías que conoce o ha tenido la oportunidad de utilizar: Realidad virtual, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Transporte autónomo, Biotecnología, Electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios web, Aplicaciones móviles, Realidad aumentada, Ciberseguridad, Blockchain, Big data, Diseño 3D	Realidad virtual	30
		Inteligencia artificial	26
		Internet de las cosas	36
		Transporte autónomo	11
		Biotecnología	17
		Electrónicos vestibles	5
		Robótica	29
		Nanotecnología	12
		Sitios web	77
		Aplicaciones móviles	65
		Realidad aumentada	10
		Ciberseguridad	19
		Blockchain	1
		Big data	4
		Diseño 3D	25
		Ninguna	5
	¿Qué sabe de las tecnologías que seleccionó anteriormente?	Conocimientos básicos acerca de esas tecnologías, ha utilizado algunas muy comunes	88
		Conocimientos intermedios de esas tecnologías, ha trabajado	5

Fuente	Preguntas Específicas	Respuesta	Frecuencia
		algunas de esas tecnologías no tan populares	
		No sabe nada acerca de ninguna de esas tecnologías	5
	¿Ha escuchado hablar de la cuarta revolución industrial?	Si	20
		No	78
	¿Qué sabe de la cuarta revolución industrial?	Desarrollo de nuevas tecnologías	17
		Cambio social y económico	3

Fuente: Elaboración propia.

Los hallazgos presentados en la Tabla 11, muestran que los directivos (FD) tienen una noción de lo que significa la cuarta revolución industrial y los cambios tecnológicos que implica, sin embargo no tienen claridad conceptual específica al respecto; así mismo, consideran que las habilidades tecnológicas que los estudiantes logren desarrollar durante el ciclo de educación media, influirán en gran medida en mejores oportunidades laborales y académicas para los jóvenes.

Se aprecia que en general los docentes del área de informática (FDT) tienen acceso a tecnologías 4.0 (también conocidas como de 4RI), principalmente fuera del entorno laboral; esto quiere decir que estas tecnologías hacen parte de su cotidianidad y se emplean como herramienta para su trabajo. Así mismo, consideran que deberían incluirse dentro del currículo del área, el uso técnico avanzado de las tecnologías de cuarta revolución industrial, la programación, el diseño 3D, el diseño web, el diseño de Aplicaciones, así como el diseño de circuitos electrónicos y robótica.

Los docentes de otras áreas (FDOA) manifiestan tener acceso a las tecnologías 4.0 más comunes como son internet, computador y Smart phone; también se observa que la mayoría de los docentes asocian la cuarta revolución industrial con una etapa de gran desarrollo tecnológico que producirá diversos cambios.

La mayoría de los docentes de Ética y Valores (FDE), ha escuchado hablar sobre la cuarta revolución industrial y la perciben como una era de evolución tecnológica que producirá cambios en el estilo de vida.

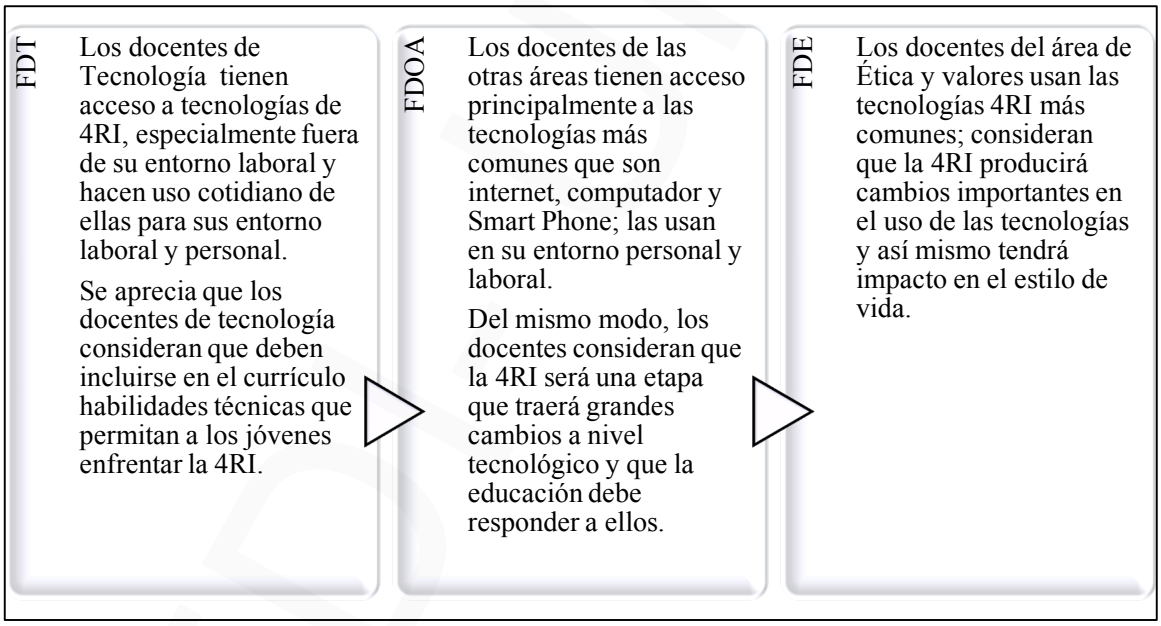
Por su parte, la mayoría de los padres de familia (FPF), creen que el uso de esos recursos tecnológicos en su hogar favorecen el aprendizaje de sus hijos, especialmente en estas épocas de pandemia.

Finalmente, la mayoría de los estudiantes (FE), tiene conocimientos básicos de gran parte de las tecnologías 4.0; estos principalmente son conocimientos generales acerca de para qué se emplea cada tecnología; la mayor parte de ellos, han utilizado algunas de estas tecnologías más populares, tales como aplicaciones móviles, sitios web y otras de uso común. También se observa que la mayoría de los estudiantes no ha escuchado hablar de la cuarta revolución industrial y quienes lo han hecho la entienden como una etapa en la que se desarrollarán nuevas tecnologías.

Consolidados los hallazgos para la primera categoría, se iniciará la triangulación entre estamentos; de acuerdo a la secuencia presentada en la Figura 14, primero se contrastarán los hallazgos entre docentes de Tecnología, Docentes de otras áreas y docentes de Ética y valores. La Figura 15 presenta los hallazgos para los estamentos FDT, FDOA y FDE.

Figura 15

Hallazgos Fuentes FDT, FDOA y FDE para Categoría 1



Fuente: Elaboración propia

La Figura 15 muestra que los docentes de Tecnología e Informática, al estar más interesados en el tema tecnológico, han incorporado a su vida cotidiana más tecnologías de cuarta revolución industrial y las emplean para su labor como docentes; por su parte, los

docentes de Ética y de otras áreas conocen y hacen uso de las tecnologías 4.0 más populares y las incorporan a su desempeño laboral.

Así mismo, los docentes comprenden la importancia del fenómeno de la 4RI y prevén un impacto importante en la forma como se desarrollan las diferentes actividades y consideran que la educación debe adaptarse a esos cambios.

La anterior triangulación, muestra una coincidencia en el uso por parte de los docentes de tecnologías de cuarta revolución industrial, en mayor medida y profundidad por parte de los docentes de Tecnología; de igual modo, se evidencia una percepción general de la necesidad de integrar las tecnologías 4RI en el proceso educativo, pues los docentes prevén un impacto del fenómeno en el futuro inmediato de sus estudiantes.

Continuando la secuencia, se triangulará la información entre los estamentos Directivos y Docentes, así como entre padres de familia y estudiantes; la Figura 16 muestra los hallazgos para los estamentos FD, FDG, FPF y FE.

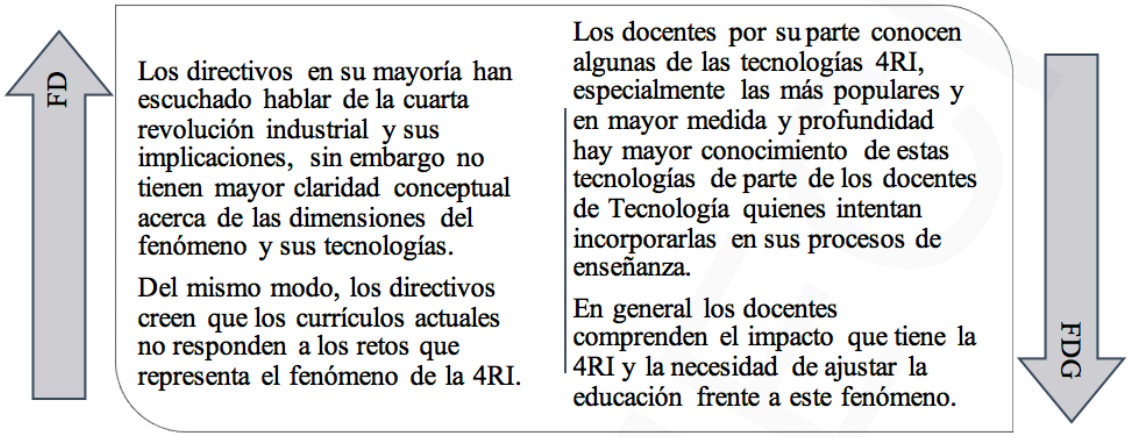
La Figura 16 muestra que la cuarta revolución industrial no es un fenómeno desconocido para directivos y docentes del municipio de Suesca; sin embargo, se aprecia que son los docentes de Tecnología quienes mejor conocen y usan tecnologías 4RI; también se aprecia que los docentes en general buscan incorporar en su labor de enseñanza aquellas tecnologías que tienen a su alcance, lo que muestra su disposición a la inclusión de recursos tecnológicos como medio y fin del aprendizaje.

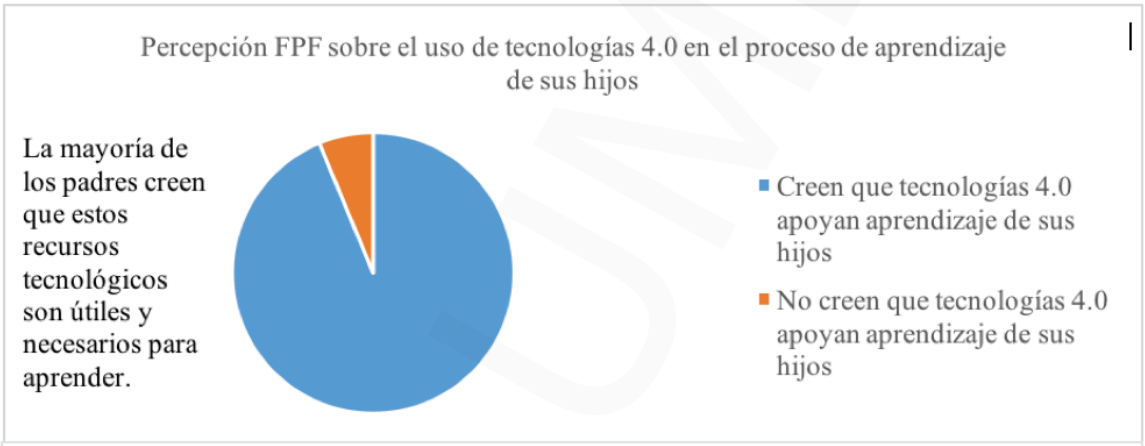
Se observa que tanto directivos como docentes consideran que la educación debe adaptarse a los cambios que supone la 4RI y que hay una percepción general de que los procesos educativos actuales no se ajustan a los desafíos de la cuarta revolución industrial; tanto directivos como docentes, consideran que deben haber adaptaciones en ese sentido, para contextualizar la labor educativa.

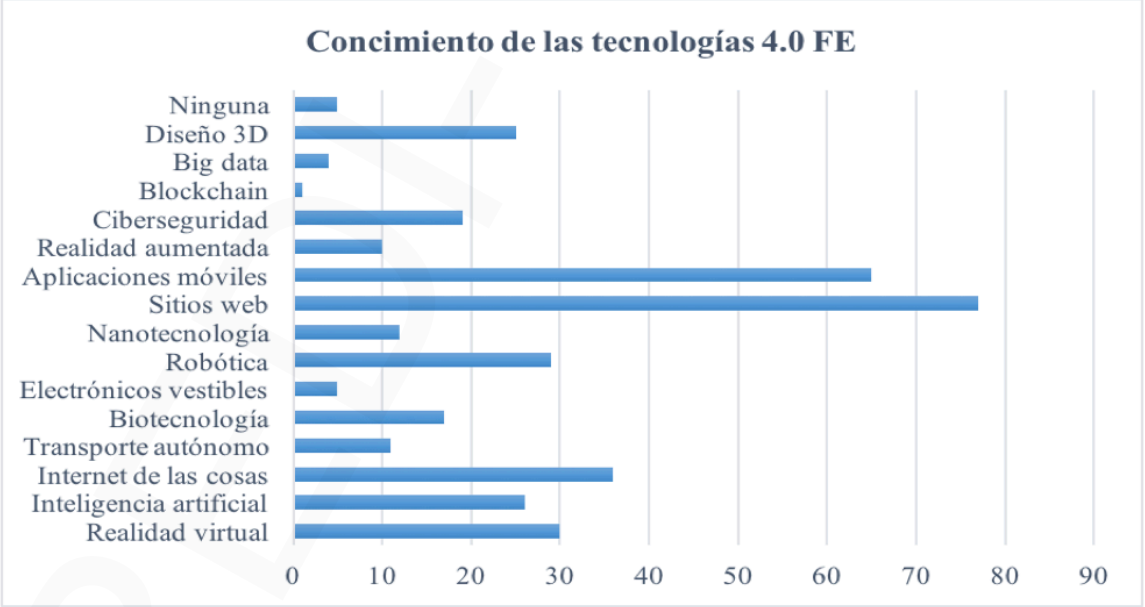
En la triangulación FD - FDG se encuentran dos elementos claves de análisis; el primero es el impacto que podría tener la cuarta revolución industrial tanto en el futuro inmediato de los estudiantes, como a mediano plazo; el segundo, es la necesidad de adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje a las demandas de la 4RI.

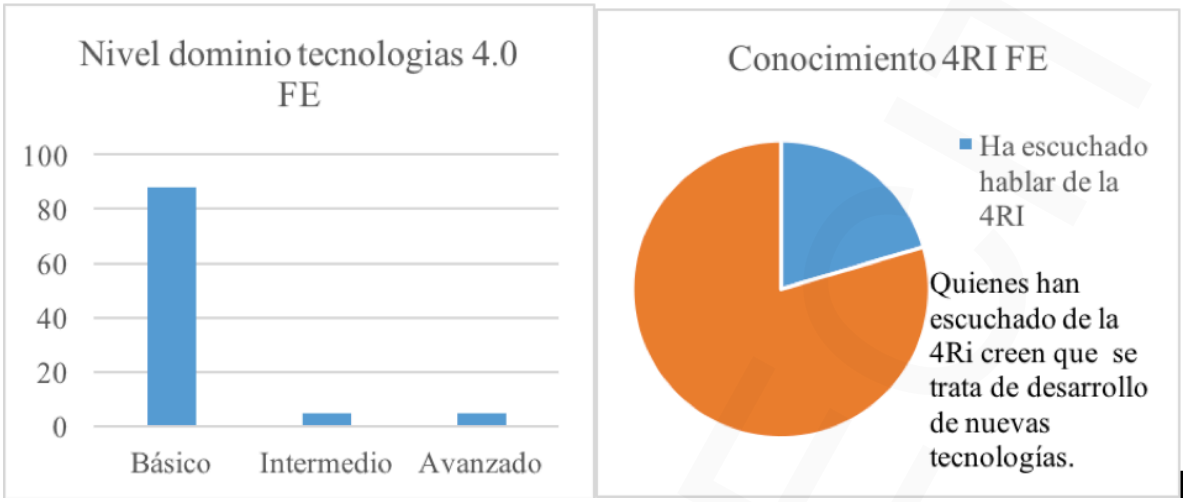
Figura 16

Hallazgos Fuentes FD, FDG, FPF y FE









Fuente: Elaboración Propia

En relación al primer elemento clave, se observa que tanto directivos como docentes, perciben que el actual currículo educativo no responde a las necesidades de aprendizaje del contexto actual y esto limitaría las oportunidades laborales y académicas de los estudiantes que egresan de sus centros educativos.

En cuanto al segundo elemento clave, los docentes y directivos comprenden que el sistema educativo necesita responder a las necesidades del contexto en específico en este caso a la 4RI y que no puede permanecer ajeno a esta nueva realidad; se observa que los docentes del área de Tecnología han intentado mantener sus conocimientos actualizados en torno a las tecnologías 4.0 y que los demás docentes, han hecho lo propio, incorporando a su trabajo los recursos tecnológicos que tienen a su alcance; sin embargo, los dos estamentos coinciden que se requiere una inclusión de las tecnologías 4.0 en el aula.

Los padres de familia perciben de manera positiva la inclusión de recursos tecnológicos en el proceso de aprendizaje de sus hijos, ya que consideran que facilitan el proceso, especialmente en estos tiempos de pandemia.

Por su parte los estudiantes conocen algunas tecnologías 4RI que usan comúnmente como son los sitios web y las aplicaciones móviles, las demás, las han estudiado brevemente de una manera muy general para conocer su finalidad, mas no han tenido la oportunidad real de interactuar con ellas.

Por otra parte, se observa que son pocos los estudiantes que han escuchado acerca de la cuarta revolución industrial y quienes lo han hecho, la asumen como una etapa donde habrá un gran evolución tecnológica.

Tanto padres como estudiantes tienen una noción muy vaga de lo que significa la cuarta revolución industrial; se aprecia que los jóvenes han tenido acceso a las tecnologías 4.0 más populares que son los sitios web y las aplicaciones móviles, esto más como usuarios que como desarrolladores; las demás tecnologías que comprende la 4RI son aún realidades lejanas para los estudiantes, pues han oído hablar de ellas, han leído o escuchado de su existencia y funcionalidad mayormente en clases o consultando en internet, pero no han tenido la oportunidad de conocer el trasfondo técnico que implica su uso y/o desarrollo, así como sus posibilidades.

La triangulación FPF - FE muestra con claridad que las tecnologías 4.0 no son un elemento que haga parte de la realidad cotidiana de los jóvenes; las tecnologías más populares como son sitios web o aplicaciones móviles son aquellas a las que los jóvenes tienen oportunidad de acceder debido a su masificación; sin embargo, los jóvenes manifiestan que sus conocimientos en relación a ellas son apenas iniciales, es decir las han utilizado, saben para que sirven, pero no tienen los conocimientos técnicos y prácticos que se requerirían para su uso avanzado o su desarrollo.

Las demás tecnologías 4.0 son para los jóvenes una realidad muy poco explorada, ya que en clases o mediante medios masivos de comunicación, las han oído mencionar, saben que existen y tienen una idea del uso que se les da, pero no conocen directamente su funcionalidad ni su potencialidad; se perciben como objetos que existen pero que son ajenos a ellos.

Los padres de familia parecen no distinguir entre las diferentes tecnologías 4.0, pues no destacan o condenan en específico el uso de alguna de estas tecnologías; saben que apoyan el aprendizaje de sus hijos pero no demuestran claridad en la forma en que lo hacen.

De la información obtenida de estos dos estamentos, se obtuvieron dos elementos clave: el evidente desconocimiento de lo que significa la cuarta revolución industrial y el poco acceso que tienen los jóvenes a las tecnologías 4RI.

El primer elemento clave, muestra que al desconocer la existencia de la 4RI, no se prevé su posible impacto en el futuro inmediato de los estudiantes, por tanto no es un factor que preocupe a estos dos estamentos.

En cuanto al segundo, está claro que el acceso a tecnologías de 4RI por parte de los estudiantes es bastante limitado y se da principalmente en clases; esto estaría relacionado con el nivel socio económico de las familias y las limitantes que esto representa en cuanto a la inversión de dinero para recursos tecnológicos.

En la triangulación FDG – FE, se aprecia un contraste de perspectivas entre estos dos estamentos; mientras que los docentes son plenamente conscientes de la necesidad de adaptar los procesos educativos a los desafíos que representa la cuarta revolución industrial, los jóvenes aún no asimilan la importancia de éste fenómeno y las implicaciones que tendrá en su futuro; conocen en su mayoría de estas tecnologías, apenas lo que se desarrolla en clases, que principalmente constituye una parte teórica y no se han preocupado por informarse y aprender mucho más por sus propios medios.

La diferencia de posturas, puede estar dada por el acceso a las tecnologías de 4RI; mientras que los docentes (en especial los de Tecnología) tienen acceso a la mayor parte de estas tecnologías, los jóvenes apenas tienen acceso a los recursos tecnológicos que ofrece su institución educativa, así que para ellos, la mayoría de las tecnologías 4.0 hacen parte de una realidad distante que creen no les afecta.

A continuación se iniciarán las triangulaciones de segundo nivel, que son triangulaciones de otras triangulaciones; la primera se hará entre los resultados de la triangulación de hallazgos de directivos con docentes (FD-FDG) y los resultados de la triangulación de hallazgos de docentes con estudiantes (FDG – FE); la segunda se hará entre los resultados de la triangulación de hallazgos de docentes con estudiantes (FDG – FE) y los resultados de la triangulación entre estudiantes y padres de familia (FE- FPF); la Figura 17 presenta un resumen de los hallazgos previos de triangulaciones de primer nivel.

RETIRO

Figura 17

Triangulaciones FD-FDG, FDG – FE y FE- FPF

FD - FDG	FDG - FE	FE - FPF
• Tanto directivos como docentes, muestran disposición a la inclusión de las tecnologías de 4RI en los procesos de enseñanza – aprendizaje, pues comprenden la importancia y la necesidad de contextualizar la educación frente a la cuarta revolución industrial, a fin de ofrecer mejores oportunidades laborales y académicas a sus estudiantes.	• Existe una marcada diferencia entre las percepciones de los docentes, frente a los desafíos que representa la cuarta revolución industrial para el futuro de sus estudiantes y lo que los estudiantes perciben acerca de la 4RI; por su parte, los docentes creen que es necesario adaptar los procesos educativos incluyendo tecnologías de cuarta revolución industrial, no solo como medio de aprendizaje, sino también como fin del mismo; los jóvenes en cambio, parecen no preocuparse por las posibles implicaciones que tendría para su futuro, el florecimiento de las tecnologías 4.0 y la afectación en sus posibilidades laborales y académicas.	• Tanto padres como estudiantes no tienen muy claro lo que significa la cuarta revolución industrial; los jóvenes han escuchado acerca de la mayoría de las tecnologías 4.0, pero han tenido pocas o nulas oportunidades de interactuar con ellas o desarrollar habilidades técnicas al respecto; los padres creen que es positivo que sus hijos usen la tecnología para su aprendizaje, pero no tienen mayor claridad acerca de los recursos requeridos para ello.

Fuente: Elaboración Propia

En la triangulación FD – FDG – FE, se observa en este caso, que los jóvenes no son parte activa de la construcción del currículo educativo, al menos en lo que tiene que ver con la definición de los aprendizajes que hacen parte del mismo y los medios que se emplean para lograrlo; pese a que son conscientes del actual desarrollo tecnológico y de la importancia de las tecnologías 4.0, no las conciben como una realidad que debería llegar a las aulas para su propio aprendizaje.

Lo anterior muestra que está en manos de directivos y docentes el plantear las transformaciones educativas necesarias, para hacer más pertinente el currículo educativo, en cuanto a las habilidades tecnológicas de demanda la 4RI y que sin duda tendrá

implicaciones en las oportunidades laborales y académicas de los jóvenes que egresan del ciclo educativo de la media.

En la triangulación FDG – FE – FPF, se aprecia que el fenómeno de la cuarta revolución industrial es casi desconocido para padres y estudiantes; los docentes por su parte, consideran que es necesario que los procesos educativos incluyan tecnologías de 4RI y que el currículo escolar se adapte frente a esta nueva realidad, para que sus estudiantes tengan mejores oportunidades académicas y laborales.

Se aprecia una divergencia de percepciones entre estos dos grupos de estamentos (directivos y docentes vs padres de familia y estudiantes), en donde se evidencia la falta de información acerca del fenómeno de la cuarta revolución industrial, que demuestran padres y estudiantes, lo que genera falta de preocupación por las posibles implicaciones que la 4RI pudiera tener en el futuro inmediato y a largo plazo de los jóvenes.

En contraste, los docentes y directivos demuestran estar más enterados de la importancia de la 4RI y sus posibles implicaciones en el ámbito escolar y laboral; lo anterior se refleja en el planteamiento de la necesidad manifiesta de incluir las tecnologías 4.0 en el proceso educativo.

Para finalizar la triangulación de la información relevante a la Categoría 1, se realizará una triangulación de tercer nivel entre las triangulaciones FD – FDG - FE con FDG – FE - FPF.

Los resultados de la triangulación de segundo nivel FD – FDG - FE mostraron una clara preocupación de parte de directivos y docentes por la necesidad de adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje para hacerlos pertinentes de cara a la cuarta revolución industrial; los jóvenes por su parte no asimilan las posibles implicaciones que el fenómeno tendría en su futuro; lo anterior, deja en manos de directivos y docentes una posible transformación curricular.

De otra parte, los resultados de la triangulación FDG – FE - FPF muestran que tanto padres como estudiantes no tienen claras las posibles implicaciones que podría tener la 4RI en el futuro de los jóvenes; creen que el uso de la tecnología para el aprendizaje es positivo, pero no tienen una noción muy clara de los recursos tecnológicos que se deberían incluir; los docentes por su parte creen que es necesario incluir tecnologías de cuarta revolución industrial en el proceso educativo.

Se aprecia que directivos y docentes (especialmente los docentes de Tecnología e Informática) conocen y hacen uso de tecnologías de 4RI y creen que es importante incluirlas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de sus estudiantes, usándolas como medio y fin del aprendizaje, a fin de adaptar la educación que se ofrece, a los desafíos que supone la cuarta revolución industrial y de ofrecer a sus egresados mejores oportunidades laborales y académicas.

En contraste, los padres y estudiantes no tienen una noción clara de lo que significa la 4RI; los estudiantes han escuchado hablar de manera general de las tecnologías 4.0 y han interactuado con las más populares (Sitios web y aplicaciones móviles), principalmente como usuarios de las mismas y a un nivel muy inicial como desarrolladores de sitios web; pese a ello, no asimilan estas tecnologías como una realidad inmediata, por su poca interacción con las mismas, así que no creen en una posible afectación para su futuro, a causa de la masificación de dichas tecnologías.

Los hallazgos muestran sin duda que está en manos de los directivos y docentes de las instituciones del municipio, materializar sus reflexiones acerca de la 4RI en los currículos institucionales, no solo incluyendo las tecnologías 4.0 en los procesos de enseñanza, sino desarrollando en los jóvenes una posición crítica sobre su propio aprendizaje, la pertinencia del mismo en la realidad actual y la calidad de la enseñanza que se ofrece en cada una de las instituciones, así como la importancia que se le debería dar a la inversión en recursos tecnológicos para el aprendizaje.

Habiendo finalizado la triangulación de información, se procederá a ofrecer respuesta con base en los hallazgos a las preguntas generales planteadas para esta categoría:

- ¿Los miembros de la comunidad educativa conocen las tecnologías de 4RI?

La respuesta a este interrogante varía según el miembro de la comunidad educativa:

- Los directivos saben de la existencia de las tecnologías de cuarta revolución industrial en términos generales, conocen y usan las más populares (sitios web, aplicaciones móviles e internet de las cosas) y tienen acceso a los dispositivos más comunes como son computadoras, tabletas, Smart phones, así como conectividad a internet.
- Los docentes de Tecnología e Informática, son el estamento de las comunidades educativas que más conoce las tecnologías 4RI, pues no solo las usa, sino que tiene conocimientos técnicos en algunos casos muy avanzados de algunas de ellas (por ejemplo

programación, desarrollo web, administración de redes, diseño 3D, etc.); este estamento accede a estas tecnologías principalmente fuera de su entorno laboral.

- Los docentes de Ética y Valores, al igual que los docentes de las otras áreas, conocen y usan las tecnologías 4RI más populares y tienen conocimientos generales acerca de las demás; principalmente acceden a estos recursos tecnológicos en casa fuera de su entorno laboral.
- Los padres de familia tienen un vago conocimiento acerca de las tecnologías 4RI; saben que existen unos recursos tecnológicos que facilitan el aprendizaje de sus hijos, pero no demuestran mayor claridad para indicar cuales son.
- Los estudiantes por su parte saben y conocen de manera general cuáles son las tecnologías 4RI, saben para que se utilizan, pero solo han tenido oportunidad de interactuar con las más populares, específicamente a nivel de usuario de tales tecnologías que como desarrollador o técnico de las mismas.

• ¿Cómo las usan?

A nivel general podría decirse que los directivos y docentes usan estas tecnologías para sus actividades cotidianas y como herramienta para facilitar la enseñanza en cada una de las áreas que enseñan; los docentes de Tecnología usan estas tecnologías igual que los demás docentes, pero adicionalmente fuera del entorno escolar, algunos de ellos generan ingresos económicos poniendo en práctica sus conocimientos técnicos avanzados al respecto o para su propia formación académica.

Los padres de familia conocen y usan muy poco estas tecnologías, salvo aquellas de uso masivo para comunicaciones.

Los estudiantes usan las tecnologías a las que tienen acceso principalmente en la institución con fines educativos y al igual que sus padres fuera del entorno escolar, las usan para la comunicación.

• ¿Qué percepciones sobre la 4RI tienen los miembros de la comunidad educativa?

Los directivos, docentes de Ética y valores, así como los docentes de otras áreas, tienen una noción general del fenómeno de la cuarta revolución industrial y sus posibles implicaciones en todos los aspectos de las actividades humanas; son conscientes de la necesidad de adaptar los procesos educativos a esta nueva realidad y sienten que afectará el futuro inmediato y a mediano plazo de sus estudiantes.

Los docentes de tecnología tienen una visión más amplia de lo que significa la cuarta revolución industrial y sus efectos disruptivos en todos los campos; creen que es necesario adaptar la enseñanza a los desafíos que supone la 4RI y creen que el proceso educativo debe responder a los nuevos retos que supone esta nueva realidad.

Los padres de familia no tienen claridad acerca de la cuarta revolución industrial y sus implicaciones en el futuro de sus hijos.

Los estudiantes, en su mayoría no tienen claridad de lo que significa el fenómeno de la cuarta revolución industrial, ni de las posibles implicaciones que tendría para su futuro; saben de la existencia de tecnologías 4.0, pero no las asimilan como una realidad que les afectará, sino como algo ajeno a su entorno.

Resueltos los interrogantes propuestos para la Categoría 1, se procederá a realizar el análisis de la información relativa a la Categoría 2.

4.2.2 Categoría 2: Habilidades de 4RI

Esta categoría busca determinar cuáles son las habilidades de cuarta revolución industrial, que deben desarrollar los jóvenes, teniendo en cuenta las exigencias laborales y académicas que demandará el entorno de cara al fenómeno de la 4RI.

Con el objeto de saber cuáles son las habilidades 4RI necesarias, se partió de los hallazgos en revisión del estado del arte y del marco teórico, quedando establecido que las habilidades que demanda la cuarta revolución industrial son de dos tipos: técnicas y blandas.

Las habilidades técnicas están relacionadas con el uso y conocimiento de tecnologías 4.0, las cuales se establecieron en la Categoría 1.

Las habilidades blandas, tienen que ver con las actitudes del individuo frente a los problemas y situaciones cotidianas, así como su capacidad de enfrentarse a ellos con éxito.

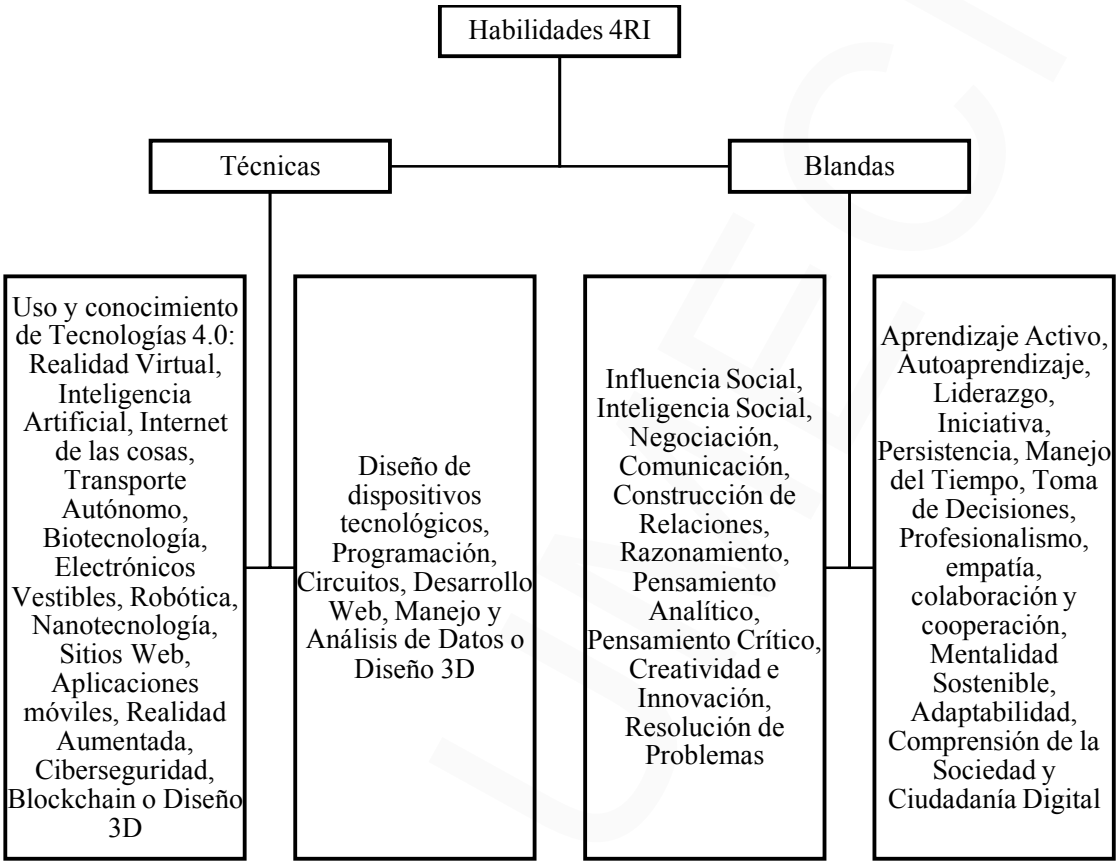
La revisión teórica desarrollada en la fase de pensar de ésta investigación, dio como resultado los hallazgos que se muestran en la Figura 18.

Establecidas las habilidades 4RI, la segunda categoría busca determinar cuáles de estas habilidades se desarrollan actualmente en los currículos institucionales y cuáles hacen falta.

PREPRINT

Figura 18

Habilidades 4RI Requeridas



Fuente: Elaboración propia a partir de Crovi Druetta, 2017; Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard et al., 2017; Lubis et al., 2019; Manyika et al., 2017; Manpower Group, 2018; Romero et al., 2016; Frey y Osborne, 2013; Dombrowski y Wagner, 2014; Ghislieri et al., 2018; Sook Young, 2018; Kurniawan et al., 2019 y Pérez Betancur, 2016.

Por lo anterior, la Categoría 2 plantea la siguiente pregunta general: ¿Qué habilidades de 4RI están incluidas actualmente en el currículo?

Las fuentes con las que contaba esta pregunta eran el PEI (Proyecto Educativo Institucional), los planes de estudios, los estándares de competencias, los directivos, los docentes de Tecnología, los docentes de Ética y Valores, los docentes otras áreas, los estudiantes y los padres de familia.

Para la revisión de los PEI, los planes de estudios y los estándares de competencias, se realizó un proceso denominado revisión documental, en que el que se aplicaron los instrumentos validados por los expertos que pueden verse en el Apéndice A.

Las preguntas específicas que evaluaba el instrumento de revisión documental del PEI eran las siguientes:

- ¿La misión institucional incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes?
- ¿La visión institucional incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes?
- ¿Los objetivos institucionales incluyen la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes?
- ¿El perfil del estudiante incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes?
- ¿La asignación académica del área de tecnología e informática en educación media es superior a dos horas semanales o hay proyectos transversales institucionales que involucren ésta área?
- ¿La institución cuenta con alguna modalidad o énfasis?
- ¿El área de tecnología en la institución se subdivide en otras asignaturas?
- ¿Dentro de la malla curricular, existen otras asignaturas transversales al área de tecnología e informática?

La consolidación de hallazgos de la revisión documental del PEI , se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12

Hallazgos Revisión Documental del PEI en las Cuatro Instituciones

Pregunta	Fuente	Respuesta
¿La misión institucional incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes?	PEI-IE1	No. La misión se centra en la formación en valores, el liderazgo y el desarrollo del proyecto de vida.
	PEI-IE2	Si. Dentro de la misión el uso de las tecnologías hace parte de la implementación del modelo pedagógico.
	PEI-IE3	Si. La institución orienta su labor al beneficio de la sociedad mediante el ofrecimiento de alternativas técnicas y tecnológicas para el contexto.
	PEI-IE4	Si. La misión se centra en el manejo de las emociones y busca que los jóvenes tengan una proyección abierta a la tecnología.
¿La visión institucional incluye la tecnología como eje de la	PEI-IE1	No. La visión se orienta a la formación académica y en valores.
	PEI-IE2	No. La visión se orienta a la formación académica y en valores.

Pregunta	Fuente	Respuesta
formación de sus estudiantes?	PEI-IE3	No. Está dirigida a liderar la formación con fundamento en el respeto por el medio ambiente y el desarrollo empresarial para el sector agropecuario y ecológico.
	PEI-IE4	No. La visión se orienta a la formación académica y la calidad humana.
¿Los objetivos institucionales incluyen la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes?	PEI-IE1	No. Los objetivos se orientan hacia la vinculación de los jóvenes a la sociedad mediante el desarrollo de valores , del desarrollo académico y del liderazgo.
	PEI-IE2	No. Los objetivos se orientan hacia la vinculación de los jóvenes a la sociedad mediante la formación de valores y desarrollo académico.
	PEI-IE3	No. Los objetivos se orientan a la formación moral, al respeto de derechos y deberes, así como el amor a la naturaleza como eje para el proceso educativo.
	PEI-IE4	No. Los objetivos se orientan hacia una educación integral que forme seres felices y capaces de generar bienestar
¿El perfil del estudiante incluye la tecnología como eje de la formación de sus estudiantes?	PEI-IE1	No. El perfil del estudiante gonzalista es el de una persona autónoma con una amplia formación académico y en valores.
	PEI-IE2	No. El perfil del estudiante caciquista va dirigido al desarrollo de su proyecto de vida , mediante el fortalecimiento de sus competencias académicas, emocionales y de sus valores.
	PEI-IE3	No. Define el perfil de sus estudiantes como sujetos con la capacidad de interpretar y transformar el conocimiento y su comunidad desde los aportes científicos, teóricos y culturales.
	PEI-IE4	Si. El perfil del estudiante de la institución Pablo VI es el de una persona con proyección comunitaria, con mentalidad positiva y abierta a la tecnología, la ciencia, la salud, la cultura y el deporte.
¿La asignación académica del área de tecnología e informática en educación media es superior a dos horas semanales o hay proyectos transversales institucionales que involucren ésta área?	PEI-IE1	No. Se enseñan dos horas semanales de informática en cada grado y existe un proyecto educativo denominado Tecno – Sapiens que articula los conocimientos adquiridos por los estudiantes en las diferentes áreas del saber cómo lo son (tecnología e informática, matemáticas, física, química).
	PEI-IE2	No. Se enseñan dos horas semanales de informática en cada grado, no hay proyectos tecnológicos transversales.
	PEI-IE3	No. Se dan dos horas semanales de Tecnología e Informática; no existen proyectos pedagógicos asociados con el área.
	PEI-IE4	No. Se enseñan dos horas semanales de informática en cada grado, no hay proyectos pedagógicos de tecnología.
¿La institución cuenta con alguna modalidad o énfasis?	PEI-IE1	No. Es una institución educativa oficial de carácter académico
	PEI-IE2	No. Es una institución educativa oficial de carácter académico
	PEI-IE3	Si. Es una institución educativa técnica agrícola.

Pregunta	Fuente	Respuesta
	PEI-IE4	No. Es una institución educativa oficial de carácter académico
¿El área de tecnología en la institución se subdivide en otras asignaturas?	PEI-IE1	No. Las dos horas semanales de Tecnología se asignan a informática.
	PEI-IE2	No. Las dos horas semanales de Tecnología se asignan a informática.
	PEI-IE3	No. Las dos horas semanales de Tecnología se asignan a informática.
	PEI-IE4	No. Las dos horas semanales de Tecnología se asignan a informática.
¿Dentro de la malla curricular, existen otras asignaturas transversales al área de tecnología e informática?	PEI-IE1	Si. El área de Ciencias Naturales tiene un eje denominado Ciencia Tecnología y Sociedad.
	PEI-IE2	Si. El área de Ciencias Naturales tiene un eje denominado Ciencia Tecnología y Sociedad.
	PEI-IE3	Si. El área de Ciencias Naturales tiene un eje denominado Ciencia Tecnología y Sociedad
	PEI-IE4	Si. El área de Ciencias Naturales tiene un eje denominado Ciencia Tecnología y Sociedad

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 12 se observa que para la fuente PEI – IE1, la tecnología no es un eje central dentro del planteamiento del currículo, que principalmente se fundamenta en los valores, el liderazgo y el desarrollo académico; se observa transversalidad del área de tecnología con ciencias para la formación de habilidades para el uso responsable de la tecnología y la mentalidad sostenible y con el proyecto Tecno – Sapiens que busca integrar otras áreas; no se observa inclusión específica de habilidades de cuarta revolución industrial desde el planteamiento del currículo institucional.

Así mismo, en la fuente PEI – IE2 aunque la tecnología se incluye en la misión, se observa que no es un eje central dentro del planteamiento del currículo, que principalmente se fundamenta en los valores, la formación emocional y el desarrollo académico; de forma similar se observa transversalidad del área de tecnología con ciencias para la formación de habilidades para el uso responsable de la tecnología y la mentalidad sostenible; tampoco en esta fuente se observa inclusión específica de habilidades de cuarta revolución industrial desde el planteamiento del currículo institucional.

En la fuente PEI- IE3 se aprecia que aunque la tecnología se incluye en la misión, se asimila más como técnicas y herramientas para la producción agrícola, se observa que no es un eje central dentro del planteamiento del currículo, que principalmente se fundamenta en la moral, el respeto de derechos y deberes y el amor por la naturaleza; también se observa transversalidad del área de tecnología con ciencias para la formación de habilidades para el uso responsable de la tecnología y la mentalidad sostenible; para esta fuente tampoco se observa inclusión específica de habilidades de cuarta revolución industrial desde el planteamiento del currículo institucional.

Por último, para fuente PEI- IE4 aunque la tecnología se incluye en la misión y en el perfil estudiantil, se observa que no es un eje central dentro del planteamiento del currículo, que principalmente se fundamenta en el manejo de las emociones; al igual que en las otras fuentes, se observa transversalidad del área de tecnología con ciencias para la formación de habilidades para el uso responsable de la tecnología y la mentalidad sostenible; no se observa inclusión específica de habilidades de cuarta revolución industrial desde el planteamiento del currículo institucional.

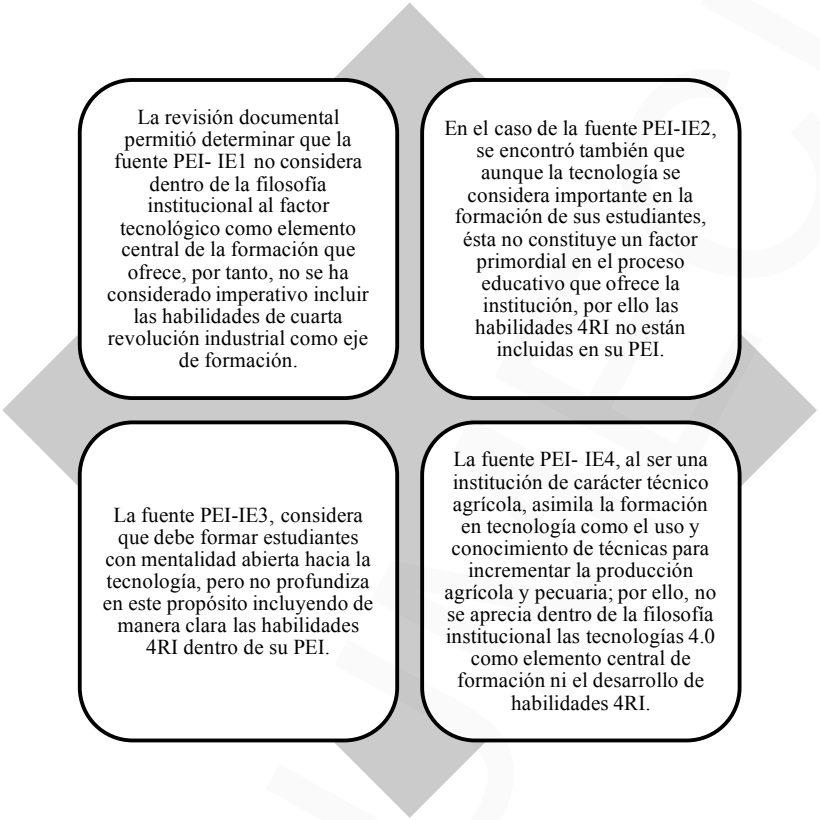
Los hallazgos obtenidos mediante la revisión documental de los PEI, muestran ciertas coincidencias en los currículos de las cuatro instituciones, que en general aspiran a educar ciudadanos con una buena formación académica y en valores; se aprecia que para las instituciones del municipio en general, tiene mayor importancia la formación (en lo relativo al ser, a los principios éticos, a la sana convivencia) sobre el aprendizaje (en lo relativo a lo académico); esto podría darse por el tipo de población que atiende, que como ya se ha dicho, proviene de los estratos socio económicos más bajos, donde con frecuencia se presentan las situaciones de carencia y vulnerabilidad, que generan violencia, maltrato y falta de protección hacia los niños y jóvenes.

A continuación se triangulará la información obtenida en los PEI de las cuatro instituciones, para determinar si entre la filosofía y objetivos institucionales, que plantea cada uno de los centros educativos, se tiene en consideración las habilidades 4RI.

La Figura 19 muestra un resumen de los hallazgos obtenidos de la revisión documental de los PEI de las fuentes PEI-IE1, PEI-IE2, PEI-IE3 y PEI-IE4.

Figura 19

Hallazgos Revisión Documental PEI



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 19, se aprecia que las cuatro instituciones educativas centran su filosofía institucional en la formación de valores y el desarrollo académico, como mecanismo para permitir a los jóvenes su integración a la sociedad; ninguna de ellas ha contemplado la necesidad de incluir en su perfil estudiantil, habilidades de 4RI que permitan mejorar las oportunidades laborales y /o académicas de sus estudiantes.

Las cuatro instituciones privilegian el desarrollo de valores y principios, que hacen posible que los jóvenes puedan incorporarse con éxito al mundo laboral o continuar su formación académica; sin embargo, ninguna de las instituciones considera que las habilidades 4RI sean parte vital de ese propósito.

Para la Categoría 2, otra fuente documental eran los planes de estudios; el instrumento de revisión documental aplicado para ellos, resolvía los siguientes interrogantes:

- ¿Dentro del plan de estudios en educación media se incluyen el uso o conocimiento de las siguientes tecnologías: Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios Web, Aplicaciones móviles, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain o Diseño 3D?
- ¿En los planes de estudios en educación media se plantea el desarrollo de las siguientes habilidades técnicas: Diseño de dispositivos tecnológicos, Programación, Circuitos, Desarrollo Web, Manejo y Análisis de Datos o Diseño 3D?
- ¿En el plan de estudios de la educación media, se plantea el desarrollo de las siguientes habilidades blandas: Influencia Social, Inteligencia Social, Negociación, Comunicación, Construcción de Relaciones, Razonamiento, Pensamiento Analítico, Pensamiento Crítico, Creatividad e Innovación, Resolución de Problemas, Aprendizaje Activo, Autoaprendizaje, Liderazgo, Iniciativa, Persistencia, Manejo del Tiempo, Toma de Decisiones, Profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital o Adaptabilidad?

Para resolver estas interrogantes, se revisaron los planes de estudios, encontrando la información relevante en los planes de estudios de Ética y Valores, Tecnología e Informática y Ciencias Naturales; la consolidación de la información para cada una de las instituciones, se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13

Hallazgos Revisión Documental PLE de las Cuatro Instituciones

Pregunta	Fuente	Respuesta
¿Dentro del plan de estudios en educación media se incluyen el uso o conocimiento de las siguientes tecnologías: Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles,	PLE-IE1	- Sitios Web: En el plan de estudios se contempla el aprendizaje del uso de algunos sitios web y el diseño y creación de sitios sencillos, mas no se especifica si la creación de las páginas se hace mediante html y CSS o usando editores WYSIWYG. - Aplicaciones Móviles: Se contempla el uso de algunas aplicaciones sencillas como el correo o el antivirus, no se contempla el diseño o creación de Apps.

Pregunta	Fuente	Respuesta
Robótica, Nanotecnología, Sitios Web, Aplicaciones móviles, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain o Diseño 3D?	PLE-IE2	- Biotecnología: Los contenidos en torno a esta temática son meramente teóricos. - Robótica: Los contenidos en torno a esta temática son meramente teóricos. - Sitios Web: Se contempla la construcción de páginas web usando editores WYSIWYG en grado décimo y usando html y CSS en grado once, a nivel básico, usando como editor el bloc de notas y algunos editores online. - Aplicaciones Móviles: Se contempla el uso de algunas aplicaciones sencillas como el correo o el antivirus, no se contempla el diseño o creación de Apps.
	PLE-IE3	- Sitios Web: En el plan de estudios se contempla el aprendizaje del uso de algunos sitios web y el diseño y creación de sitios sencillos, mas no se especifica si la creación de las páginas se hace mediante html y CSS o usando editores WYSIWYG. - Aplicaciones Móviles: Se contempla el uso de algunas aplicaciones sencillas como el correo o el antivirus, no se contempla el diseño o creación de Apps. - Diseño 3D: Se incluye el uso de Autocad.
	PLE-IE4	No se incluye el uso o conocimiento de las tecnologías de cuarta revolución industrial.
¿En los planes de estudios en educación media se plantea el desarrollo de las siguientes habilidades técnicas: Diseño de dispositivos tecnológicos, Programación, Circuitos, Desarrollo Web, Manejo y Análisis de Datos o Diseño 3D?	PLE-IE1	- Diseño de dispositivos tecnológicos: Dentro del área de Tecnología e Informática, se aborda esta habilidad de manera general, más como elemento de comprensión de la evolución tecnológica, que como una práctica educativa. - Circuitos: El área de Ciencias Naturales aborda la comprensión y construcción de circuitos eléctricos. - Desarrollo Web: Se habla del diseño web en grado once, mas no se especifica el uso de lenguajes html, CSS, JavaScript u otros. - Manejo y Análisis de Datos: Se trabajan bases de datos en Access y hojas de datos en Excel en grado décimo
	PLE-IE2	- Diseño de dispositivos tecnológicos: Dentro del área de Tecnología e Informática, se aborda esta habilidad de manera general, más como elemento de comprensión de la evolución tecnológica, que como una práctica educativa. - Programación: Se trabaja la programación de manera elemental con Scratch. - Circuitos: El área de Ciencias Naturales aborda la comprensión y construcción de circuitos eléctricos. - Desarrollo Web: Se desarrollan páginas web con html y CSS en grado once. - Manejo y Análisis de Datos: Se trabajan bases de datos en Access en grado décimo y hojas de datos en Excel en grado noveno.
	PLE-IE3	- Diseño de dispositivos tecnológicos: Dentro del área de Tecnología e Informática, se aborda esta habilidad de manera general, más como elemento de comprensión de la evolución tecnológica, que como una práctica educativa. - Circuitos: El área de Ciencias Naturales aborda la comprensión y construcción de circuitos eléctricos. - Desarrollo Web: Se habla del diseño web en grado once, usando html y Dreamweaver. - Manejo y Análisis de Datos: Se trabajan bases de datos en Access

Pregunta	Fuente	Respuesta
		y hojas de datos en Excel en grado décimo.
	PLE-IE4	- Diseño de dispositivos tecnológicos: Dentro del área de Tecnología e Informática, se aborda esta habilidad de manera general, más como elemento de comprensión de la evolución tecnológica, que como una práctica educativa. - Circuitos: El área de Ciencias Naturales aborda la comprensión y construcción de circuitos eléctricos; de manera complementaria se trabaja con Arduinos para la construcción de pequeños circuitos electrónicos. - Programación: El plan de estudios enfatiza en el desarrollo de un pensamiento computacional, abarcando la solución de problemas, el planteamiento de algoritmos, la construcción de diagramas de flujo y de procesos, todo como base para la programación que se aplica en los Arduinos. - Manejo y Análisis de Datos: Se trabajan bases de datos en Access y hojas de datos en Excel.
¿En el plan de estudios de la educación media, se plantea el desarrollo de las siguientes habilidades blandas: Influencia Social, Inteligencia Social, Negociación, Comunicación, Construcción de Relaciones, Razonamiento, Pensamiento Analítico, Pensamiento Crítico, Creatividad e Innovación, Resolución de Problemas, Aprendizaje Activo, Autoaprendizaje, Liderazgo, Iniciativa, Persistencia, Manejo del Tiempo, Toma de Decisiones, Profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital o Adaptabilidad?	PLE-IE1	Dentro del área de ética y valores se plantean como contenidos estas habilidades y como eje central de todo ello la autonomía, el liderazgo y la búsqueda de la felicidad. Adicionalmente, las habilidades de Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital, Se contemplan transversalmente en Ciencias Naturales y Tecnología, mediante el eje Ciencia Tecnología y Sociedad.
	PLE-IE2	Dentro del área de ética y valores se plantean como contenidos estas habilidades y como eje central de todo ello la autonomía, el liderazgo y la búsqueda de la felicidad. Adicionalmente, las habilidades de Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital, Se contemplan transversalmente en Ciencias Naturales y Tecnología, mediante el eje Ciencia Tecnología y Sociedad.
	PLE-IE3	Dentro del área de ética y valores se plantean como contenidos estas habilidades y como eje central de todo ello la autonomía, el liderazgo y la búsqueda de la felicidad. Adicionalmente, las habilidades de Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital, Se contemplan transversalmente en Ciencias Naturales y Tecnología, mediante el eje Ciencia Tecnología y Sociedad.
	PLE-IE4	La institución como tal no ha planteado un plan de estudios para el área de Ética y Valores ya que es un área que no tiene docente fijo, por tanto se emplean los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación, que contienen todas estas habilidades blandas, adicionalmente, Se contemplan transversalmente en Ciencias Naturales y Tecnología, mediante el eje Ciencia Tecnología y Sociedad

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 13 muestra que para la fuente PLE – IE1, el conocimiento de las tecnologías de cuarta revolución industrial no está incluido en el plan de estudios;

exceptuando los Sitios Web; se usan solo las dos tecnologías más populares: las aplicaciones móviles y los sitios web.

En cuanto a las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial, se propone en el plan de estudios muy a manera general el proceso de diseño de un dispositivo tecnológico, se aborda el tema de circuitos en la asignatura de física, se trabaja el desarrollo web con editores WYSIWYG y se aborda el manejo de datos en hojas de Excel o en tablas sencillas de Access; como tal no se trabajó el diseño y gestión de Bases de Datos.

Las habilidades blandas aparecen en los planes de estudios de las áreas de Ética y Valores en el de Ciencias Naturales en el eje de Tecnología y Sociedad; algunas de las habilidades aparecen enunciadas con sinónimos, pero en general están incluidas en los planes de estudios institucionales.

En la fuente PLE-IE2, se incluye en el plan de estudios el conocimiento de algunas tecnologías de cuarta revolución industrial: Biotecnología, Robótica, Sitios Web y Aplicaciones Móviles, a manera de cultura general y para que se utilizan; se usan solo las dos tecnologías más populares: las aplicaciones móviles y los sitios web.

En cuanto a las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial, del mismo modo que en la fuente anterior, se propone en el plan de estudios muy a manera general el proceso de diseño de un dispositivo tecnológico, se aborda el tema de circuitos en la asignatura de física, se trabaja el desarrollo web tanto con editores WYSIWYG como con código; se aborda el manejo de datos en hojas de Excel o en Bases de datos sencillas de Access.

Del mismo modo, las habilidades blandas aparecen en los planes de estudios de las áreas de Ética y Valores en el de Ciencias Naturales en el eje de Tecnología y Sociedad; en general, las habilidades blandas están incluidas en los planes de estudios institucionales.

Para la fuente PLE-IE3, el plan de estudios incluye el conocimiento de las tecnologías de cuarta revolución industrial Sitios Web, Aplicaciones Móviles y Diseño 3D; se usan tres tecnologías 4.0: las aplicaciones móviles, los sitios web y se diseña en Autocad.

En cuanto a las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial, igual que en las demás fuentes, se propone en el plan de estudios muy a manera general el proceso de diseño de un dispositivo tecnológico, se aborda el tema de circuitos en la asignatura de

física, se trabaja el desarrollo web con editores WYSIWYG y con Dreamweaver (que usa código) y se aborda el manejo de datos en hojas de Excel o en tablas sencillas de Access; como tal no se trabaja el diseño y gestión de Bases de Datos.

Las habilidades blandas aparecen en los planes de estudios de las áreas de Ética y Valores en el de Ciencias Naturales en el eje de Tecnología y Sociedad; en general todas están incluidas en los planes de estudios de esta fuente.

Por último, para la fuente PLE-IE4, probablemente por la dificultad de conectividad derivada de la ubicación geográfica de la institución, no se incluye dentro de plan de estudios el uso de tecnologías 4.0; sin embargo, tampoco se observa que estas temáticas se incluyan de manera informativa o general.

En cuanto a las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial, se propone en el plan de estudios muy a manera general el proceso de diseño de un dispositivo tecnológico, tal como sucede en las otras fuentes y se aborda el tema de circuitos en la asignatura de física y con Arduinos; se fundamenta el pensamiento computacional para llegar a la programación y se aborda el manejo de datos en hojas de Excel o en tablas sencillas de Access.

Las habilidades blandas aparecen en los lineamientos de las áreas de Ética y Valores en el plan de estudios de Ciencias Naturales en el eje de Tecnología y Sociedad; en general se incluyen toda estas habilidades.

Una vez consolidados los hallazgos de los planes de estudios de las cuatro instituciones educativas, se hará la triangulación de estos hallazgos; el resumen de los hallazgos de las habilidades 4RI presentes en los PLE por cada fuente se muestra en la Figura 20.

Las tecnologías 4.0 que la mayoría de las instituciones incluyen en sus planes de estudios son páginas web y aplicaciones móviles, esto probablemente debido a que son las tecnologías con mayor facilidad de acceso en la actualidad, ya que se pueden emplear en equipos de cómputo, tabletas, Smart phones y similares, algunas de ellas incluso sin conectividad.

REPOSITORIO

Figura 20

Hallazgos Revisión Documental PLE Fuentes PLE-IE1, PLE-IE2, PLE-IE3 y PLE-IE4

FUENTE PLE-IE1

Habilidades Técnicas
-Uso de las tecnologías Sitios web y aplicaciones móviles.
-Diseño de dispositivos tecnológicos (a un nivel general)
- Desarrollo Web (No se especifica si con código o con editores WYSIWYG)
- Circuitos (a un nivel general)
- Manejo y Análisis de Datos (usando Access y Excel)
Habilidades blandas:
- Habilidades sociales, de razonamiento, Personales e interculturales

FUENTE PLE-IE2

Habilidades Técnicas
-Uso de las tecnologías Sitios web y aplicaciones móviles.
- conocimiento acerca de las tecnologías Biotecnología y Robótica.
-Diseño de dispositivos tecnológicos (a un nivel general)
- Desarrollo Web (usando código y editores WYSIWYG)
- Circuitos (a un nivel general)
- Programación (a un nivel inicial con Scratch)
- Manejo y Análisis de Datos (usando Access y Excel)
Habilidades blandas:
- Habilidades sociales, de razonamiento, Personales e interculturales

FUENTE PLE-IE3

Habilidades Técnicas
-Uso de las tecnologías Sitios web ,aplicaciones móviles y diseño 3D.
-Diseño de dispositivos tecnológicos (a un nivel general)
- Desarrollo Web (con código y con editores WYSIWYG)
- Circuitos (a un nivel general)
- Manejo y Análisis de Datos (usando Access y Excel)
Habilidades blandas:
- Habilidades sociales, de razonamiento, Personales e interculturales

FUENTE PLE-IE4

Habilidades Técnicas
-Diseño de dispositivos tecnológicos (a un nivel general)
- Programación (a un nivel intermedio)
- Circuitos (a un nivel general)
- Manejo y Análisis de Datos (usando Access y Excel)
Habilidades blandas:
- Habilidades sociales, de razonamiento, Personales e interculturales

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo el desarrollo web es una habilidad que se trata de incluir en los planes de estudios aunque aún de una manera muy incipiente.

Se aprecia que la programación, siendo una de las habilidades con mayor relevancia se trabaja poco, tal vez debido a la falta de hardware apropiado y a la necesidad de desarrollar un pensamiento computacional que requeriría mayor dedicación en tiempo.

También se observa que el diseño de dispositivos es visto más como lo indica el estándar a modo de comprensión del efecto social y cultural del desarrollo tecnológico, pero no en si como un proceso creativo, que desarrolla una serie de pasos hasta llegar a la solución de un problema, no se trabaja en el conocimiento y aplicación de estos pasos ni en el desarrollo de ideas creativas.

Los circuitos se trabajan en la asignatura de Física de modo informativo y comprensivo, muy poco práctico, seguramente a causa de la falta de laboratorios de electricidad, electrónica o robótica.

El análisis y manejo de datos, se hace con sistemas gestores de bases de datos muy sencillos como Access, a falta de software más especializado, hardware complementario y/o conectividad.

En cuanto a las habilidades blandas, se aprecia que todas las instituciones las incluyen en sus planes de estudios, en especial en el área de Ética y Valores; sin embargo, es importante resaltar que existe un eje transversal en el área de Ciencias Naturales denominado Tecnología y sociedad, donde se trabajan algunas de estas habilidades de manera transversal.

La siguiente fuente documental para la Categoría 2 son los estándares de competencias y lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), para cada una de las áreas obligatorias en el ciclo de educación básica y media, que establecen los aprendizajes mínimos y obligatorios, que deben desarrollarse en cada una de las áreas de enseñanza.

Para el caso del presente estudio, se tomaron como fuente los estándares de competencias y lineamientos para las áreas de Ética y Valores ,Tecnología e Informática, y Ciencias Naturales; el instrumento aplicado buscaba responder las siguientes preguntas:

- ¿ Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación media en Tecnología e Informática, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes tecnologías: Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios Web, Aplicaciones móviles, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain o Diseño 3D?

- ¿ Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación media, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes habilidades: Diseño de dispositivos tecnológicos, Programación, Circuitos, Desarrollo Web, Manejo y Análisis de Datos o Diseño 3D?
- ¿ Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes habilidades: Influencia Social, Inteligencia Social, Negociación, Comunicación, Construcción de Relaciones, Razonamiento, Pensamiento Analítico, Pensamiento Crítico, Creatividad e Innovación, Resolución de Problemas, Aprendizaje Activo, Autoaprendizaje, Liderazgo, Iniciativa, Persistencia, Manejo del Tiempo, Toma de Decisiones, Profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital o Adaptabilidad?

La revisión de estándares de competencias y lineamientos publicados por el MEN produjo la consolidación de hallazgos que se presenta en la Tabla 14; es importante destacar que estos estándares son de obligatorio cumplimiento para todas las instituciones educativas, públicas y privadas, así que se entiende que las cuatro instituciones del municipio deben implementarlos.

Tabla 14

Hallazgos Fuente EC

Pregunta	Respuesta
¿Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación media en Tecnología e Informática, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes tecnologías: Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios Web, Aplicaciones móviles, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain o Diseño 3D?	No. La mayor parte de estas tecnologías han tenido su mayor desarrollo posterior a la fecha de construcción de los estándares, por tanto no se consideran en el mismo.
¿Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación media, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes habilidades: Diseño de dispositivos tecnológicos, Programación, Circuitos, Desarrollo Web, Manejo y Análisis de Datos o Diseño 3D?	Se plantea la enseñanza de las siguientes habilidades: - Diseño de dispositivos tecnológicos: La mayor parte de los desempeños que exige el estándar, están encaminados a comprender el proceso de diseño de un artefacto tecnológico, a partir de la observación de dispositivos tecnológicos ya existentes. - Circuitos: En el área de Ciencias Naturales se plantea la comprensión y construcción de circuitos eléctricos. - Manejo y Análisis de Datos: Se contempla de manera general para todo tipo de información, pero no se especifican herramientas ni estructuras.

Pregunta	Respuesta
¿Dentro de los estándares planteados para el ciclo de educación, se plantea la enseñanza de alguna de las siguientes habilidades: Influencia Social, Inteligencia Social, Negociación, Comunicación, Construcción de Relaciones, Razonamiento, Pensamiento Analítico, Pensamiento Crítico, Creatividad e Innovación, Resolución de Problemas, Aprendizaje Activo, Autoaprendizaje, Liderazgo, Iniciativa, Persistencia, Manejo del Tiempo, Toma de Decisiones, Profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital o Adaptabilidad?	Aunque no existen estándares para el área de Ética y Valores, existen unos lineamientos que contemplan la formación de todas estas habilidades, algunas de ellas aparecen con nombre distinto o con sinónimos, pero en general todas se encuentran inmersas en los lineamientos. Las habilidades de Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital, se encuentran transversalizadas en los estándares de Tecnología y Ciencias Naturales en el eje Tecnología y Sociedad

Fuente: Elaboración propia.

El conocimiento de las tecnologías de cuarta revolución industrial no está incluido en los estándares planteados por el MEN, pues su aparición es mucho más reciente que el estándar actual que ya tiene más de 14 años; es pertinente mencionar que dicho estándar es muy similar al planteado en 2006, que se construyó con base en el Programa de Educación para la Tecnología PET21 de 1996; luego su diseño no podía contemplar estas tecnologías.

En cuanto a las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial, el estándar aborda tres habilidades muy a modo general:

- Diseño de dispositivos tecnológicos en lo relativo a cómo solucionar problemas usando tecnología y cómo los dispositivos han influido en el desarrollo de la humanidad.
- Circuitos, a un nivel básico en Ciencias Naturales abordando la concepción de circuito, los tipos de circuitos, los componentes de un circuito y la construcción de circuitos sencillos.
- En cuanto al manejo y análisis de datos, no se habla de herramientas informáticas especializadas en manejo de datos sino se busca aprender a usar bien la información.

Las habilidades blandas aparecen en los lineamientos de Ética y Valores; así mismo, tanto en Tecnología como en Ciencias Naturales aparece el eje de Tecnología y Sociedad que abordan la Mentalidad Sostenible, Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital; de este modo, se observa que las habilidades blandas de cuarta revolución industrial ya están incluidas en los actuales estándares de competencias.

Revisadas las tres fuentes documentales, se procede a hacer la triangulación de información entre fuentes; para ello se iniciará triangulando los planes de estudios (PLE) con los estándares de competencias (EC), donde se supone debe haber total concordancia,

pues los planes de estudios deben cumplir con el estándar; posteriormente se triangularán los hallazgos de los planes de estudios (PLE) con los hallazgos del PEI; debería haber coherencia teniendo en cuenta que el PEI define la filosofía institucional y lo que se pretende lograr en el estudiante, mediante la ejecución de los planes de estudios. En la Figura 21 se resumen los hallazgos de las fuentes PEI, PLE y CE.

Figura 21

Hallazgos Fuentes PEI, PLE y CE

PEI	PLE	EC
• Dentro de los PEI de las cuatro instituciones, se observa una tendencia a centrar el proceso educativo principalmente en la formación de valores y el desarrollo académico, para integrar a los jóvenes a la sociedad; por tanto, los PEI no contemplan el desarrollo de habilidades técnicas de cuarta revolución industrial como eje central de su labor educativa, pero si apropian la necesidad de formar habilidades blandas.	• Las habilidades de 4RI que se incluyen en los PLE son: • **Habilidades Técnicas** • -Uso de las tecnologías Sitios web y aplicaciones móviles. • -Conocimiento acerca de las tecnologías Biotecnología y Robótica. • -Diseño de dispositivos tecnológicos (a un nivel general) • - Desarrollo Web (usando código y editores WYSIWYG) • - Circuitos (a un nivel general) • - Programación (a un nivel inicial con Scratch) • - Manejo y Análisis de Datos (usando Access y Excel) • **Habilidades blandas:** • - Habilidades sociales, de razonamiento, Personales e interculturales.	• Las habilidades de 4RI que incluye el estándar son: • **Habilidades Técnicas** • -Diseño de dispositivos tecnológicos (a un nivel general) • - Circuitos (a un nivel general) • - Manejo y Análisis de Datos (sin herramientas informáticas) • **Habilidades blandas:** • - Habilidades sociales, de razonamiento, Personales e interculturales.

Fuente: Elaboración propia.

Los hallazgos que muestran la Figura 21, señalan que el estándar se encuentra bastante descontextualizado pues las habilidades técnicas que plantea son demasiado básicas y no incluye las habilidades que según la literatura se requieren para la 4RI.
Se observa que los docentes del área de Tecnología han intentado ajustar sus planes de estudios más allá del estándar, para tratar de ofrecer una enseñanza más acorde a las necesidades actuales, con las serias dificultades que representa la mala infraestructura

tecnológica y la baja intensidad horaria de su área; pese a ello, las habilidades de 4RI que se enseñan son insuficientes.

En cuanto a las habilidades blandas, se observa que hay total coincidencia entre el estándar y los planes de estudios, lo que permite que el ciclo educativo desarrolle las habilidades blandas requeridas para la 4RI.

La triangulación PLE - EC muestra que aunque los planes de estudios van más allá del estándar de competencias, no es suficiente, pues son muy pocas las habilidades técnicas de 4RI que se desarrollan en la actualidad.

En oposición, el actual estándar de competencias y en consecuencia los planes de estudios, plantean la formación de las habilidades blandas que demanda la cuarta revolución industrial.

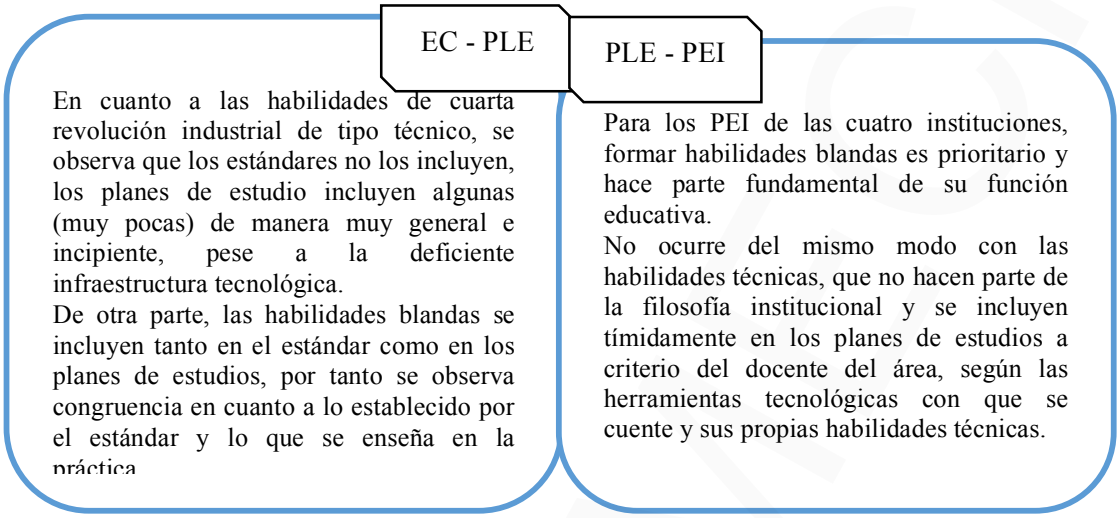
En la triangulación PEI – PLE se aprecia que tanto los PEI como los planes de estudios contemplan la necesidad de formar valores y habilidades que permitan a los jóvenes integrarse satisfactoriamente a la sociedad; de este modo, las habilidades blandas hacen parte de los currículos institucionales, incorporándose en los planes de estudios. En cuanto a las habilidades técnicas, no se incluyen en el currículo, de modo que se plantean en los planes de estudios como contenidos opcionales que los docentes desarrollan según las herramientas tecnológicas que tengan a su alcance y sus propias habilidades técnicas. Hay coincidencia entre los hallazgos de los PEI con respecto a los PLE, en el sentido que se privilegia el desarrollo de las habilidades blandas como estrategia para fortalecer la convivencia, el desarrollo de valores y una integración a la sociedad.

Los PEI no contemplan las habilidades técnicas 4RI para lograr sus objetivos de formación, por tanto tampoco se incluyen estas todas las habilidades dentro de los planes de estudios, así que solo se encuentran aquellas habilidades que están en el estándar de competencias, las que el docente puede desarrollar con la infraestructura tecnológica con que cuenta o las que se ajustan a sus conocimientos.

Siguiendo con la secuencia de análisis de información, se procederá a triangular los hallazgos de la triangulación entre las fuentes EC – PLE y PLE -PEI. La Figura 22 muestra el resumen de las dos triangulaciones previas.

Figura 22

Hallazgos Triangulaciones EC – PLE y PLE – PEI



Fuente: Elaboración propia.

Con base en lo hallado, desde el punto de vista de las fuentes documentales, se observa que las habilidades blandas se encuentran actualmente incluidas en los currículos de las cuatro instituciones educativas del municipio; en contraste, las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial no hacen parte del currículo y se incluye alguna fundamentación de algunas de éstas habilidades, dependiendo de la infraestructura tecnológica y de las habilidades del docente; lo que ocurre actualmente es un claro ejemplo de que lo que se enseña no está determinado por las necesidades de aprendizaje sino por las circunstancias en que se da la enseñanza.

También es importante mencionar que los planes de estudios son congruentes con los PEI y con los estándares, hallándose plena coincidencia en las cuatro instituciones entre lo que exige el Ministerio de Educación en los estándares de competencias y lo que se desarrolla en los planes de estudios; esto permite afirmar que modificar el estándar equivale a transformar los planes de estudios, pues las instituciones se esfuerzan en seguir los parámetros establecidos por el MEN.

En resumen, puede afirmarse con base en las fuentes documentales examinadas, que en la actualidad los currículos de las instituciones desarrollan las habilidades blandas de cuarta revolución industrial.

En oposición, las habilidades técnicas 4RI no se desarrollan en los actuales currículos, pues solo se incluyen algunos conocimientos básicos que se encuentran determinados por la infraestructura tecnológica disponible y por las propias habilidades técnicas del docente.

Hasta aquí se ha analizado la información relativa a la Categoría 2, que se obtuvo mediante las fuentes documentales (PEI, planes de estudios y estándares de competencias); a continuación se hará el análisis de la información que se recopiló de la comunidad educativa mediante la aplicación de entrevistas a directivos, docentes, estudiantes y padres de familia.

La Tabla 15 muestra los hallazgos de las entrevistas aplicadas para esta categoría a los diferentes estamentos de las comunidades educativas.

Tabla 15

Hallazgos Fuentes Humanas para Categoría 3

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
	Fuente: FD	
¿Cree usted que la enseñanza que ofrece actualmente el área de Tecnología e Informática en la educación media en Colombia, se encuentra contextualizada con las exigencias del entorno, en especial con la cuarta revolución industrial? ¿Por qué?	Si	1
	No	3
	La pandemia formó habilidades tecnológicas	1
	Falta capacitación docente	2
	Falta infraestructura tecnológica	3
¿Conoce de alguna política pública en educación, planteada para enfrentar la cuarta revolución industrial en Colombia? ¿Cuál política(s) conoce?	Si	1
	No	3
	Formación Mintic	1
	Fuente: FDT	
¿Usted considera que los temas y contenidos propuestos en los estándares para tecnología se encuentran contextualizados con la cuarta revolución industrial? ¿Porqué?	Si	0
	No	5
	Pocos recursos tecnológicos educativos	5
	Están descontextualizados	5
En el desarrollo de los planes de estudios del área de Tecnología e Informática, ¿Usted aplica cabalmente los contenidos indicados en los estándares o realiza ajustes que cree pertinentes a los mismos?¿Qué	Si	5
	No	0
	Se debe contextualizar	5
	Actualmente se requieren temas que no están en el	5

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
ajustes?¿Que lo motiva a hacer esos ajustes?	estándar	
	Se ajusta según recursos tecnológicos disponibles	3
En la actualidad, dentro de sus clases de Tecnología, usted intenta desarrollar alguna(s) de las habilidades de cuarta revolución industrial? ¿Cuáles habilidades de cuarta revolución industrial intenta desarrollar en el aula? ¿Cree que logra alcanzar un nivel satisfactorio en el desarrollo de esas habilidades en sus estudiantes? ¿Cómo lo evidencia? ¿Qué estrategias usa para lograrlo?	Si	5
	No	0
	Programación	4
	Diseño 3D	2
	Electrónica	2
	Diseño web	2
	Robótica	1
	Bases de Datos	1
	Nivel inicial	3
	Nivel Intermedio	2
Dentro de los temas y contenidos que se desarrollan en el área de Tecnología e Informática, ¿Se aborda el conocimiento y/o uso de alguna(s) de las tecnologías de cuarta revolución industrial?¿Cuáles? ¿Se desarrolla a nivel teórico o se llega a la práctica del uso de esas tecnologías?	De manera general sin práctica por falta de recursos	4
	Solo se aborda a nivel práctico el dibujo 3D por falta de recursos	1
	Se aborda un nivel inicial de diseño web por falta de recursos	2
Fuente: FDOA		
¿Cree usted que la enseñanza que se ofrece actualmente en la educación media, se encuentra contextualizada con las exigencias del entorno, en especial con la cuarta revolución industrial? ¿Por qué?	Si	0
	No	21
	Falta infraestructura tecnológica	16
	Falta capacitación docente	5
	Se debe actualizar el currículo	5
	Faltan laboratorios e investigación	1
	Falta acceso a las herramientas tecnológicas en casa	2
¿Considera que su área contribuye a la formación de habilidades tecnológicas?¿Cuáles?	Si	16
	No	5
	Uso de herramientas tecnológicas para actividades prácticas o aplicación en problemas reales	14
	Generación de contenidos como trabajos escritos, videos, presentaciones o material publicitario	12
	Uso responsable de las herramientas tecnológicas	2
¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar habilidades sociales tales como la influencia o inteligencia social, la capacidad de negociación, comunicación asertiva o construcción de buenas relaciones personales? ¿Cómo?	Si	20
	No	1
	Promoviendo la comunicación asertiva	11
	Enseñando el cumplimiento de reglas y acuerdos	3
	Sembrando expectativas del futuro	2
	Aprovechando las situaciones que se presentan en clase	7
	Mediante la recuperación de memoria histórica	1
	Mediante el ejemplo	1

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
	Propiciando la reflexión	3
	Enseñando a trabajar en equipo	6
¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar las habilidades de razonamiento tales como pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje? ¿Cómo?	Si	20
	No	1
	Análisis de textos u otras fuentes (videos, canciones, etc.)	5
	Analizando situaciones o problemas de la vida real	8
	Uso de mapas de pensamiento	2
	Análisis de sucesos históricos y sus implicaciones	2
	Pidiendo justificación a sus argumentos	1
	Motivando la toma de decisiones y analizando sus consecuencias	2
	Desarrollando procesos investigativos	3
	Mediante la proposición de problemáticas corporales que impliquen análisis y propiocepción	1
	Mediante la elaboración de algoritmos y flujogramas	2
¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar las habilidades de liderazgo tales como iniciativa, persistencia, buen manejo del tiempo y toma acertada de decisiones? ¿Cómo?	Si	21
	No	1
	Actividades cotidianas en clase	2
	Valorando las interacciones y aportes	3
	Mediante juegos y dinámicas	2
	Promoviendo la perseverancia	2
	Promoviendo aprendizaje dialógico	1
	Fomentando la curiosidad histórica	1
	Tertulias dialógicas de diferentes temas	1
	Actividades que permitan proponer ideas	1
	Expresar sus opiniones frente a sucesos	1
	Proponiendo problemas y evaluando soluciones	1
	Mediante trabajo en equipo	1
	Actividades de Teatro	1
	Actividades de lectura y núcleos problemáticos	1
	Desarrollo de proyectos productivos	2
¿Usted considera que desde su área se contribuye a desarrollar las habilidades interculturales como la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la comprensión de la ciudadanía, de la sociedad digital y la adaptabilidad? ¿Cómo?	Si	21
	No	1
	Actividades con uso diverso de la lengua	2
	Trabajo en equipo	3
	Promoviendo Interacciones asertivas	4
	Conocimiento de diversas culturas	2
	Reflexiones acerca de valores como el respeto por los demás	2
	Actividades de intercambio de opiniones	3
	Analizando documentos de interculturalidad	3
	Con lecturas sobre problemáticas sociales	2
	Análisis del contexto	1
Fuente: FDE		
¿Cree usted que la enseñanza que se ofrece actualmente en la educación media, se encuentra contextualizada con las exigencias del entorno, en especial con la cuarta revolución	Si	2
	No	2
	Falta infraestructura tecnológica	2

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
industrial? ¿Por qué?	Falta capacitación docente	1
	Se debe actualizar el currículo	1
	Faltan laboratorios e investigación	1
¿Considera que los estándares y contenidos del área de Ética y Valores, procuran el desarrollo de las habilidades "blandas" que demanda la cuarta revolución industrial? ¿Por qué?	Si	3
	No	1
	Los objetivos del área coinciden con las habilidades blandas requeridas en 4RI	3
	No se logra porque ética es un área que no es enseñada por un docente titular, sino una materia de relleno	1
¿Usted considera que los estudiantes logran desarrollar habilidades sociales tales como la influencia o inteligencia social, la capacidad de negociación, comunicación asertiva o construcción de buenas relaciones personales?¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes?	Si	4
	No	0
	Mediante sus mejoras en el comportamiento	4
	Su desempeño en las diferentes actividades de clase	4
	Su desempeño en actividades no académicas como juegos, tertulias, reuniones e incluso cuando enfrenta conflictos.	4
¿Usted considera que las habilidades de razonamiento, pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje se logran desarrollar a un nivel satisfactorio? ¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes?	Si	1
	No	3
	Estas habilidades se forman más desde otras áreas	3
	Las habilidades de razonamiento son poco profundas, ya que se privilegia más la adquisición de conocimientos que la práctica de los mismos por usar métodos de enseñanza muy tradicionales	2
	Se evidencia en la forma como analizan y resuelven sus propios problemas, o situaciones de tipo familiar o social.	1
¿Considera que se logra desarrollar en los estudiantes habilidades de liderazgo, iniciativa, persistencia, buen manejo del tiempo y toma acertada de decisiones? ¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes?	Si	2
	No	2
	No se percibe en los estudiantes estas habilidades o se perciben a un bajo nivel, les falta asumir su compromiso para ello.	1
	Los estudiantes demuestran estas habilidades en la medida que se les motive	2
	En los jóvenes, predomina la ley del mínimo esfuerzo, se debe trabajar mucho en ese sentido.	1
¿Cree que sus estudiantes desarrollan habilidades interculturales como la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la comprensión de la	Si	3
	No	1
	Se evidencia en sus comportamientos cuando trabajan en equipo	1
	Demuestran conciencia de la necesidad de	1

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
ciudadanía, de la sociedad digital y la adaptabilidad? ¿Cómo evidencia esas habilidades en sus estudiantes?	interrelacionarse con los demás y cuidar el planeta	
	Acogen al estudiante extranjero o al que es "diferente" a ellos	1
	Aún falta reforzar en la mentalidad sostenible	1
	Se han adaptado fácilmente a entornos digitales de comunicación y hacen buen uso de ellos.	1
	Fuente: FPF	
¿Considera que los conocimientos en tecnología que posee su hijo(a) son suficientes y apropiados en la actualidad? ¿Porqué?	Si	40
	No	8
	Cree que tienen los conocimientos pero los emplean en cosas no ayudan a su aprendizaje (por ejemplo jugar o pasar tiempo en redes)	1
	Puede mejorar en el tema del aprendizaje virtual	1
	Cree que podría aprender aún más	8
	Cree que tiene los conocimientos y los emplea para su propio aprendizaje	24
	Cree que sabe demasiado para su edad	1
	Cree que todo evoluciona muy rápido y no es posible estar siempre actualizado	5
	Tiene los conocimientos pero no los usa de manera constructiva	1
	Cree que se requiere mayor acceso a las novedades tecnológicas para tener los conocimientos necesarios	7
	Cree que su hijo no ha aprendido nada	1
Las habilidades sociales permiten a la persona relacionarse con los demás de manera exitosa, respetando las opiniones y sentimientos de los otros, permitiendo entablar relaciones fácilmente con las demás personas. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades sociales?¿Cómo cree que logró esas habilidades?	Si	44
	No	4
	En casa por la enseñanza y convivencia familiar	23
	En el colegio mediante las actividades en clase e interacción con compañeros	17
	En actividades extraescolares como deportes u otras actividades	4
	No logra esas habilidades pues no le gusta interactuar con otros	3
	Solo interactúa con otros a través de las redes sociales	2
	No sabe cómo logró esas habilidades	7
	Las ha logrado con la edad	1
Las habilidades de razonamiento permiten a la persona comprender la información y usarla de la mejor manera posible para resolver problemas de la vida real. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades de razonamiento? ¿Cómo cree que logró esas habilidades?	Si	47
	No	1
	En casa por la enseñanza y convivencia familiar	15
	En el colegio mediante las actividades en clase e interacción con compañeros	25
	En actividades extraescolares como deportes u otras actividades	2

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
	No logra esas habilidades pues no piensa antes de actuar	1
	No sabe cómo logró esas habilidades	10
	Resolviendo problemas cotidianos	2
Las habilidades personales permiten a la persona trabajar en equipo y mejorar la convivencia en todos los lugares en donde se desenvuelve. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades personales? ¿Cómo cree que logró esas habilidades?	Si	45
	No	3
	En casa por la enseñanza y convivencia familiar	19
	En el colegio mediante las actividades en clase e interacción con compañeros	24
	En actividades extraescolares como deportes u otras actividades	5
	No logra esas habilidades pues no le gusta trabajar con otros	1
	No sabe cómo logró esas habilidades	7
	Mediante la lectura	1
Las habilidades interculturales permiten a la persona comprender y aceptar la diversidad social y cultural, eliminando sentimientos y acciones negativas como el racismo o la discriminación. ¿Usted considera que su hijo(a) cuenta con esas habilidades interculturales? ¿Cómo cree que logró esas habilidades?	Si	47
	No	1
	En casa por la enseñanza y convivencia familiar	28
	En el colegio mediante las actividades en clase e interacción con compañeros	13
	En actividades extraescolares como deportes u otras actividades	3
	No sabe cómo logró esas habilidades	12
	Fuente: FE	
¿Usted considera que cuenta con habilidades sociales tales como la influencia o inteligencia social, la capacidad de negociación, comunicación asertiva o construcción de buenas relaciones personales?¿Dónde las adquirió?¿Cómo?	Si	80
	No	18
	En el colegio en clases	60
	En la casa con la familia	38
	Otras interacciones fuera de casa y colegio	7
	Usando internet	5
¿Usted considera que tiene habilidades de razonamiento, tales como pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje?¿Dónde las adquirió? ¿Cómo?	Si	94
	No	4
	En el colegio en clases	69
	En la casa con la familia	22
	Otras interacciones fuera de casa y colegio	3
	Usando internet, viendo Televisión o leyendo	8
	Resolviendo problemas cotidianos	5
¿Considera que ha logrado desarrollar	Si	91

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
sus habilidades personales tales como liderazgo, iniciativa, persistencia, buen manejo del tiempo y toma acertada de decisiones? ¿Dónde las desarrolló? ¿Cómo?	No	7
	En el colegio en clases	61
	En la casa con la familia	32
	Otras interacciones fuera de casa y colegio	2
	Usando internet, viendo Televisión o leyendo	3
¿Cree que cuenta con habilidades interculturales como la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la comprensión de la ciudadanía , de la sociedad digital y la adaptabilidad? ¿Dónde las desarrolló? ¿Cómo?	Si	90
	No	8
	En el colegio en clases	68
	En la casa con la familia	43
	Otras interacciones	9

Fuente: Elaboración propia.

Los directivos consideran que el currículo del área de Tecnología de sus instituciones, no se encuentran contextualizados con las exigencias que presenta el entorno y en específico con el reto que representa la cuarta revolución industrial; consideran que se requiere para contextualizarlo una mejor infraestructura tecnológica y más capacitación docente.

Así mismo, la fuente FD en su mayoría, desconocen de políticas gubernamentales que pretendan fortalecer la formación en tecnología de cara a la cuarta revolución industrial.

Los docentes de Tecnología consideran que el actual currículo del área plantea estándares que no se encuentran contextualizados; por tanto, todos ellos adaptan los temas que enseñan en el área con base en las necesidades tecnológicas que aprecian en la actualidad y la infraestructura tecnológica con que cuentan para enseñar.

La fuente FDT, manifiesta que en la actualidad, intentan desarrollar algunas habilidades de cuarta revolución industrial, principalmente programación, diseño 3D, diseño web y electrónica; la mitad de ellos considera que sólo se llega a un nivel inicial, mientras que los demás consideran que logran alcanzar un nivel intermedio; lo anterior, debido a los recursos que tienen disponibles para la enseñanza, que no permiten profundizar.

Todos los docentes de las otras áreas entrevistados, consideran que la educación que se ofrece actualmente en el ciclo de media, no se encuentra contextualizada en especial con

las exigencias de la cuarta revolución industrial; sin embargo, creen que desde cada una de sus áreas se contribuye al desarrollo de habilidades tecnológicas.

Los docentes FDOA, consideran que las diferentes acciones y actividades desarrolladas en clase, han contribuido a desarrollar en los estudiantes habilidades de tipo social.

Del mismo modo, consideran que las diferentes actividades de aprendizaje que se desarrollan en cada clase, en especial la resolución de problemas de la vida real, han contribuido al desarrollo de habilidades de razonamiento.

Los docentes FDOA, consideran que las habilidades de liderazgo se desarrollan en las diferentes actividades que se realizan cotidianamente en clases y que estas interacciones (que se presentan en variadas situaciones) permiten afianzar estas habilidades.
La mayoría de los docentes FDOA, coincide en que las habilidades interculturales se desarrollan desde las diferentes áreas con las actividades propias de cada clase.

Por su parte, los docentes de Ética y Valores, consideran que los planes de estudios y estándares que se desarrollan en el área, buscan formar las habilidades blandas necesarias para la cuarta revolución industrial; sin embargo en lo referente a las habilidades tecnológicas, creen que falta infraestructura tecnológica para ello, así como capacitación docente y actualización del currículo.

Los docentes FDE, creen que sus estudiantes logran desarrollar habilidades sociales y lo evidencian en sus comportamientos, actitudes en clase, en las diferentes actividades escolares y en la forma como enfrenta los conflictos.

La mayoría de los docentes FDE, consideran que las habilidades de razonamiento no se desarrollan en su área; creen que este tipo de habilidades se forman en las demás asignaturas; consideran que esto se evidencia en la forma en que los jóvenes resuelven los problemas cotidianos.

Las habilidades de liderazgo dividen la opinión de los docentes FDE; para ellos, los jóvenes no demuestran compromiso y se aprecia la “ley del menor esfuerzo”; sin embargo, a base de motivación se puede lograr que los estudiantes demuestren estas habilidades.
Así mismo, la mayoría de los docentes FDE, consideran que sus estudiantes desarrollan habilidades interculturales, que se evidencian en la forma como interactúan con sus

compañeros y cómo se adaptan a entornos digitales; sin embargo consideran que aún debe reforzarse la mentalidad sostenible.

La mayor parte de los padres de familia creen que los conocimientos en tecnología con que cuentan sus hijos son suficientes para el contexto actual; los padres creen que sus hijos hacen uso de esos conocimientos principalmente para su propio aprendizaje; sin embargo, creen que sus hijos podrían aprender aún más si tuvieran mayor acceso a las últimas novedades tecnológicas.

La mayoría de los FPF, consideran que sus hijos cuentan con habilidades sociales y creen que han desarrollado estas habilidades tanto en el colegio como en casa principalmente, aunque también consideran que pudo haber influido la interacción en actividades extraescolares; una pequeña porción de los padres cree que sus hijos cuentan con esas habilidades pero no saben identificar claramente cómo las adquirieron.

De forma similar, la mayoría de los FPF consideran que sus hijos cuentan con habilidades de razonamiento y creen que esas habilidades se desarrollaron en casa y en el colegio; una parte de los padres considera que su hijo tiene habilidades de razonamiento, pero no saben indicar con claridad como creen que ellos desarrollaron esas habilidades.

La mayoría de los padres de familia consideran que sus hijos cuentan con habilidades de tipo personal y nuevamente creen que estas habilidades se desarrollaron en casa y en el colegio; algunos de ellos creen que las actividades extraescolares contribuyeron a desarrollar estas habilidades; una buena parte de la fuente FPF cree que sus hijos tienen estas habilidades, pero no saben cómo las lograron.

La fuente FPF cree mayormente que sus hijos tienen habilidades interculturales que, según ellos han adquirido tanto en el colegio como en casa; sin embargo, algunos de los padres manifiestan no tener claridad de donde o cómo han adquirido sus hijos esas habilidades.

Por último, se observa que la mayoría de los estudiantes considera que cuenta con habilidades sociales y creen que las han adquirido principalmente en el colegio o en casa, aunque consideran que las otras interacciones e incluso el uso de internet podría haber fortalecido esas habilidades.

Del mismo modo, la mayor parte de la FE, consideran que cuentan con habilidades de razonamiento y creen principalmente que han adquirido estas habilidades en el colegio;

también creen en menor proporción, que las han desarrollado en casa, usando internet, leyendo, viendo televisión o resolviendo problemas cotidianos.

La mayor parte de la fuente FE, considera que ha desarrollado sus habilidades personales y cree que esto ha ocurrido principalmente en su casa y en el colegio.

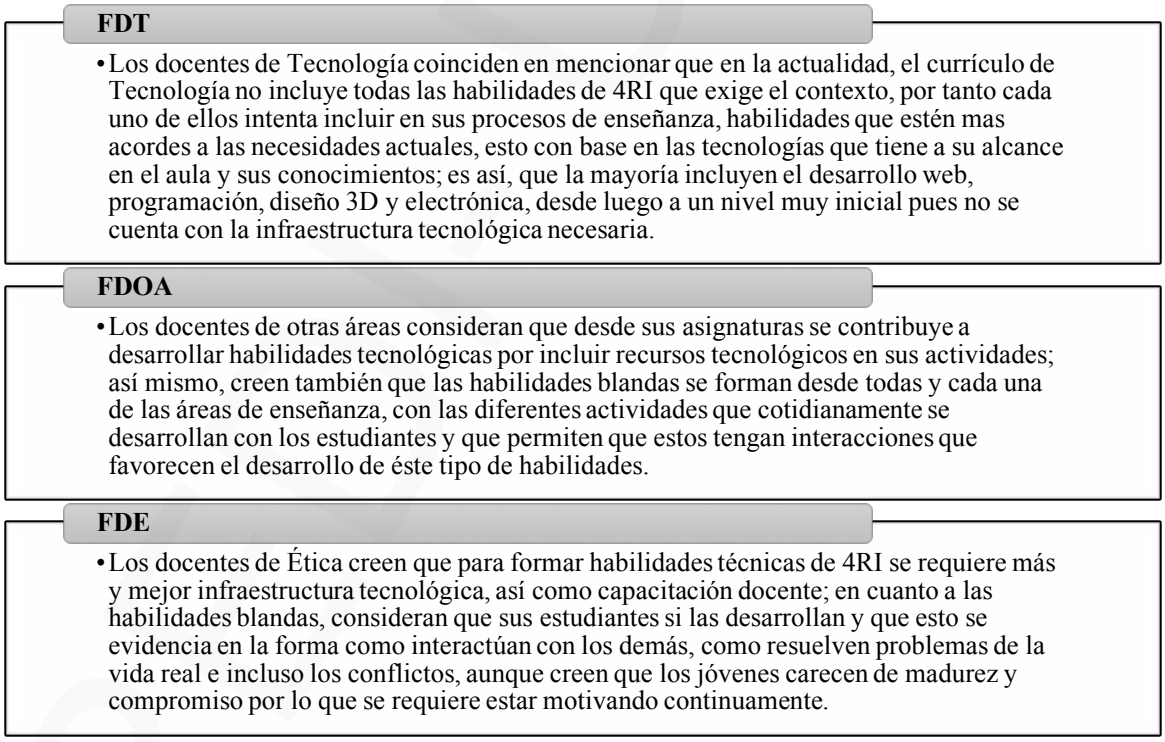
La fuente FE, cree que cuenta con habilidades interculturales y considera que las ha desarrollado en casa o en el colegio y en menor proporción con otras interacciones.

Los hallazgos que se presentan en la Tabla 14, muestran diferentes ópticas en torno a la pertinencia de los currículos institucionales, frente a la cuarta revolución industrial; a continuación, mediante el proceso de triangulación, se intentará establecer si estos currículos abordan las habilidades 4RI, o en qué medida, estas habilidades se incluyen como parte del proceso de enseñanza, con base en las fuentes humanas.

Para iniciar, se desarrollará el proceso de triangulación, de los hallazgos consolidados entre las fuentes FDT, FDOA y FDE, que corresponden al grupo de docentes en general. La Figura 23 muestra el resumen de los hallazgos para estas fuentes.

Figura 23

Hallazgos FDT, FDOA y FDE Categoría 2



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 23 muestra que en general, los docentes creen que el currículo actual forma habilidades técnicas de 4RI, pero no de manera suficiente, por lo que creen que en este sentido, las instituciones no ofrecen la enseñanza que exige el actual contexto, en especial en lo relativo a la cuarta revolución industrial.

Las carencias en torno a la enseñanza de habilidades 4RI, es atribuida por la fuente FDG, a factores como la mala infraestructura tecnológica con que cuentan las instituciones educativas y a la falta de capacitación docente.

En cuanto a las habilidades blandas, en general los docentes consideran que los currículos institucionales contemplan la formación de éste tipo de habilidades y creen que desde su área pueden contribuir activamente al desarrollo de las mismas.

La fuente FDG, cree que en la actualidad, se puede percibir que sus estudiantes cuentan con habilidades blandas de 4RI, aunque creen que esto puede mejorarse día a día.

En resumen, la fuente FDG, cree que el actual currículo institucional forma habilidades blandas de 4RI pero no desarrolla las habilidades técnicas que demanda la cuarta revolución industrial, esto probablemente por no contar con la infraestructura tecnológica necesaria ni la capacitación docente requerida.

Habiendo triangulado los hallazgos de todo el cuerpo docente en torno a la Categoría 2, se inicia la triangulación de información entre los diferentes estamentos; para ello se iniciará con la triangulación de los hallazgos entre las fuentes FD con FDG, FDG con FE y FPF con FE. La Figura 24 muestra el resumen de hallazgos para las fuentes FD, FDG, FE y FPF en torno a la Categoría 2.

Con base en los hallazgos presentados en la Figura 24, se puede afirmar que tanto directivos como docentes coinciden en mencionar que sus currículos institucionales no están formando las habilidades técnicas necesarias para enfrentar la cuarta revolución industrial; del mismo modo, los dos estamentos le atribuyen esta situación a la falta de una adecuada infraestructura tecnológica en las instituciones y a la falta de capacitación docente.

En cuanto a las habilidades blandas, se aprecia que los docentes son sujetos activos en la formación de este tipo de habilidades desde sus áreas de enseñanza, pues son conscientes de su capacidad de contribuir al desarrollo de este tipo de habilidades, desde cada una de sus clases.

En términos generales, tanto directivos como docentes, plantean la necesidad de adaptar el currículo institucional a las exigencias actuales del entorno y la urgente exigencia frente a la 4RI, de invertir en infraestructura tecnológica y en capacitación para los docentes, ya que consideran que la educación que se ofrece actualmente en el ciclo de media no satisface las necesidades educativas en el campo tecnológico.

Figura 24

Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF

Los rectores consideran que el actual currículo de su institución educativa no forma las habilidades técnicas necesarias para la 4RI, esto según ellos, obedece a la pobre infraestructura tecnológica de las instituciones y a la falta de capacitación de los docentes; en torno a esta situación, en su mayoría no conocen políticas o estrategias gubernamentales que estén dirigidas a fortalecer el currículo o la infraestructura tecnológica que se necesitaría para fortalecer el currículo institucional en ese aspecto, de cara a la 4RI. FD	Los docentes creen que el actual currículo forma algunas habilidades técnicas que no son suficientes para enfrentar la 4RI, le atribuyen este fenómeno a la mala infraestructura tecnológica con que cuentan las instituciones y a la falta de capacitación docente; en cuanto a las habilidades blandas, creen que su institución contribuye a la formación de estas habilidades desde todas las áreas de enseñanza y se sienten comprometidos en el proceso, mediante el desarrollo de actividades en clase que favorezcan el fortalecimiento de estas habilidades. FDG
Los estudiantes en su mayoría consideran que cuentan con las habilidades blandas que demanda la 4RI y que las han aprendido mayormente en el colegio, con actividades complementarias independientes, (por ejemplo ver videos en internet, leer o practicar algún deporte) y también en casa. En cuanto a las habilidades técnicas, han escuchado hablar de manera general de las tecnologías 4.0 en sus clases, pero solo han tenido oportunidad de interactuar con las más populares (sitios web y aplicaciones móviles) como usuarios y como desarrolladores, principalmente en el diseño de sitios web, así como en el diseño de bases de datos muy sencillas y de circuitos a un nivel muy inicial. FE	Los padres de familia en general, creen que sus hijos tienen los conocimientos y habilidades tecnológicas necesarias y ven esto como algo positivo para el aprendizaje. En cuanto a las habilidades blandas, los padres de familia consideran que los jóvenes cuentan con estas habilidades, la mayor parte de ellos, consideran que las han adquirido de manera conjunta en el colegio y en casa. FPF

Fuente: Elaboración propia.

Los hallazgos de la triangulación FD - FDG, indican que se requiere adaptar los actuales currículos a las necesidades derivadas de la 4RI y que para ello se debe mejorar la infraestructura tecnológica y realizar un plan de capacitación docente; del mismo modo, se debe continuar fortaleciendo desde todas las áreas el desarrollo de habilidades blandas.

En la triangulación FDG – FE, se observa que según docentes y estudiantes, las habilidades blandas han sido abordadas en los currículos institucionales y los dos estamentos perciben que se logran progresos significativos en este sentido con los estudiantes.

En cuanto a las habilidades técnicas que demanda la 4RI, se aprecia que pese a los esfuerzos de parte de los docentes por incluir algunas de las habilidades requeridas, existe la gran limitante de la infraestructura tecnológica, que condiciona la enseñanza en este sentido, a la teoría y a algunas aproximaciones prácticas (por ejemplo el desarrollo web, el diseño de bases de datos o el diseño y construcción de circuitos) a un nivel muy inicial.

La 4RI demanda habilidades técnicas avanzadas que en la actualidad el currículo de las instituciones no incluye y su desarrollo requiere una importante inversión en infraestructura tecnológica, así como la capacitación docente en el uso para la enseñanza de éstos recursos.

Esta triangulación muestra que hay concordancia en las fuentes acerca del desarrollo de habilidades blandas de 4RI en el actual currículo, mientras que las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial, no se incluyen o lo hacen en algunas de los currículos de una manera muy incipiente.

Se observa una mayor preocupación por parte de la fuente FDG, acerca de la necesidad de incluir habilidades técnicas 4RI en los currículos institucionales, para lo cual deben superarse los obstáculos de la infraestructura tecnológica y la capacitación docente correspondiente.

En la triangulación FE - FPF, se aprecia que tanto padres de familia como estudiantes, perciben que los jóvenes cuentan con las habilidades blandas y que las han desarrollado mayormente en el colegio y en casa.

En relación a las habilidades técnicas, se observa que los padres no tienen mucha claridad acerca de lo que concretamente significa tener esas habilidades, ellos dan por hecho que como sus hijos usan diferentes dispositivos tecnológicos actuales, cuentan con las habilidades tecnológicas necesarias, sin embargo, muchos de ellos desconocen qué habilidades técnicas demanda la 4RI, así que se sienten conformes con lo que aprenden sus hijos en este sentido.

Los jóvenes por su parte, manifiestan que tienen conocimientos generales acerca de las tecnologías 4.0 y algunos acercamientos a habilidades de desarrollo de sitios web, de bases de datos y de circuitos que han desarrollado principalmente en el colegio; se aprecia que hay poca inquietud de parte de los estudiantes por investigar por cuenta propia las tecnologías de 4RI o las habilidades técnicas que esta demanda, así que podría decirse que se sienten conformes con lo que aprenden.

Parece haber concordancia entre las fuentes FE y FPF en cuanto al desarrollo de habilidades de 4RI, pues los dos manifiestan que actualmente el currículo institucional desarrolla tanto habilidades blandas como técnicas suficientes para enfrentar la cuarta revolución industrial.

Comenzando con las triangulaciones de segundo nivel, a continuación se triangularán los hallazgos de las triangulación FD – FDG con las triangulación FDG – FE y los hallazgos de la triangulación FDG – FE con los de la triangulación FPF – FE; el resumen de las triangulaciones previas puede verse en la Figura 25.

Como se aprecia, en la triangulación FD – FDG - FE hay coincidencia entre las fuentes en que el currículo actual forma las habilidades blandas que demanda la 4RI.

Del mismo modo, se muestra coincidencia entre las tres fuentes, en que el currículo actual, en relación a las habilidades técnicas, se aborda el conocimiento general de la existencia y finalidad de las tecnologías 4.0 y una aproximación inicial al desarrollo web, el diseño de bases de datos sencillas y el diseño y construcción de circuitos.

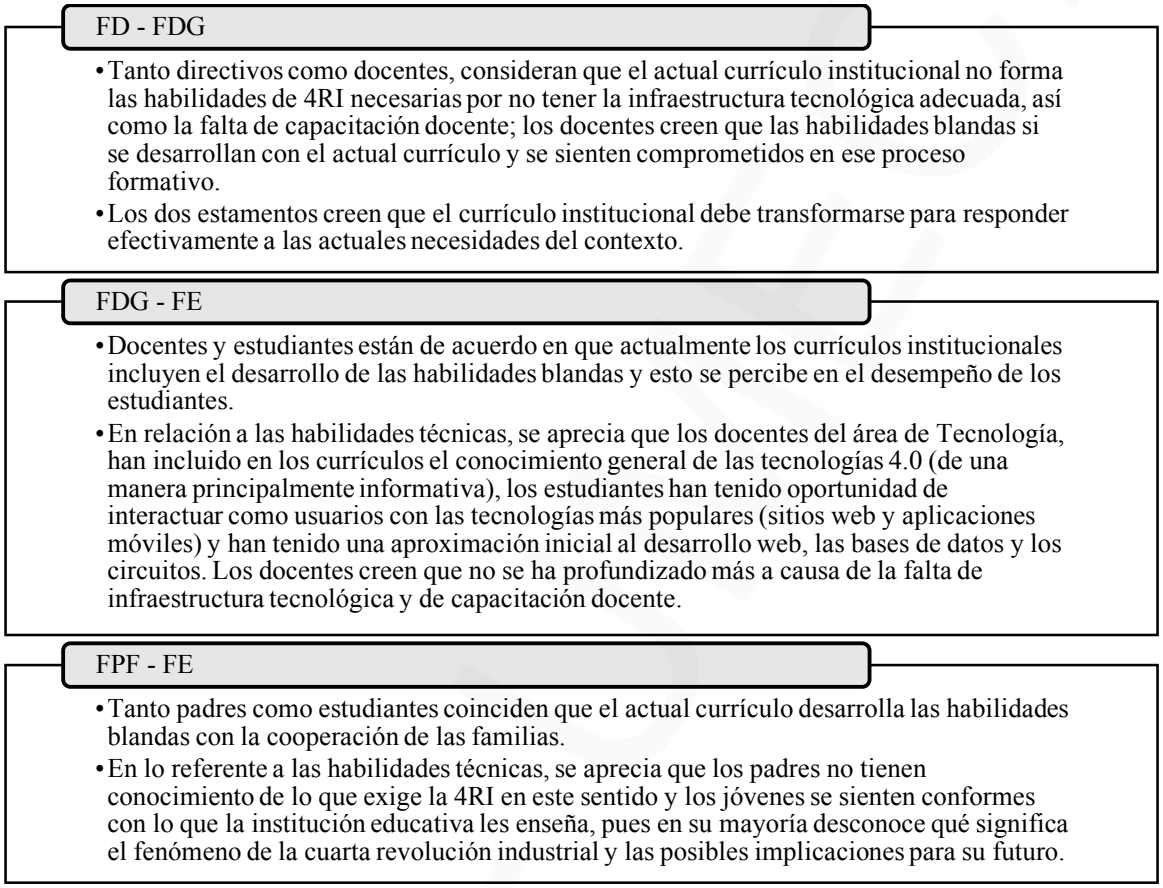
En esta triangulación se aprecia que los jóvenes han tenido pocas o nulas oportunidades de interactuar con tecnologías como realidad virtual, inteligencia artificial, internet de las cosas, transporte autónomo, biotecnología, electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, realidad aumentada, ciberseguridad, Blockchain, big data o diseño 3D y por tanto las asimilan como una realidad distante que no les afecta; en contraste los docentes y directivos creen que estas tecnologías deberían incluirse en el currículo institucional.

Además, se observa la coincidencia de los tres estamentos, en cuanto al desarrollo de habilidades blandas en el actual currículo, pero la deficiencia en el desarrollo de habilidades técnicas de 4RI; sin embargo, se aprecia que la preocupación por esta falencia

no es compartida por FE, quienes no asimilan completamente la importancia del fenómeno de la 4RI y el impacto que podría tener en su futuro.

Figura 25

Hallazgos Triangulaciones FD – FDG , FDG – FE y FPF – FE



Fuente: Elaboración propia

La triangulación FDG – FE – FPF, muestra que tanto padres de familia como estudiantes, en su mayoría están conformes con la formación tecnológica que ofrece la institución, así como con el desarrollo de las habilidades blandas; en oposición, hay preocupación por parte de los docentes, debido a que ellos, en especial los docentes de tecnología, conocen la importancia de las habilidades técnicas que requiere la 4RI y la necesidad de desarrollarlas para procurar mejores oportunidades académicas y laborales a sus estudiantes.

Pese a la necesidad de adaptar el currículo, existe el gran limitante de la infraestructura tecnológica y la necesaria capacitación docente, que impide que dentro de los currículos institucionales se materialice el desarrollo de habilidades técnicas 4RI.

Los hallazgos en esta triangulación, muestran que la necesidad de incluir habilidades técnicas de cuarta revolución industrial, es percibida principalmente por la fuente FDG, mientras que las fuentes FE y FPF está conformes con el actual currículo y las habilidades tecnológicas que forma; del mismo modo, señala como obstáculo para hacer esta transformación curricular a la infraestructura tecnológica de las instituciones y a la falta de capacitación docente.

Para finalizar la triangulación de información entre estamentos, se desarrollará una triangulación de tercer nivel entre las triangulaciones FD – FDG – FE y FDG – FE – FPF, de modo que se cruzan todas las fuentes en torno a la Categoría 2; la Figura 26 muestra el resumen de estas triangulaciones previas.

En la Figura 26 se observa que en general todos los miembros de la comunidad educativa, perciben que el actual currículo institucional incluye la formación de habilidades blandas que demandará la cuarta revolución industrial.

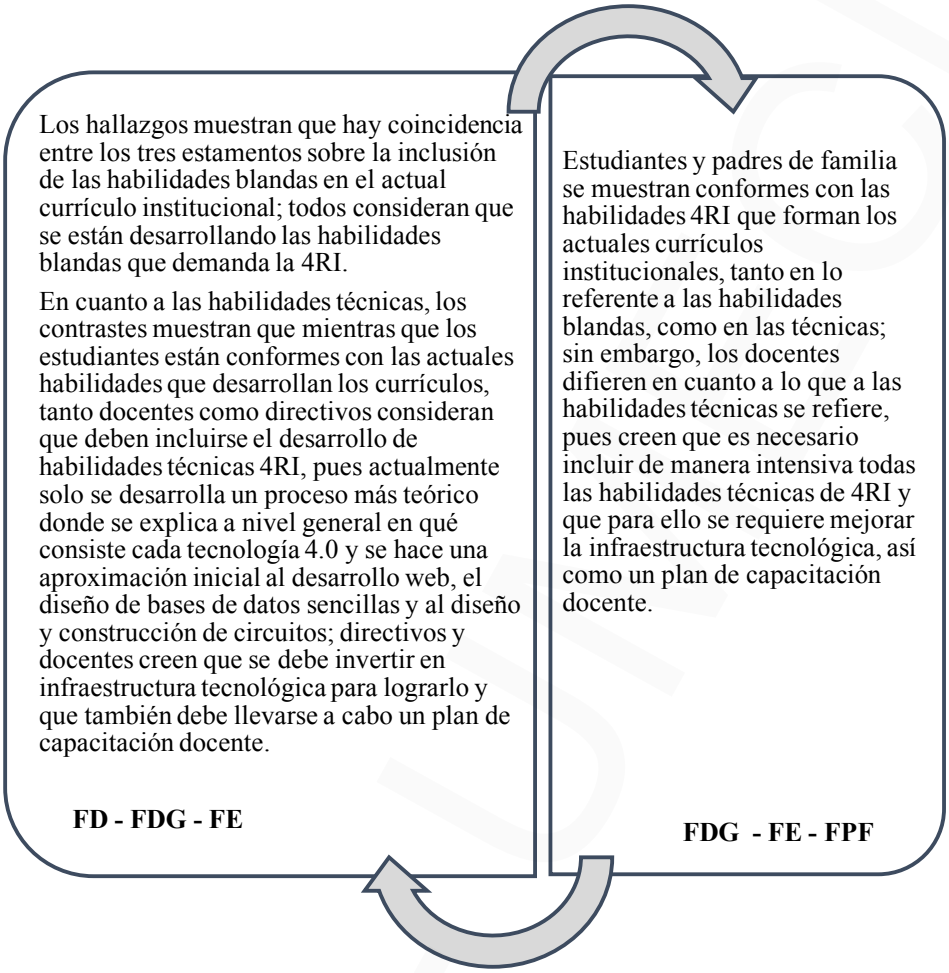
En oposición, en cuanto a las habilidades técnicas, mientras que padres de familia y estudiantes consideran que el actual currículo forma estas habilidades, los docentes y directivos ven necesaria la inclusión de habilidades más específicas que respondan a los desafíos que plantea la 4RI; para ello, creen debe hacerse una inversión en infraestructura tecnológica y en capacitación docente, a fin de incluir las tecnologías 4.0 dentro del currículo institucional como medio y fin del proceso de enseñanza que ofrecen a sus estudiantes.

En resumen, las fuentes humanas (directivos, docentes, padres de familia y estudiantes) creen que las instituciones actualmente desarrollan en los estudiantes habilidades blandas de 4RI, es decir habilidades sociales, habilidades de razonamiento, habilidades personales y habilidades interculturales.

En contraste, hay divergencias acerca de la formación de las habilidades técnicas de 4RI; mientras que docentes y directivos consideran que las habilidades técnicas que forma el actual currículo, no responden a la cuarta revolución industrial, padres y estudiantes están conformes con las habilidades técnicas que desarrollan los jóvenes.

Figura 26

Hallazgos Triangulaciones FD – FDG – FE y FDG – FE – FPF



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior, podría deberse a que como se estableció en la Categoría1, hay un desconocimiento por parte de padres de familia y de estudiantes, de lo que significa la cuarta revolución industrial y sus posibles implicaciones para el futuro inmediato y a largo plazo de los jóvenes.

De este modo, queda en manos de los docentes y directivos liderar el proceso de transformación curricular que exige la 4RI.

Finalmente, para finalizar el proceso de triangulación de información correspondiente a la Categoría 2, se procederá a triangular los hallazgos generales de las fuentes documentales, con los hallazgos obtenidos de las fuentes FD, FDG, FE y FPF.

Los hallazgos documentales mostraron que actualmente en los currículos de las cuatro instituciones, se incluyen las habilidades blandas. En cuanto a las habilidades técnicas, se incluyen tímidamente en los planes de estudios algunas de las habilidades, teniendo en cuenta la infraestructura tecnológica disponible y las habilidades del profesor de Tecnología; los estándares y lineamientos planteados por el MEN no consideran las habilidades de 4RI y por tal motivo no se ha invertido en la infraestructura tecnológica necesaria.

La revisión documental permitió visibilizar el nivel de compromiso de las instituciones con las políticas y directivas con el MEN, en donde se aprecia total cumplimiento de las mismas; en ese orden de ideas, la actualización de los currículos educativos para la inclusión de habilidades 4RI, debe iniciarse por un nuevo planteamiento de los estándares MEN, que permitirá crear la necesidad "política" de la infraestructura tecnológica con su consiguiente capacitación docente, para que de éste modo se destinen las partidas presupuestales que permitan invertir en tecnología para las instituciones y en formación docente.

Por otro lado, los hallazgos de las entrevistas muestran que los actuales currículos incluyen el desarrollo de las habilidades blandas requeridas para la 4RI; en cuanto a las habilidades técnicas, se incluye el conocimiento general (más de carácter informativo) de las tecnologías 4.0, el uso de las tecnologías más populares (Sitios web y aplicaciones móviles) y una aproximación inicial al desarrollo web, el diseño de bases de datos sencillas y el diseño de circuitos

Aunque estudiantes y padres de familia se muestran conformes con lo que se enseña en la actualidad, directivos y docentes creen que es necesario incluir todas las habilidades técnicas 4RI y que para ello debe invertirse en infraestructura tecnológica y capacitación docente.

Tanto los hallazgos documentales, como de fuentes humanas, permiten apreciar que actualmente los currículos incluyen las habilidades blandas 4RI pero muy poco de las habilidades técnicas requeridas para esta cuarta revolución industrial.

Las actuales habilidades técnicas que desarrollan los currículos son el resultado de la falta de una infraestructura tecnológica apropiada, que permita al estudiante interactuar realmente con estas tecnologías no solo como usuario, sino también como desarrollador;

para ello, además de la adquisición de hardware, software y conectividad apropiada, es necesario que haya un plan de capacitación, para que los docentes de tecnología actualicen sus conocimientos y se sientan cómodos desarrollando las temáticas que permitan realmente desarrollar habilidades 4RI.

Tal como se vio en los hallazgos documentales, la transformación inicia por el estándar, que propone unas competencias que requieren de cierta infraestructura tecnológica y que a su vez exige un plan de capacitación docente, estos elementos se encuentran conectados y solo si funcionan con armonía, harán posible una verdadera transformación curricular.

La información analizada en la Categoría 2, buscaba determinar cuáles de las habilidades de 4RI encontradas en la revisión del estado del arte y la construcción del marco teórico, se desarrollan actualmente en los currículos institucionales y cuáles hacen falta; para ello se planteaba una pregunta general, a la cual se le dará respuesta a continuación, partiendo de los hallazgos de esta categoría.

- ¿Qué habilidades de 4RI están incluidas actualmente en el currículo?

Las habilidades 4RI que están incluidas actualmente en los currículos institucionales son:

- Habilidades Blandas

Influencia Social, Inteligencia Social, Negociación, Comunicación, Construcción de Relaciones, Razonamiento, Pensamiento Analítico, Pensamiento Crítico, Creatividad e Innovación, Resolución de Problemas, Aprendizaje Activo, Autoaprendizaje, Liderazgo, Iniciativa, Persistencia, Manejo del Tiempo, Toma de Decisiones, Profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, Mentalidad Sostenible, Adaptabilidad , Comprensión de la Sociedad y Ciudadanía Digital.

Lo anterior indica que las habilidades blandas 4RI están incluidas en el currículo actual, así que no se requieren incluir habilidades adicionales.

- Habilidades Técnicas

Conocimiento general (apenas carácter informativo) de las tecnologías 4.0, uso de las tecnologías Sitios web y Aplicaciones móviles, aproximación inicial al desarrollo web, al diseño de bases de datos sencillas y al diseño de circuitos.

Como resultante, las siguientes son las habilidades técnicas de 4RI que hace falta incluir en el currículo:

Uso de Tecnologías Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles, Robótica, Nanotecnología, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain y Diseño 3D.

También se debe incluir el diseño de dispositivos tecnológicos a un nivel práctico, programación, circuitos a un nivel al menos intermedio, desarrollo web a un nivel intermedio o avanzado, manejo y Análisis de Datos usando sistemas gestores de bases de datos más robustos con perspectiva back end, así como de minería de datos y diseño en 3D.

Habiendo concluido el análisis de la información relativa a la Categoría 2, se procederá al abordaje de la Categoría 3.

4.2.3 Categoría 3: Infraestructura Tecnológica Requerida para las Instituciones

Esta categoría tiene la finalidad de establecer cuál es la infraestructura tecnológica con que cuentan las instituciones educativas en la actualidad y a que tecnologías 4.0 tienen acceso los miembros de la comunidad educativa fuera de la institución.

La información que se obtenga en esta categoría, permitirá establecer si es necesario que el estado invierta en infraestructura tecnológica para sus instituciones, o si por el contrario, los recursos tecnológicos con que se dispone en la actualidad, son suficientes para adaptar los currículos a la 4RI.

Los instrumentos aplicados para esta categoría, buscaban identificar cuáles recursos tecnológicos tienen a mano cada uno de los miembros de la comunidad educativa, en especial los estudiantes y en qué lugar podían acceder a ellos; se indagó acerca de todos los dispositivos tecnológicos "modernos" a los que se tiene acceso, sin importar que fuesen o no un dispositivo 4.0, a fin de que los participantes no dejaran de mencionar algunos que pudiesen hacer parte de lo que para este estudio se considera tecnologías 4RI.

La Categoría 3, busca responder a la siguiente pregunta general: ¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?; para resolver este interrogante se tenían tanto fuentes documentales como fuentes dentro de los miembros de la comunidad educativa; las fuentes documentales disponibles eran los PEI, los planes de Estudios y los estándares de competencias; las fuentes entre los miembros de la comunidad educativa

eran los directivos, los docentes de Tecnología e Informática, los docentes de otras áreas, los estudiantes y los padres de familia.

Se iniciará el proceso de análisis con las fuentes documentales, comenzando con la revisión de los PEI; el instrumento buscaba responder la siguiente pregunta: ¿Con que elementos de infraestructura tecnológica cuenta la institución?. La Tabla 16 muestra el consolidado de hallazgos para este instrumento.

Tabla 16

Hallazgos Revisión Documental PEI Categoría 3

Pregunta	Fuente	Respuesta
¿Con que elementos de infraestructura tecnológica cuenta la institución?	PEI – IE1	- Servicio de internet: Existe conectividad para las dos salas de informática y una red wi-fi que tiene capacidad para prestar servicio a una cantidad limitada de estudiantes simultáneamente. - Laboratorio de Informática: Existen dos salas de informática con equipos donados por computadores para educar hace aproximadamente 6 años, con equipos suficientes para todos los estudiantes de un curso simultáneamente. - Reproductores audiovisuales: Se cuenta con 2 video beams, y televisores en laboratorios y sala de audiovisuales. - Tecnología en otras aulas: se cuenta con tabletas para las otras áreas pero están muy desactualizadas
	PEI – IE2	- Servicio de internet: Existe conectividad para la sala de informática y una red wi-fi por cada bloque de aulas; los televisores instalados en cada salón tienen conectividad a internet y la red soporta conexiones de otros dispositivos hasta de 30 equipos aproximadamente en forma simultánea por red. - Laboratorio de Informática: Existen una sala de informática con equipos donados por computadores para educar hace aproximadamente 6 años, con equipos suficientes para todos los estudiantes de un curso simultáneamente. - Reproductores audiovisuales: Se cuenta con 2 video beams, televisores en cada una de las aulas de informática y laboratorios. - Tecnología en otras aulas: El aula de español cuenta con 20 equipos portátiles, pero la mayoría se encuentra fuera de servicio; el aula de inglés cuenta con 20 tabletas, pero la mayor parte de ellas no funcionan, ya sea por su antigüedad u obsolescencia.
¿Con que elementos de infraestructura tecnológica cuenta la institución?	PEI – IE3	- Servicio de internet: Existe conectividad de internet únicamente para docentes y administrativos. - Laboratorio de Informática: Existen una sala de informática con equipos donados por computadores para educar hace aproximadamente 6 años, con equipos suficientes para todos los estudiantes de un curso simultáneamente. - Reproductores audiovisuales: Se cuenta con 1 Smart TV en la sala de informática. - Tecnología en otras aulas: se cuenta con tabletas para las otras áreas pero están muy desactualizadas.

Pregunta	Fuente	Respuesta
	PEI – IE4	- Servicio de internet: Existe conectividad de internet para la sala de informática pero es muy limitada por las condiciones geográficas de la institución. - Laboratorio de Informática: Existen una sala de informática con equipos donados por computadores para educar hace aproximadamente 6 años, con equipos suficientes para todos los estudiantes de un curso simultáneamente y se tienen algunos ALDUINO. - Reproductores audiovisuales: Se cuenta con 1 Smart TV en la sala de informática. - Tecnología en otras aulas: se cuenta con tabletas para las otras áreas pero están muy desactualizadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la fuente PEI – IE1, se observa que la infraestructura tecnológica es insuficiente, pues no ofrece la conectividad necesaria, los computadores y tabletas ya son obsoletos, los reproductores audiovisuales son antiguos y no hay laboratorios de robótica, de electrónica, de diseño o similares.

Una situación similar se presenta en la fuente PEI – IE2; se observa que la infraestructura tecnológica es insuficiente, pues no ofrece la conectividad necesaria, los computadores ya son obsoletos, los recursos tecnológicos (tabletas y computadores) en las demás aulas son obsoletos y no hay conectividad para ellos; no hay laboratorios de robótica, de electrónica, de diseño o similares.

En la fuente PEI – IE3, la situación no es diferente, se aprecia que la infraestructura tecnológica es insuficiente, pues no ofrece la conectividad necesaria, los computadores ya son obsoletos, así como las tabletas; no hay laboratorios de robótica, de electrónica, de diseño o similares.

De igual forma ocurre en la fuente PEI – IE4, la infraestructura tecnológica es insuficiente, ya que no ofrece la conectividad necesaria, los computadores ya son obsoletos, así como las tabletas; no hay laboratorios de robótica, de electrónica, de diseño o similares aunque se cuenta con algunos (3) Arduinos para robótica.

Los hallazgos muestran que la situación de la infraestructura tecnológica en las instituciones es muy similar; todas las fuentes al parecer recibieron la misma donación de computadores y tabletas hace más de seis años, lo que indica que se trata de equipos ya obsoletos.

Ninguna de las instituciones cuenta con laboratorios de electrónica, robótica, diseño o similares; los recursos tecnológicos que se destinan a las otras aulas (las que no son de informática) son escasos y obsoletos, se cuenta con un televisor Smart por cada sala de informática en general y solo una de las fuentes ha dotado las demás aulas de este recurso.

La conectividad a internet es otro punto débil de la infraestructura tecnológica en todas las fuentes; solo dos instituciones cuentan con conectividad suficiente para sus aulas de informática y ninguna de las fuentes cuenta con conectividad general para todas las aulas; una de las fuentes tiene solo internet limitado para su sala de informática y la otra fuente tiene cero conectividad para sus estudiantes.

Sin duda los hallazgos de este instrumento muestran una seria deficiencia en la infraestructura tecnológica de las cuatro instituciones del municipio, lo que implica una clara necesidad de realizar una fuerte inversión en este aspecto y de garantizar la conectividad para todas las instituciones.

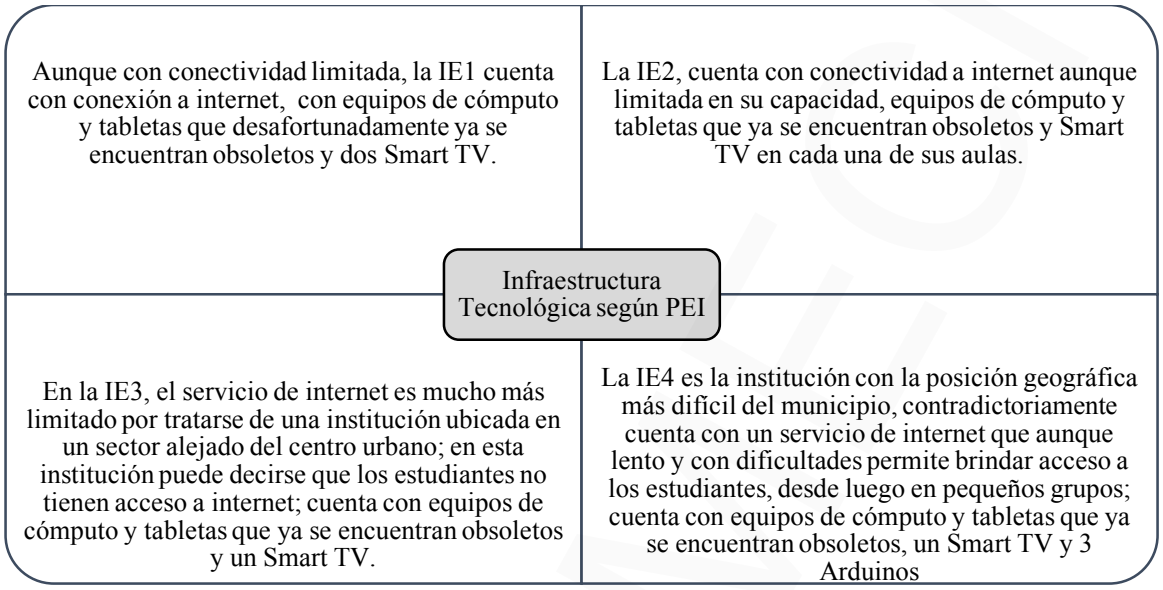
Consolidados los hallazgos de esta categoría en los PEI de las cuatro instituciones, se procederá a triangular esa información; la Figura 27 muestra un resumen de los hallazgos en las cuatro fuentes.

La infraestructura tecnológica en las cuatro instituciones es prácticamente igual, se cuenta con los mismos computadores, tabletas y Smart TV (en proporción a la cantidad de alumnos); la principal diferencia en la infraestructura tecnológica es la conectividad, siendo las de mejor conectividad (no óptima pero si mejor) la urbana (IE1) y la de la vereda cacicazgo (IE2), que es una vereda cercana al casco urbano del municipio; con conectividad muy reducida la vereda más lejana (IE4) y con conectividad prácticamente nula la de una vereda intermedia (IE3).

Lo anterior muestra que la conectividad depende más de las voluntades políticas que de la ubicación geográfica, pues en la actualidad, siempre que haya inversión, es posible instalar antenas e infraestructura similar casi en cualquier lugar; así mismo, aunque las veredas son distantes del centro urbano, se cuenta con carreteras de acceso transitables y servicio de energía eléctrica, así que no es demasiado difícil garantizar la conectividad en estas zonas.

Figura 27

Hallazgos PEI –IE1, PEI – IE2, PEI – IE3 y PEI – IE4 Categoría 3



Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos muestran que la infraestructura tecnológica de las instituciones requiere urgente una actualización, que se garantice la conectividad o los recursos para que cada institución contrate su propio servicio de internet, así como la inversión en laboratorios de robótica, de diseño y de electrónica pues ninguna de las instituciones cuenta con ellos.

La siguiente fuente documental eran los planes de estudios (PLE); como tal el documento de los planes de estudios no especifica la infraestructura tecnológica existente o requerida, pero según las temáticas pueden deducirse los recursos tecnológicos necesarios; la Tabla 17 muestra la infraestructura requerida según los planes de estudios de cada una de las instituciones.

En la fuente PLE – IE1, se observa que los planes de estudios se encuentran ajustados a la infraestructura tecnológica con que cuenta la institución y pese a ello, los recursos tecnológicos son obsoletos e insuficientes, lo anterior, obliga a que en el área desarrolle principalmente un contenido de ofimática y la revisión de contenidos más desde un nivel teórico que práctico.

Tabla 17

Infraestructura Tecnológica Requerida según PLE para Categoría 3

Fuente	Contenido PLE	Tecnología Requerida
PLE – IE1	- Conceptos básicos relacionados con tecnología - Evolución tecnológica - Impacto social de la tecnología -El computador y sus partes - Manejo de archivos y antivirus - Uso de procesadores de texto (Word) - Uso de editores de presentaciones (PowerPoint) -Procesamiento de datos numéricos (Excel) - Manejo de bases de datos (Access) -Creación de contenidos publicitarios (Publisher) - Búsqueda y uso responsable de la información (uso de internet) - Uso responsable de la tecnología - Diseño web - circuitos, tipos de circuitos y elementos de un circuito	Los medios tecnológicos mínimos requeridos para desarrollar estos temas son: - Computador actualizado - Licenciamiento de Software Office - Internet de banda ancha - Laboratorio de Robótica (que incluya componentes de circuitos y herramientas de trabajo o en su defecto equipos dotados de simuladores virtuales)
PLE – IE2	- Conceptos básicos relacionados con tecnología - Evolución tecnológica - Impacto social de la tecnología -El computador y sus partes - Manejo de archivos y antivirus - Uso de procesadores de texto (Word) - Uso de editores de presentaciones (PowerPoint) -Uso de herramientas de internet - Programación en Scratch - Creación y edición de videos -Procesamiento de datos numéricos (Excel) - Diseño de algoritmos y diagramas de flujo - Manejo de bases de datos (Access) -Creación de contenidos publicitarios (Publisher) - Búsqueda y uso responsable de la información (uso de internet) - Uso responsable de la tecnología - Diseño web - Lenguaje HTML y CSS	Los medios tecnológicos mínimos requeridos para desarrollar estos temas son: - Computador actualizado - Licenciamiento de Software Office - Internet de banda ancha - Photoshop - Laboratorio de Robótica (que incluya componentes de circuitos y herramientas de trabajo o en su defecto equipos dotados de simuladores virtuales)
PLE – IE3	- Conceptos básicos relacionados con tecnología - Evolución tecnológica - Impacto social de la tecnología -El computador y sus partes - Manejo de archivos y antivirus - Uso de procesadores de texto (Word) - Uso de editores de presentaciones (PowerPoint) -Procesamiento de datos numéricos (Excel) - Diseño de algoritmos y diagramas de flujo - Diseño y dibujo en 3D (AutoCAD) - Manejo de bases de datos (Access) - Búsqueda y uso responsable de la información (uso	Los medios tecnológicos mínimos requeridos para desarrollar estos temas son: - Computador actualizado - Licenciamiento de Software Office - Internet de banda ancha -Licenciamiento para Dreamweaver -Licenciamiento para AutoCAD - Laboratorio de Robótica (que

Fuente	Contenido PLE	Tecnología Requerida
	de internet) - Uso responsable de la tecnología - Diseño web (Dreamweaver) - circuitos, tipos de circuitos y elementos de un circuito	incluya componentes de circuitos y herramientas de trabajo o en su defecto equipos dotados de simuladores virtuales)
PLE – IE4	- Conceptos básicos relacionados con tecnología - Evolución tecnológica - Impacto social de la tecnología -El computador y sus partes - Manejo de archivos y antivirus - Uso de procesadores de texto (Word) - Uso de editores de presentaciones (PowerPoint) -Procesamiento de datos numéricos (Excel) - Diseño de algoritmos y diagramas de flujo - Programación de Arduinos - Manejo de bases de datos (Access) - Búsqueda y uso responsable de la información (uso de internet) - Uso responsable de la tecnología - circuitos, tipos de circuitos y elementos de un circuito	Los medios tecnológicos mínimos requeridos para desarrollar estos temas son: - Computador actualizado - Licenciamiento de Software Office - Internet de banda ancha - Laboratorio de Robótica (que incluya componentes de circuitos y herramientas de trabajo o en su defecto equipos dotados de simuladores virtuales) -Arduinos

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de circuitos, se observa que no hay material de trabajo, así que los estudiantes deben llevar sus propios materiales, lo que es una gran limitante teniendo en cuenta la condición socio económica de la población que atiende la institución.

De forma similar, en la fuente PLE – IE2, se observa que los planes de estudios están ajustados a la infraestructura tecnológica con que cuenta la institución; aun así, estos no son suficientes, por lo que muchos de los contenidos se desarrollan a nivel teórico y se hace uso de aplicaciones gratuitas o no licenciadas para enseñar algunos contenidos, práctica no muy recomendable en entornos educativos, porque puede fomentar la piratería.

Para el caso de circuitos, se observa que no hay material, así que los docentes deben improvisar los recursos o pedirlos a los niños, quienes pertenecen a familias muy humildes con dificultades para asumir estos gastos.

Algo muy similar se observa en los planes de estudios de la fuente PLE- IE3; los hallazgos muestran que Los planes de estudios están ajustados a la infraestructura tecnológica disponible, sin embargo esta no es suficiente y no hay acceso a internet para los estudiantes; muchos de los contenidos se desarrollan a nivel teórico y se hace uso de aplicaciones descargadas o software no licenciado.

Para el caso de circuitos, se observa que no existe material y en este entorno rural, la consecución de los recursos necesarios para ésta temática son muy difíciles de conseguir; en adición, se trata de familias muy humildes a quienes les cuesta mucho esfuerzo invertir en este tipo de elementos.

En la fuente PLE- IE4, una vez más se observa que los planes de estudios están ajustados a la infraestructura tecnológica disponible y ésta es insuficiente; muchos de los contenidos se desarrollan a nivel teórico y es necesario usar en grupo los recursos disponibles lo que no asegura el mismo éxito generalizado en el aprendizaje.

Para el caso de circuitos, se observa que no hay material suficiente, aunque esta institución cuenta con 3 Arduinos, que facilitan el desarrollo de ésta temática; sin embargo, los estudiantes deben obtener por sus propios medios el material complementario para estas actividades, lo que no es sencillo en el entorno rural donde se halla esta comunidad.

A continuación, se procederá a realizar la triangulación de la infraestructura tecnológica requerida según los PLE de las cuatro instituciones; la Figura 28 muestra un resumen de esos hallazgos.

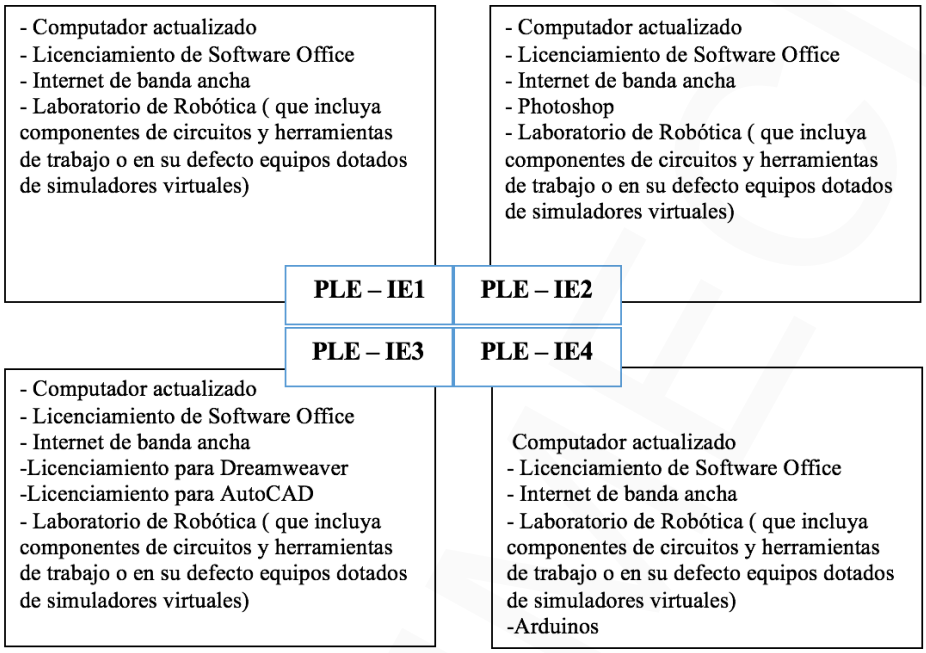
En la figura 28 puede verse que aunque los planes de estudios incluyen muy pocas habilidades de 4RI y por el contrario incluyen en su mayoría conocimientos demasiado básicos de Tecnología, se observa que la infraestructura tecnológica requerida (que para estos planes de estudios es mínima) no se encuentra a la par con los recursos con los que cuentan las instituciones, ya que en su mayoría son obsoletos, insuficientes o faltantes.

Se aprecia que los docentes han intentado incluir en sus planes de estudios aquellas temáticas que pueden desarrollar con los recursos que tienen disponibles, pero la infraestructura tecnológica limita su propósito, así que se recurre a software no licenciado (práctica que va en contra de la formación ética que se promueve en los estudiantes), se usan herramientas personales (por ejemplo los datos del teléfono para proyectar videos a sus estudiantes), o se debe trabajar precariamente (por ejemplo enseñar diseño web sin acceso a internet), con tal de mejorar la enseñanza.

PREPRINT

Figura 28

Hallazgos PLE Fuentes PLE – IE1, PLE – IE2, PLE – IE3 y PLE – IE4 Categoría 3



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior muestra que la infraestructura tecnológica es un tema sensible en la transformación del currículo y pues es de suma importancia contar con los recursos necesarios para desarrollar el aprendizaje, más aún cuando estos recursos no son solo un medio para lograr desarrollar una habilidad, sino son también un fin, pues las habilidades técnicas 4RI buscan transformar a los jóvenes de consumidores de tecnología a productores de tecnologías.

La última fuente documental para la Categoría 3, eran los estándares de competencias y lineamientos propuestos por el MEN; se revisaron los correspondientes a las áreas de Ética y Valores, Ciencias Naturales y Tecnología e Informática, para el ciclo de básica y media; los estándares no especifican los medios o recursos tecnológicos necesarios para desarrollar éstas competencias, así que deben deducirse de acuerdo a las temáticas propuestas en el estándar; la Tabla 18 muestra estos hallazgos.

Tabla 18

Hallazgos EC para Categoría 3

Contenidos en los Estándares	Tecnología Requerida
En Tecnología e Informática - Principios y conceptos propios de la tecnología - Evolución tecnológica - Impacto social de la tecnología -Uso seguro de la tecnología -Uso de la tecnología para resolver problemas - Impacto social y ambiental de la tecnología -Impacto del desarrollo tecnológico en la humanidad - Normas de mantenimiento y uso de dispositivos tecnológicos - Uso responsable de la tecnología - Implicaciones sociales de la evolución tecnológica - Uso eficiente de dispositivos tecnológicos - Solución de problemas con tecnología y evaluación de las soluciones. - Implicaciones ambientales, sociales y éticas del uso de tecnología. - Tecnologías desarrolladas en Colombia	Siendo tan amplios y generales los temas, es muy difícil establecer cuál es la infraestructura tecnológica necesaria, pues el estándar bien podría desarrollarse solamente a nivel teórico, luego no implicaría el uso de algún recurso tecnológico y tal parece que este era el espíritu de esos estándares por la nula existencia de infraestructura tecnológica en las instituciones educativas cuando se planteó originalmente en proyecto PET21 en 1996, que dio origen al estándar de competencias.
En Ciencias Naturales - Voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema - Desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria.	No se especifican habilidades prácticas para el tema, de modo que bien podría desarrollarse solo a nivel teórico, según lo cual no se requiere recurso tecnológico alguno.
En Ética y Valores Desarrollo de las habilidades: - Conciencia confianza y valoración en sí mismo - Autorregulación - Autorrealización - Convivencia - Identidad y sentido de pertenencia - Sentido Crítico - Capacidad creativa y propositiva - Juicios y Razonamiento moral - Sentimientos de vínculo y empatía - Actitudes de esfuerzo y disciplina - Formación ciudadana - Competencias dialógicas y comunicativas - Conciencia de derechos y responsabilidades	Las habilidades del área de Ética tal y como se ve en los lineamientos, no requieren infraestructura tecnológica.

Fuente: Elaboración propia

Los estándares son documentos que plantean de manera muy general los aprendizajes que deben desarrollarse; para el caso de Tecnología, en el año 1996 se desarrolló el proyecto PET21del MEN, que buscaban cambiar el enfoque de la tecnología, de ser formación para el trabajo a ser medio de solución para problemas del entorno y que planteó las bases del estándar actual; para aquel tiempo, el acceso de las instituciones a elementos como computadores o internet era impensable, por ello, el estándar podía desarrollarse con mínimos o nulos recursos tecnológicos; sin embargo hoy 25 años después

el estándar es prácticamente el mismo y aunque se ha avanzado en infraestructura tecnológica, esta sigue sin ser suficiente para el contexto actual, al igual que lo es el estándar.

Para el caso de Ciencias Naturales (Física), aunque se habla de circuitos y electrónica, no se especifica si se debe llegar a un nivel práctico, así que nuevamente podría verse los contenidos solo a nivel teórico, lo que descarta la obligatoriedad del laboratorio de robótica y electrónica.

Para el área de Ética y valores, los contenidos están enfocados al desarrollo de habilidades mediante la cotidianidad, por lo que si bien pueden usarse recursos tecnológicos, no son absolutamente necesarios para desarrollar las habilidades.

En conclusión, con base en los estándares de competencias (EC) planteados por el MEN, no hace falta infraestructura tecnológica en las instituciones educativas para desarrollar los aprendizajes requeridos.

Revisadas las fuentes documentales, se procederá a realizar la triangulación entre las fuentes; en primer lugar se triangulará los hallazgos del PEI con los hallazgos de los planes de estudios (PLE), luego se triangularán los hallazgos del PLE con los estándares de competencias (EC); la Figura 29 muestra un resumen de los hallazgos de las tres fuentes.

Figura 29

Hallazgos Fuentes PEI, PLE y EC para Categoría 3

PEI	PLE	EC
• Contrario a los planes de estudios actuales y a las necesidades de 4RI, la infraestructura tecnológica de las cuatro instituciones educativas es deficiente, pues los computadores existen pero son obsoletos, la conectividad existe pero es limitada o nula, no se cuenta con software educativo especializado y no existen laboratorios de electrónica, de robótica o de diseño.	• Los PLE requieren las siguientes herramientas tecnológicas: computadores actualizados, conectividad a internet, Licenciamiento Office, Licenciamiento Dreamweaver u otro editor similar, software de diseño 3D, laboratorios básicos de electrónica y robótica. • La revisión muestra que los recursos disponibles son obsoletos, insuficientes o inexistentes.	• Con base en los estándares de competencias y lineamientos, no es obligatorio el uso de infraestructura tecnológica para lograr los aprendizajes propuestos en ninguna de las tres áreas revisadas.

Fuente: Elaboración propia

La revisión documental en torno a esta pregunta, para la triangulación PEI – PLE, muestra que pese a que los planes de estudio proponen contenidos aún demasiado elementales, la infraestructura tecnológica disponible no es suficiente; esto implica que de incluirse en los currículos institucionales las habilidades de 4RI, se requiere una inversión importante en infraestructura tecnológica y una política de recambio y actualización constante de dispositivos tecnológicos, pues no es aceptable que elementos como los computadores o tabletas lleven más de 7 años de uso y aún no se tenga una fecha probable de reposición.

También se establece, que se deben destinar recursos específicos para dar conectividad de internet suficiente para todos los niños de cada institución; así mismo, se debe dotar a las instituciones de laboratorios de electrónica y robótica, así como licenciamiento para software educativo de diseño y de otros tipos (pensando en las otras áreas de enseñanza).

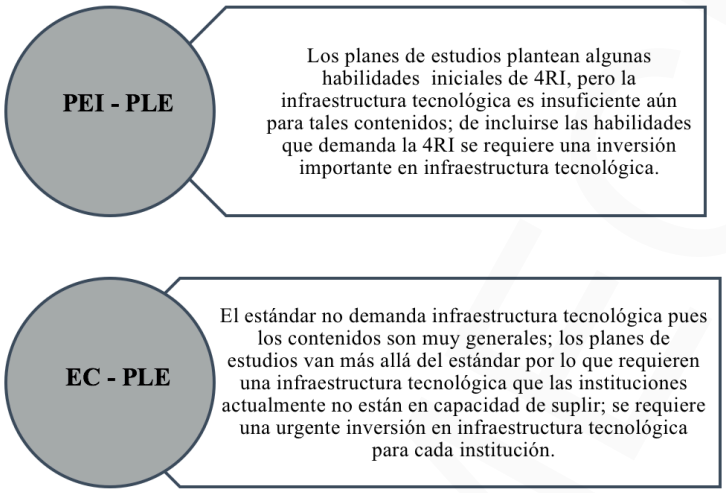
En la triangulación PLE – EC, se observa que pese a la obsolescencia del estándar, las instituciones han incluido en sus planes de estudios temáticas más actualizadas, en la medida en que van adquiriendo elementos de infraestructura tecnológica; esto muestra que para que los planes de estudios respondan a las necesidades actuales se requiere que la infraestructura tecnológica se modernice y para que esto ocurra, el estándar debe cambiar, de modo que actualizando el estándar, se establecen unos recursos tecnológicos mínimos necesarios y desde el mismo MEN se opte por dotar a las instituciones de esta nueva infraestructura requerida; no habrá cambios en la práctica si los tres elementos no se modernizan: estándares, planes de estudios e infraestructura tecnológica.

El análisis de información documental finaliza con la triangulación de segundo nivel entre PEI - PLE con EC - PLE; la Figura 30 muestra el resumen de las triangulaciones previas.

Los hallazgos documentales permitieron determinar que la infraestructura tecnológica actual de las instituciones educativas del municipio de Suesca son insuficientes; se cuenta con equipos de cómputo ya obsoletos, baja o nula cobertura de internet y ninguna de las instituciones cuenta con laboratorio de diseño, de electrónica o de robótica.

Figura 30

Triangulaciones PEI – PLE y EC – PLE para categoría 3



Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad, lo que se enseña se ajusta a los recursos tecnológicos disponibles, de modo que ocurre la situación opuesta a lo que determina un currículo pertinente, que debería ser: se enseña lo que exige el contexto y se emplean los recursos necesarios para lograr estos aprendizajes.

En conclusión la infraestructura tecnológica es deficiente y esto afecta la pertinencia del currículo en torno a las necesidades que demanda la 4RI.

Los hallazgos de las fuentes documentales en torno a la pregunta general planteada para Categoría 3 ¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?, muestran que por ahora las tecnologías 4RI a las que tiene acceso las comunidades son internet (de manera limitada o nula), equipos de cómputo (obsoletos) y televisores Smart.

A continuación se iniciará el proceso de análisis de información de las fuentes humanas para esta categoría; estas son: directivos, docentes de Tecnología, docentes de otras áreas, padres de familia y estudiantes.

Los hallazgos de las entrevistas aplicadas a las fuentes FD, FDT, FDOA, FPF y FE, se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19

Hallazgos Fuentes FD, FDT, FDOA, FPF y FE para Categoría 3

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
Fuente : FD		
En su opinión, ¿La infraestructura tecnológica con que cuenta su institución es suficiente y apropiada para lograr el desarrollo de habilidades tecnológicas avanzadas en los estudiantes? ¿Por qué?	Se cuenta con equipos obsoletos y falta conectividad	4
Fuente: FDT		
¿En qué estado se encuentra la infraestructura tecnológica de su institución educativa? Describa la sala de Informática, la conectividad a internet y los recursos tecnológicos con que cuenta para la enseñanza del área.	Portátiles desactualizados de más de 7 años	5
	Internet exclusivo para área administrativa	2
	Internet en aula pero insuficiente	2
	Internet suficiente para el aula	1
	Video Beam	2
	Smart TV	2
	Tabletas	2
¿Además de laboratorio de informática cuenta con otros laboratorios o recursos tecnológicos?¿Cuáles?¿En qué estado se encuentran?	Arduinos	1
	Tabletas para otras aulas	2
	Internet para otras aulas	2
	Tablero Digital	1
	No hay laboratorios adicionales de tecnología	4
¿Los elementos tecnológicos para la enseñanza del área de Tecnología e informática son suficientes?¿Cómo se distribuyen?	Los computadores son suficientes pero están desactualizados	3
	No son suficientes	1
	Faltan otros elementos para electrónica y robótica entre otros	2
Fuente: FDOA		
En el desarrollo de los planes de estudios de su área, ¿Usted incorpora el uso de recursos tecnológicos? ¿Cuáles recursos tecnológicos emplea en sus clases?¿Cómo los usan?	Si	21
	No	1
	Computador	16
	Televisor	3
	Aplicaciones	12
	Smart Phone	15
	Internet	11
	Video Beam	1
	Simuladores	1
	Laboratorios Virtuales	1
	Plataformas educativas	5
	Tabletas	2
¿En qué estado se encuentran esos recursos tecnológicos?¿Son suficientes?	No hay internet o no funciona	5
	Existe el servicio de internet pero es muy limitado	2
	Hay tabletas o computadores pero están obsoletos o son insuficientes	20
	Hay tabletas y equipos pero no hay internet	2
¿Cuáles recursos tecnológicos y/o didácticos	Computadores	12

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
cree usted que su institución educativa debería adquirir o mejorar para el uso de su área?	Kits de Robótica	2
	Tabletas	6
	Impresoras	1
	Audífonos profesionales	1
	Plataformas o Software Educativo	4
	Internet	9
	Capacitación docente	1
	Equipos de rendimiento deportivo	2
	Consola de sonido	1
	Pantallas de Proyección	1
	Smart Phone	2
	Smart TV	1
	Impresora 3D	1
	Tableros Digitales	2
	Juegos didácticos y de pensamiento geométrico	2
¿Por qué no se incorpora el uso de recursos tecnológicos en la enseñanza de su área?	No hay dispositivos suficientes ni conectividad	1
¿Qué recursos tecnológicos y/o didácticos cree usted que son necesarios para la enseñanza de su área?	Dispositivos multimedia y conectividad	1
Fuente: FPF		
¿En su hogar cuenta con recursos tecnológicos de última tecnología tales como tabletas, teléfonos inteligentes, televisor inteligente, conexión a internet o computadora?¿Cuáles?	Si	47
	No	0
	Computador	27
	Smart TV	17
	Celular	41
	Internet	32
	Tableta	3
Fuente: FE		
¿A qué recursos tecnológicos de última tecnología tiene acceso?¿Dónde tiene acceso a esos recursos?	Celular	77
	Computador	53
	Tablet	3
	Internet	22
	Smart TV	6
¿Con qué frecuencia usa recursos tecnológicos?¿Para qué los usa?	Diariamente	98
	Con fines educativos	93
	Para entretenimiento	30
	Como medio de comunicación	20

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 puede verse que los directivos consideran que la infraestructura tecnológica con que cuenta su institución educativa, es insuficiente o es obsoleta; también manifiestan problemas con la conectividad a internet; lo anterior, desde su punto de vista impide el desarrollo de habilidades tecnológicas avanzadas en los estudiantes.

Las salas de informática del municipio tienen características similares: equipos portátiles con más de 7 años de antigüedad y conectividad a internet limitada o nula; sólo

una de las instituciones cuenta Arduinos para el diseño básico de robótica; las demás no cuentan con otros laboratorios tecnológicos como robótica, electrónica, diseño, electricidad u otros; todos los docentes de informática cree que se requiere inversión en la infraestructura tecnológica de su institución.

La mayoría de los docentes hacen uso de recursos tecnológicos en el desarrollo de sus clases, mayormente utilizando computador, Smart phone e internet y software tales como plataformas y aplicaciones.

Los docentes creen que tienen acceso muy reducido a dispositivos tecnológicos para la enseñanza de sus áreas y consideran prioritario invertir en computadores, tabletas e internet, así como en otras tecnologías que pueden facilitar la enseñanza.

Los docentes que no emplean recursos tecnológicos en la enseñanza de su área, manifiestan que no lo hacen por la falta de dispositivos o conectividad; consideran que se debe invertir en dispositivos tecnológicos para el aprendizaje y en conectividad.

Todos los padres de familia manifiestan que en su hogar sus hijos tienen acceso a recursos tecnológicos, principalmente a computador, Smart pone, Smart TV e internet.

La mayor parte de los estudiantes cuenta con acceso a celular y computador, en una pequeña proporción con acceso a internet; la mayor parte de ellos hace uso de estos dispositivos diariamente con fines educativos o en menor proporción para fines recreativos o de comunicación.

Consolidados los hallazgos de las entrevistas, se procederá a triangular la información obtenida; en primer lugar, se triangularán los hallazgos obtenidos de las fuentes FDT y FDOA, La Figura 31 muestra el resumen de los hallazgos de estas fuentes.

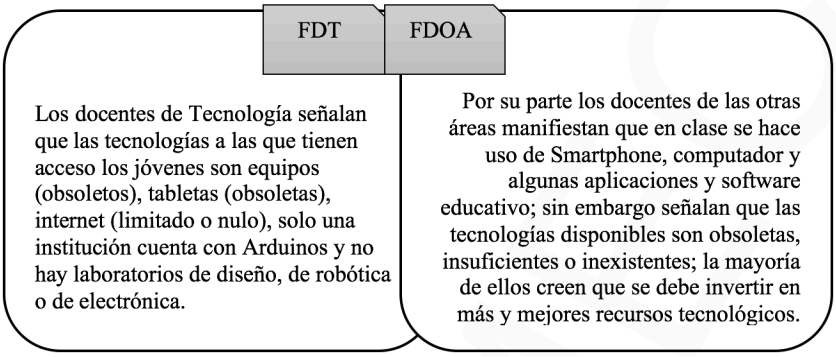
Los docentes de las otras áreas en general, notan las dificultades en infraestructura tecnológica que tienen las instituciones y creen que se debería invertir recursos en adquisición, actualización o ampliación de cobertura de las herramientas tecnológicas para la enseñanza.

En este punto es importante recordar que los estudiantes que atienden las instituciones públicas del municipio, provienen de familias de escasos recursos y la oportunidad de acceder a los dispositivos tecnológicos, ocurre mayormente en la

institución; si esta no provee estos recursos, los jóvenes tendrán oportunidades bajas o nulas de conocer y utilizar estas tecnologías y de aprovecharlas para su aprendizaje.

Figura 31

Hallazgos Fuentes FDT y FDOA para Categoría 3



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se hará la triangulación entre estamentos, iniciando con la triangulación entre los hallazgos de la entrevista de directivos (FD) y los hallazgos de la triangulación de las entrevistas de docentes (FDG), posteriormente se triangulará los hallazgos de las fuentes FDG y FE; por último se triangularán los hallazgos de FE y FPF. La Figura 32 muestra el resumen de los hallazgos para esas fuentes.

La triangulación FD - FDG muestra que tanto directivos como docentes, ven como un obstáculo la mala infraestructura tecnológica con que cuentan sus instituciones; ellos comprenden que en la actualidad es importante que los jóvenes accedan a tecnologías 4.0 para poder desarrollar habilidades 4RI y que la falta de inversión en este sentido significa una disminución en las oportunidades académicas y laborales de los jóvenes.

Hay coincidencia en los dos estamentos en cuanto a la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica y en los efectos negativos que el rezago tecnológico de sus instituciones puede tener en el futuro de sus estudiantes.

Iniciando este capítulo, se mencionó que por el efecto de la pandemia, no fue posible acceder a todos los estudiantes y padres de familia de las instituciones educativas, ya que las entrevistas debieron hacerse por medios electrónicos y esta parte de la comunidad educativa, presenta problemas de conectividad y de accesibilidad a recursos tecnológicos; en efecto, la opinión de los docentes es que el acceso a tecnologías 4RI de los

estudiantes ocurre mayormente en las instituciones educativas y lo ocurrido es una muestra clara de ello; pues se aprecia que algunos estudiantes ni siquiera tienen acceso a un celular o a un computador y el internet es un privilegio de unos pocos.

Figura 32

Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF Categoría 3

FD
• Los directivos saben de las dificultades de infraestructura tecnológica en cada una de sus instituciones, tienen claro la obsolescencia de los equipos de cómputo que posee la institución y las dificultades de conectividad y saben que esto afecta negativamente el proceso de enseñanza.
FDG
• Los docentes conocen las carencias en cuanto a infraestructura tecnológica en cada una de sus instituciones y tienen claro que esta dificultad perjudica los procesos de enseñanza y aprendizaje de sus estudiantes, también tiene claro la brecha en oportunidades que esto significa para los jóvenes.
FE
• La mayoría de los estudiantes entrevistados cuentan con acceso a celular o computador, pero solo una porción de ellos, tienen acceso a internet; los jóvenes principalmente usan estos recursos tecnológicos para estudiar y en menor media para entretenimiento y comunicación.
FPF
• Los padres de familia entrevistados, en su mayoría manifiestan que en casa sus hijos tienen acceso a computador, celular, Smart Tv o internet.

Fuente: Elaboración propia.

En este orden de ideas, para la triangulación FDG – FE, resulta cierta la percepción de los docentes, quienes afirman que el acceso a tecnologías 4RI para los jóvenes es insuficiente, pues solo ocurre en el colegio en presencialidad y la infraestructura tecnológica de los colegios no es buena; pese a lo anterior, se aprecia que quienes tienen acceso a tecnologías 4.0, las usan principalmente para estudiar.

En esta de triangulación, se puede apreciar que los estudiantes principalmente tienen acceso a computador o celular y en algunos casos a internet; sin embargo, no se debe olvidar que estos hallazgos corresponden sólo a los estudiantes a quienes se les pudo aplicar la entrevista, porque precisamente cuentan con estos recursos; una buena parte de la muestra no tiene ningún acceso a estos elementos tecnológicos, lo que impidió su participación en el proceso investigativo, pero que dejó en evidencia la falta de acceso de estos jóvenes a las tecnología.

En la triangulación FE – FPF, se pudo apreciar que al igual que los estudiantes, los padres de familia también tenían dificultad para acceder a los medios tecnológicos, lo que les impidió participar masivamente en las entrevistas; como consecuencia, sólo los padres

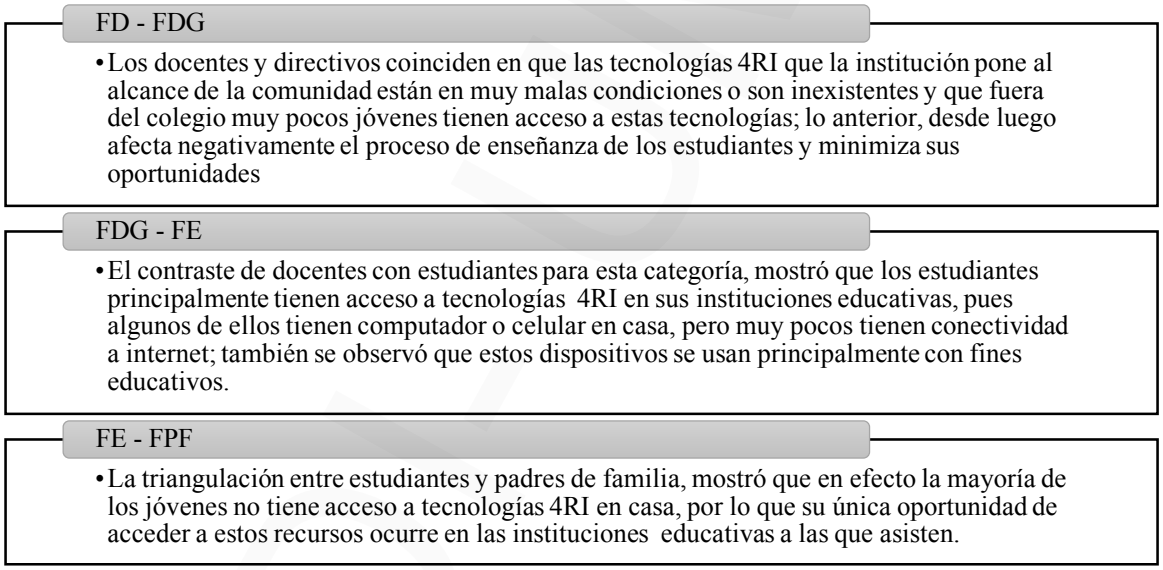
con acceso a dispositivos tecnológicos y conectividad pudieron hacer parte del estudio y esto confirma que pocos estudiantes tienen acceso a tecnologías 4RI en casa.

Se aprecia que no todas las familias tienen la disponibilidad económica para invertir en recursos tecnológicos y mucho menos para asumir una factura de internet, por lo que una vez más se concluye que el acceso de los estudiantes a estas tecnologías ocurre en las instituciones.

A continuación, se inicia la triangulación de segundo nivel con los hallazgos de la triangulación efectuada entre entrevistas de directivos y docentes con la triangulación entre docentes y estudiantes; posteriormente, se triangularán los hallazgos de FDG – FE con FE – FPF; la Figura 33 muestra el resumen de las triangulaciones FD-FDG, FDG- FE y FE – FPF.

Figura 33

Triangulaciones FD – FDG, FDG - FE y FE - FPF para Categoría 3



Fuente: Elaboración propia.

En la triangulación FD – FDG – FE, se observa que los jóvenes tienen acceso a tecnologías 4RI principalmente en sus instituciones educativas, que desafortunadamente cuentan con una infraestructura tecnológica muy pobre o inexistente.

Lo anterior muestra que una gran parte de la población estudiantil del municipio no tiene en realidad acceso a herramientas básicas como internet y que muy pocos de ellos

cuentan en casa con dispositivos tan comunes como un Smart Phone o un computador; esto pese a que por la pandemia muchos padres han intentado suplir estos medios.

Desde estas evidencias, se hace visible la brecha tecnológica que existe entre los jóvenes que provienen de familias más humildes o que viven en el campo, con aquellos que pertenecen a familias más acomodadas o que viven en las ciudades; al igual que en muchos aspectos de las actividades humanas, se puede apreciar en este sentido la desigualdad de oportunidades y la enorme deuda que el estado tiene con los menos favorecidos; esto sin duda afectará sus oportunidades laborales y académicas.

La triangulación FDG – FE FPF muestra que la mayor parte de los jóvenes que asisten a las instituciones educativas del municipio, acceden a tecnologías 4RI únicamente en sus colegios, pues en casa pocos cuentan con estos recursos.

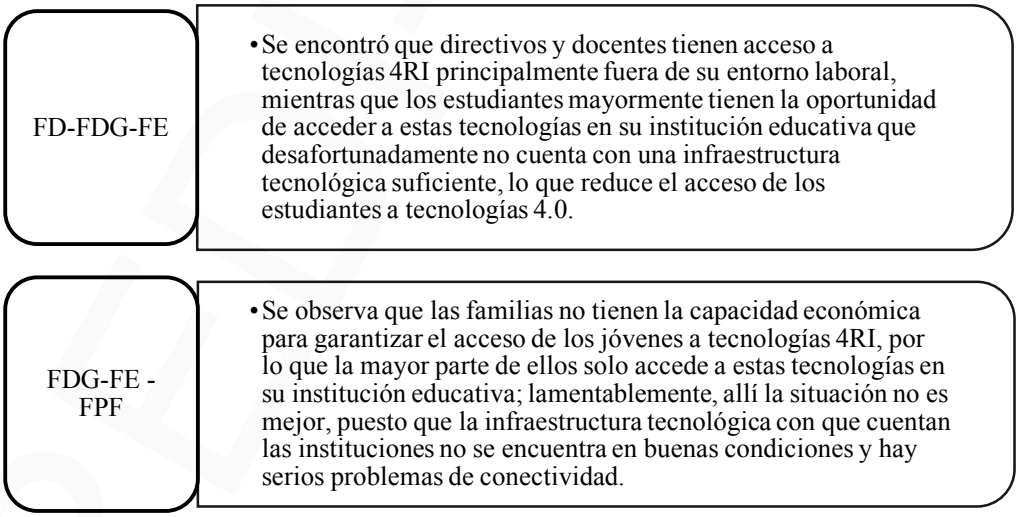
La conectividad a internet es bastante reducida, ya que este es aún un servicio costoso en el municipio e inaccesible en algunas de las veredas.

La infraestructura tecnológica que tienen las instituciones es deficiente o inexistente y la conectividad es bastante limitada; de este modo, puede concluirse que en general los jóvenes del municipio tienen poco lo nulo acceso a tecnologías de 4RI.

Para finalizar se hará la triangulación de tercer nivel FD – FDG – FE con FDG – FE – FPF; la Figura 34 muestra el resumen de las triangulaciones de segundo nivel.

Figura 34

Triangulaciones FD – FDG – FE y FDG – FE – FPF para Categoría 3



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que el nivel económico es una gran limitante a la hora de acceder a tecnologías de 4RI; los docentes y directivos acceden a ellas debido a sus propios ingresos, los estudiantes, que en su mayoría provienen de familias de escasos recursos o que viven en el campo, tienen pocas o nulas oportunidades de acceder a estas tecnologías; se supone que las instituciones educativas deberían suplir estas necesidades, pero la infraestructura tecnológica con que se cuenta es obsoleta, insuficiente o inexistente.

Los anteriores hallazgos muestran que las dificultades de acceso a dispositivos tecnológicos, afectan la inclusión de tecnologías 4.0 en el aula y pone en manifiesto la urgente necesidad de invertir en infraestructura tecnológica para la educación.

Poner infraestructura tecnológica al servicio de las instituciones educativas, es ofrecer oportunidades educativas reales para los jóvenes de que provienen de las familias con mayores necesidades en el municipio y que no pueden suplirse estos elementos; esta inversión beneficiaría no solo su proceso de aprendizaje, sino que mejoraría sus oportunidades laborales y perspectivas académicas.

Para finalizar, se triangularán los hallazgos de las fuentes documentales con los hallazgos de las fuentes humanas.

Los hallazgos documentales permitieron determinar que la infraestructura tecnológica actual de las instituciones educativas del municipio de Suesca son insuficientes; se cuenta con equipos de cómputo ya obsoletos, baja o nula cobertura de internet y ninguna de las instituciones cuenta con laboratorio de diseño, de electrónica o de robótica; lo anterior indica que por ahora las tecnologías 4RI a las que tiene acceso las comunidades son internet (de manera limitada o nula), equipos de cómputo(obsoletos), televisores Smart y Smart Phones.

Las fuentes humanas consultadas mediante entrevistas, permitieron determinar que la mayor parte de los jóvenes del municipio, únicamente tiene la oportunidad de acceder a tecnologías 4RI en su institución educativa; desafortunadamente, la infraestructura tecnológica de los colegios es insuficiente, obsoleta o inexistente, por lo que el acceso a la misma es bastante restringido; los docentes y directivos tienen acceso a estas tecnologías, fuera de su entorno laboral, invirtiendo sus propios recursos; las familias no están en capacidad de suministrar en casa el acceso a estos recursos, por lo que el acceso de los jóvenes a estas tecnologías fuera de las aulas es prácticamente nulo.

Los anteriores hallazgos permiten concluir que el acceso a las tecnologías de 4RI es diferente según los estamentos; los docentes y directivos tienen acceso a estas tecnologías fuera de su entorno laboral, usando sus propios recursos; en contraste fuera de la institución educativa, la mayoría de los jóvenes no tiene acceso a recursos tecnológicos y mucho menos a internet.

Como resultante, los jóvenes acceden en su mayoría, únicamente a las tecnologías disponibles en su institución que son: equipos de cómputo ya obsoletos, algunos Smart TV y poca o nula conectividad a internet; no se cuenta con laboratorios de diseño, de electrónica o de robótica.

Estos hallazgos indican que es urgente y necesario la inversión de recursos para dotar a las instituciones educativas de infraestructura tecnológica adecuada y asegurar la conectividad para todos los alumnos, a fin de disminuir la evidente brecha tecnológica que se está presentando y de poder desarrollar en los jóvenes habilidades para la 4RI.

Habiendo finalizado el análisis de la información correspondiente a la Categoría 3, se procederá a responder el interrogante planteado para esta categoría:

- ¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?

Las comunidades educativas tienen acceso a tecnologías 4RI según su capacidad económica; algunos de los padres de familia y estudiantes tienen acceso a teléfono celular, computador y en menor proporción a internet; pero es necesario aclarar que la mayor parte de las familias no tienen acceso a estos recursos básicos.

La mayoría de los jóvenes tienen su única oportunidad de interactuar con dispositivos tecnológicos en su institución educativa, donde desafortunadamente no se cuenta con una infraestructura tecnológica suficiente; en la actualidad, las instituciones cuentan con equipos de cómputo ya obsoletos, algunos Smart TV y con conectividad a internet limitada o nula.

Los docentes y directivos tienen acceso a tecnologías 4RI fuera de su entorno laboral, donde han invertido recursos para acceder a ellos; estas tecnologías son principalmente computador, Tableta, Smart Phone, Smart TV e internet; algunos docentes de Tecnología tienen acceso a tecnologías más especializadas como impresoras 3D.

Los hallazgos muestra una urgente necesidad de invertir en infraestructura tecnológica para las instituciones educativas, a fin de beneficiar a los jóvenes que no

cuentan con los recursos económicos para acceder a las tecnologías fuera del entorno escolar.

En la siguiente sección, se realizará el análisis de la información que corresponde a la Categoría 4.

4.2.4 Categoría 4: Capacitación docente requerida

La Categoría 4 buscaba identificar las habilidades de 4RI con que cuentan los miembros de la comunidad educativa, en específico docentes y estudiantes, a fin de establecer las habilidades que deben incluirse en el currículo para los estudiantes y la capitación que requieren los docentes para poder desarrollar tales habilidades en sus alumnos.

Esta categoría se fundamenta en la revisión del estado del arte y la construcción del marco teórico, que permitió establecer cuáles son las habilidades técnicas que demanda la 4RI; de este modo, se estableció que estas habilidades son: Uso y conocimiento de Tecnologías 4.0 (Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, Transporte Autónomo, Biotecnología, Electrónicos Vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios Web, Aplicaciones móviles, Realidad Aumentada, Ciberseguridad, Blockchain o Diseño 3D), Diseño de dispositivos tecnológicos, Programación, Diseño y construcción de circuitos, Diseño 3D, Desarrollo Web, Manejo y Análisis de Datos.

Para esta categoría se plantea la siguiente pregunta general: ¿Qué habilidades 4RI demuestran los miembros de la comunidad educativa?

Este interrogante se respondía únicamente usando las fuentes humanas disponibles dentro de la comunidad educativa; en este caso se aplicaron entrevistas a los directivos, los docentes de Tecnología e Informática, los docentes de Ética y Valores, los docentes de otras áreas, los padres de familia y los estudiantes.

En la tabla 20 se muestra la consolidación de hallazgos de las entrevistas aplicadas a los miembros de la comunidad educativa para esta categoría; es decir, para las fuentes FD, FDT, FDE, FDOA, FPF y FE.

Los directivos consideran que los docentes de Tecnología e Informática deben mejorar sus conocimientos en lo relativo a tecnologías de 4RI, así como mejorar sus formación pedagógica e investigativa y demostrar gusto por la enseñanza para lograr formar habilidades de 4RI en sus estudiantes.

Tabla 20

Hallazgos Entrevistas Fuentes FD, FDT, FDE, FDOA, FPF y FE para Categoría 4

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
Fuente: FD		
En su opinión, ¿Qué habilidades se requieren en el docente que enseña el área de Tecnología e Informática?	Conocimientos Tecnológicos avanzados	4
	Formación pedagógica	2
	Gusto por enseñar	2
	Capacidad investigativa	2
Fuente: FDT		
¿Cree que sus conocimientos en tecnología se encuentran actualizados en el marco de la cuarta revolución industrial? ¿Porqué?	Si	3
	No	2
	Hasta cierto Punto	1
	Trato de actualizarme	3
	Se requiere más actualización	2
Dentro de sus habilidades técnicas en formación tecnológica, ¿Cuáles considera usted que son su mayor fuerte?	Diseño 3D	1
	Diseño Tecnológico	1
	Programación	4
	Robótica	1
	Electrónica	2
	Manejo de Redes	1
	Uso de herramientas tecnológicas	2
	Diseño web	1
Por favor escriba su formación académica (título de pregrado y posgrados si los tiene)	Ingeniero de sistemas con maestría en educación	5
Fuente: FDOA		
¿Considera que sus habilidades de uso y manejo de las nuevas tecnologías son suficientes en el contexto actual?¿Por qué?	Si	7
	Ha tomado capacitaciones continuas acerca del tema tecnológico	5
	Sabe usar recursos tecnológicos que tiene a mano	3
	No	14
	Lo tecnológico evoluciona muy rápido	4
	Requiere mayor capacitación	11
Fuente: FDE		
Por favor escriba su formación académica (título de pregrado y posgrados si los tiene)	Bióloga con Maestría en Ciencias Naturales	1
	Licenciado en pedagogía reeducativa	1
	Licenciada en Diseño Tecnológico	1
	Licenciada en Ciencias Sociales con Maestría en Historia	1
Fuente: FPF		
¿Cuál es su ocupación u oficio?	Operario en Flores	21
	Operario en fábrica	1
	Independiente	1
	Cajera	1
	Hogar	13

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
	Operador de grúa	1
	Estudiante	2
	Enfermera	1
	Cocinera	1
	Empleada doméstica	1
	Docente	2
	Conductor	1
	Auxiliar en producción	1
Fuente: FE		
De las siguientes opciones, seleccione aquellas habilidades que usted posee: Sabe diseñar dispositivos tecnológicos, Puede crear programas de computadora, Sabe diseñar y construir circuitos electrónicos, Sabe diseñar y desarrollar sitios web, Conoce del manejo y gestión de bases de datos y análisis de datos, Sabe diseñar e imprimir objetos en 3D.	Sabe diseñar dispositivos tecnológicos	9
	Puede crear programas de computadora	6
	Sabe diseñar y construir circuitos electrónicos	9
	Sabe diseñar y desarrollar sitios web	44
	Conoce del manejo y gestión de bases de datos y análisis de datos	26
	Sabe diseñar e imprimir objetos en 3D	13
	Ninguna de las habilidades	11
¿Qué tan avanzados son sus conocimientos en las habilidades que seleccionó? ¿Dónde los aprendió?	Básicos	84
	Intermedio	3
	En el colegio	35
	En internet	34

Fuente: Elaboración propia.

Los docentes de la fuente FDT, creen que cuentan con algunos conocimientos de cuarta revolución industrial, ya que son ingenieros de sistemas; pero creen que requieren actualización, por lo que algunos han intentado estudiar por su cuenta; se consideran más fuertes principalmente en programación, aunque algunos de ellos cuentan con habilidades como el diseño en 3D, el diseño tecnológico, la robótica, la electrónica, el manejo de redes, el uso de herramientas tecnológicas y el diseño web.

La mayor parte de los docentes de la fuente FDOA entrevistados, consideran que ante la rápida evolución tecnológica, se requiere actualización para poder tener habilidades tecnológicas suficientes para la actualidad; sin embargo, algunos de ellos manifiestan que han tomado capacitaciones de manera independiente y que saben usar aquellas herramientas que tienen a mano.

Se observa que los docentes de la fuente FDE, no son siempre profesionales formados para la enseñanza en específico de ésta área (por ejemplo licenciados en ciencias sociales o filosofía); sin embargo, se aprecia que se trata de profesionales que incluso

cuentan con el grado de maestría, así que se presume por su formación que tienen conocimientos al menos básicos tecnología, pero no es posible afirmar que estén preparados en torno a las habilidades blandas de 4RI que enseñan.

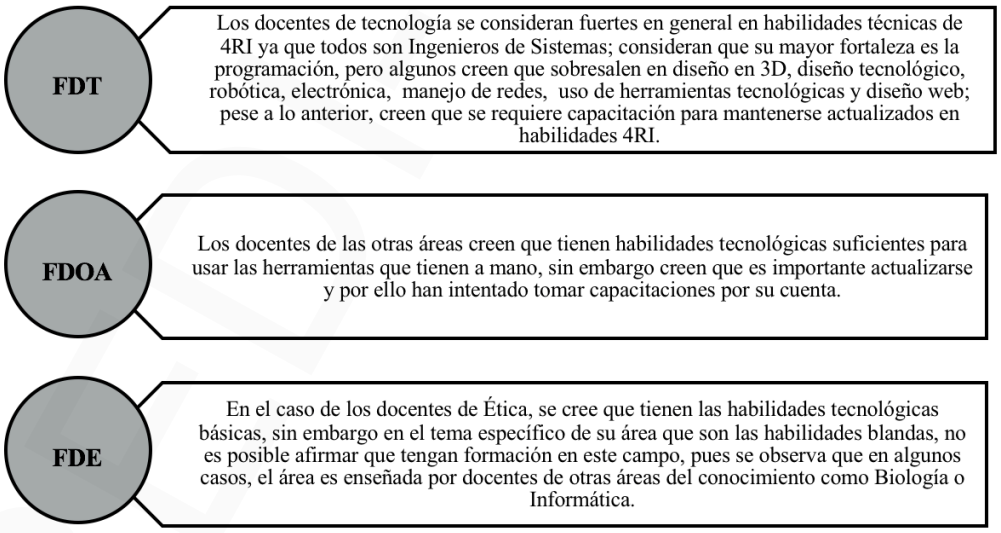
En cuanto a la fuente FPF, se aprecia por su ocupación, que la mayoría de los padres de familia desempeñan labores que implican un nivel de formación básico; solo se observan tres padres de familia con formación técnica y/o profesional; lo anterior indica que los conocimientos en tecnología de los padres, en su mayoría son básicos o nulos.

Por último, la mayoría de los entrevistados en la fuente FE, dice tener habilidades para diseñar y desarrollar sitios web, manejo y gestión de base de datos; en menor proporción se relacionan habilidades como diseñar y construir circuitos, diseñar e imprimir objetos en 3D y diseñar dispositivos tecnológicos; una parte de los entrevistados manifiesta no poseer ninguna de las habilidades 4RI y apenas 6 estudiantes manifiestan saber programar; la mayor parte de los estudiantes admiten que sus habilidades llegan a un nivel básico y que han adquirido estas habilidades en el colegio o en internet.

A continuación se iniciará el proceso de análisis de información con la triangulación de los hallazgos entre docentes; La Figura 35 muestra el resumen de hallazgos de las fuentes FDT, FDOA y FDE.

Figura 35

Hallazgos Fuentes FDT, FDOA y FDE para Cuarta Categoría



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 35 se observa que los docentes de Tecnología para el caso del municipio de Suesca, tienen una formación fuerte en habilidades tecnológicas pues son Ingenieros de Sistemas y manifiestan su voluntad de mantenerse actualizados; los docentes de las demás áreas tienen las habilidades básicas que les permiten interactuar con tecnologías 4RI.

En cuanto a las habilidades blandas, pese a que se ha encontrado en las preguntas anteriores que si se desarrollan en el currículo, no parece existir una formación de base específica que permita acreditar la enseñanza de estas habilidades; parece que ocurre más por las habilidades de orientación y manejo de grupo de cada docente, que por cierta formación académica en sí; tal vez sea necesario reforzar también este tipo de capacitación en docentes, para facilitar su labor.

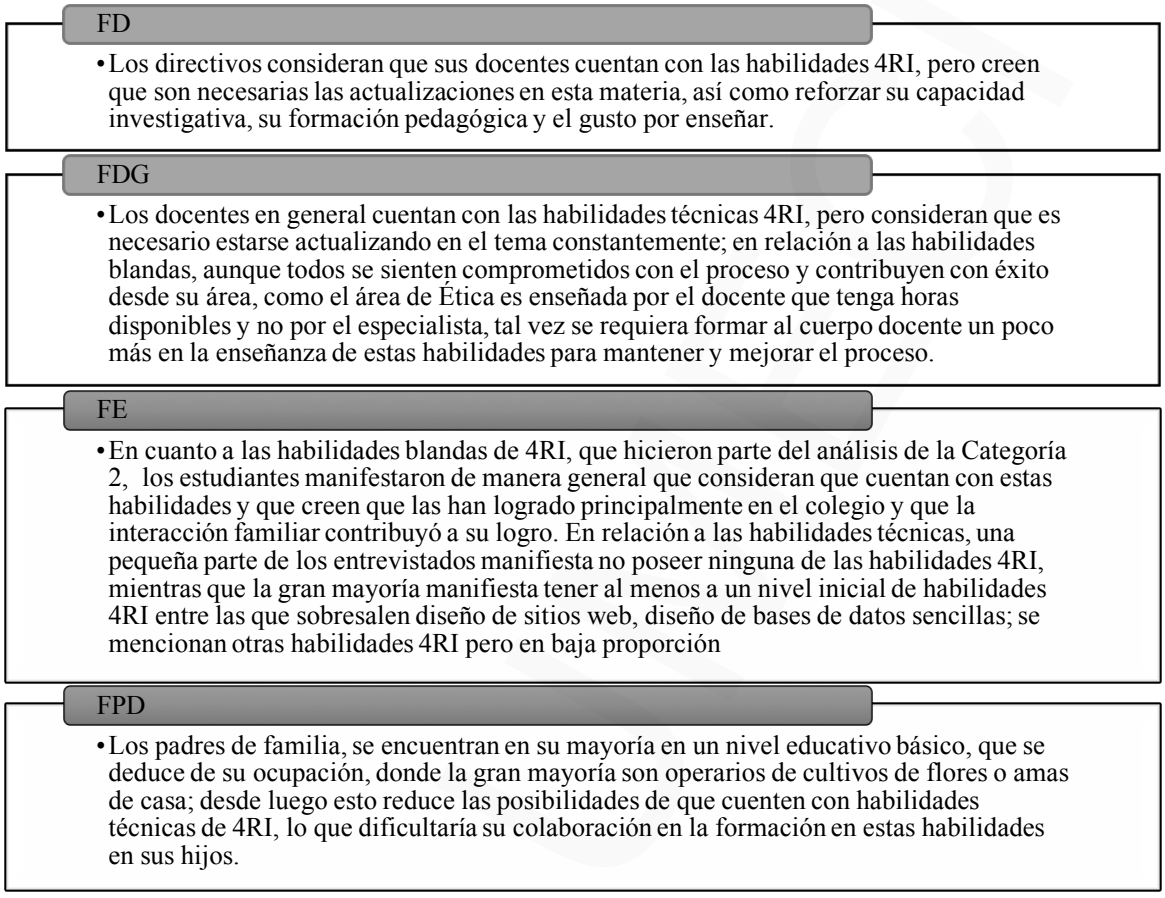
A continuación se triangularán los hallazgos de las entrevistas a directivos (FD) con las de docentes (FDG), los hallazgos de las fuentes FDG con FE y los hallazgos de las fuentes FE con FPF; la Figura 36 muestra el resumen de hallazgos de estas fuentes.

La triangulación FD – FDG muestra que tanto directivos como docentes, son conscientes de la necesidad de estar actualizando sus conocimientos y habilidades técnicas para la 4RI; se cree también que para desarrollar con éxito en sus estudiantes las habilidades blandas, sería conveniente mantener también procesos de formación de docentes constantes, que permitan a cada profesor desde su asignatura, contribuir a la formación de las habilidades blandas que requiere la 4RI.

De otra parte, la triangulación FDG – FE muestra que los docentes consideran que cuentan con las habilidades 4RI (en especial los de Tecnología), pero sus estudiantes pese a que creen que cuentan con habilidades tecnológicas, dentro de las que se consideran de 4RI, solo manifiestan tener un nivel inicial principalmente en desarrollo de sitios web y diseño de bases de datos; esta información coincide con la hallada en la Categoría 2, en donde se concluyó que el currículo actual incluía la formación de estas dos habilidades a un nivel inicial, así como el diseño básico de circuitos; según lo expresado por los estudiantes, esta última habilidad (diseño de circuitos) no ha sido desarrollada con éxito, esto podría deberse a que por falta de laboratorio, en la actualidad se trabaja de manera teórica.

Figura 36

Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF para Categoría 4



Fuente: Elaboración propia.

Las habilidades blandas, según lo establecido la Categoría 2, se desarrollan con éxito en el currículo, sin embargo los docentes creen que sería conveniente fortalecer su propia formación en estas temáticas para hacerlo aún mejor.

Estos hallazgos ponen en evidencia que existe el capital humano para desarrollar las habilidades técnicas 4RI, pero esto no se logra, tal vez debido a la mala infraestructura tecnológica de las instituciones que quedó expuesta en la Categoría.

En la triangulación FE – FPF, tanto padres como estudiantes consideran que los jóvenes han desarrollado con éxito las habilidades blandas 4RI y que las familias han contribuido para lograrlo.

En relación a las habilidades técnicas, los padres no cuentan con esas habilidades y los jóvenes, apenas han desarrollado a un nivel básico habilidades 4RI, entre las que

sobresalen el desarrollo de sitios web y diseño de bases de datos (esto en menos de la mitad de los entrevistados); las demás habilidades se perciben desarrolladas en proporciones muy bajas; sin embargo una pequeña proporción de los entrevistados indicó no tener ninguna de las habilidades.

Estos hallazgos muestran que la formación de habilidades técnicas 4RI, solo ocurrirá en la escuela, por tanto, es necesario incluirlas en los estándares de competencias, para que lleguen a los currículos educativos, junto con la infraestructura tecnológica y capacitación docente requerida para hacerlas realidad.

Se iniciará el proceso de triangulación de segundo nivel, para ello se triangulará en primer lugar los hallazgos de la triangulación entre la fuente directivos (FD) con la fuente de docentes en general (FDG), con la triangulación de los hallazgos entre la fuente docentes en general (FDG) con la fuente estudiantes (FE); posteriormente se triangulará los hallazgos de las triangulaciones FDG – FE con FE – FPF; la Figura 37 muestra un resumen de las triangulaciones previas.

Figura 37

Triangulaciones FD- FDG, FDG- FE y FE - FPF para Categoría 4

FD - FDG
• Los directivos y docentes creen que cuentan con las habilidades técnicas 4RI, pero consideran necesario la actualización constante en este aspecto. • En cuanto a las habilidades blandas, pese a que se han desarrollado con éxito en los jóvenes, consideran que también es necesario un proceso de formación constante en estas temáticas para continuar mejorando
FDG - FE
• Los docentes consideran que cuentan con las habilidades técnicas 4RI, aunque consideran oportuno actualizarse constantemente; la mayoría de los estudiantes por su parte, consideran que cuentan a un nivel inicial con habilidades 4RI, sobresaliendo el desarrollo web y el diseño de bases de datos. • En cuanto a las habilidades blandas hay consenso en que se han desarrollado, pero los docentes creen necesario hacer procesos formativos continuos para docentes en estas temáticas.
FE - FPF
• Los padres de familia no cuentan con habilidades técnicas 4RI y los jóvenes manifiestan contar con estas habilidades a un nivel muy inicial, en especial en desarrollo web y en diseño de bases de datos. • En cuanto a las habilidades blandas, padres de familia y jóvenes coinciden en que los estudiantes las han desarrollado y que la familia ha contribuido. • Se observa que la formación de las habilidades técnicas debe ocurrir en el colegio.

Fuente: Elaboración propia.

En la triangulación FD – FDG – FE, se aprecia que existe el recurso humano necesario para formar habilidades de 4RI en los estudiantes; sin embargo tanto en habilidades técnicas como blandas se requieren procesos de capacitación constante. Así mismo, se observa que la mayoría de los estudiantes creen que cuentan con habilidades 4RI, sin embargo a un nivel inicial, que podría ser únicamente el reconocimiento de la habilidad, pero no el logro como tal de la habilidad; por ejemplo un estudiante podría saber que es diseñar un dispositivo tecnológico pero no saber cómo diseñar un dispositivo tecnológico, es bastante probable que por ello haya tanta dispersión en la cantidad de alumnos que manifiesta tener cada una de las habilidades 4RI.

Se nota cierta persistencia en las habilidades de desarrollo web y de diseño de base de datos, lo que coincide con los hallazgos de la Categoría 2, donde se aprecia que estas dos habilidades están incluidas de manera inicial, en los planes de estudios de las cuatro instituciones.

Todo esto indica que para llegar a un desarrollo real de las habilidades 4RI, se requiere incluirlas en los estándares de competencias, para que junto con la infraestructura tecnológica requerida (en la Categoría 3 quedó establecido que actualmente no existe en los colegios) y la capacitación docente, sea posible en verdad agregarlas a los currículos institucionales y convertirlas en una realidad en el proceso educativo de los jóvenes.

En la triangulación FDG – FE – FPF, se observa que los docentes cuentan con la formación necesaria para incluir en los currículos escolares las habilidades técnicas 4RI, aunque creen conveniente que haya continua capacitación al respecto.

Aunque los jóvenes creen que cuentan con habilidades técnicas 4RI, las entrevistas no muestran consistencia en esa percepción, ya que menos de la mitad de los jóvenes coincidió en seleccionar dos de las habilidades 4RI y las demás habilidades se muestran absolutamente dispersas; esto coincidiría con lo hallado en la Categoría 2, donde los docentes manifestaron incluir en sus planes de estudios el conocimiento de las tecnologías 4.0 de manera informativa, el desarrollo web, el diseño de bases de datos y el diseño de circuitos de una manera muy inicial; las demás habilidades 4RI, según los docentes no se incluyen en los planes de estudios y por tanto es muy poco probable que los estudiantes las hayan desarrollado, pues como se concluyó en los hallazgos de la Categoría 3, la interacción de los estudiantes con tecnologías 4.0 ocurre principalmente en el colegio.

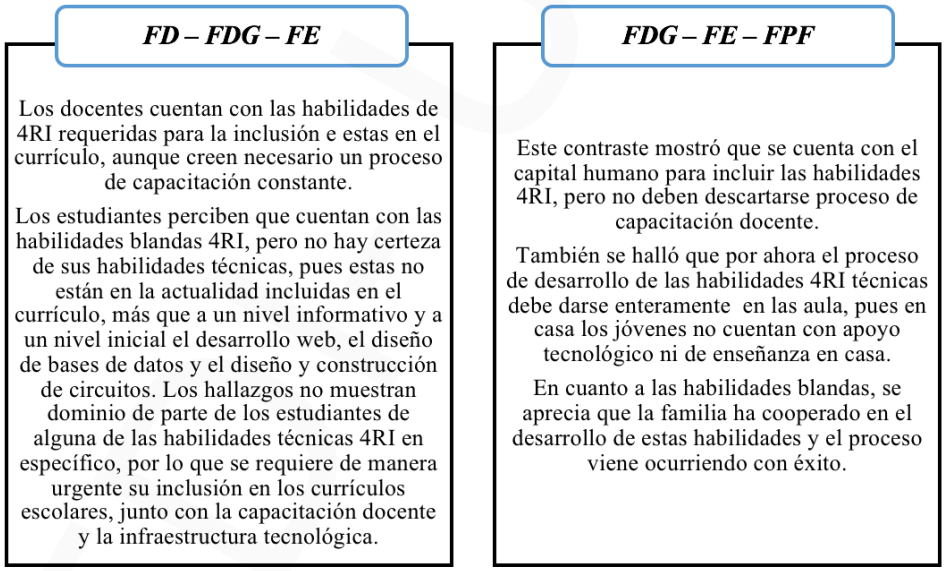
La dispersión en la selección de habilidades 4RI mostrada por los estudiantes en la entrevista, muestra inseguridad al señalar la habilidad en específico; esto indica que posiblemente aunque se tenga alguna idea de lo que significa la habilidad, no se domina la habilidad ni siquiera a un nivel inicial.

Lo anterior permite afirmar que para lograr de manera cierta y verificable las habilidades técnicas 4RI, se requiere su total implementación dentro del currículo educativo; para que así se dote la infraestructura tecnológica necesaria, se dé la capacitación docente requerida, se incluyan las temáticas en los planes de estudios y se desarrolle el proceso de enseñanza y aprendizaje de las habilidades técnicas 4RI de una manera planeada, sistemática y confiable.

Pasando a la triangulación de tercer nivel, se hará triangulación de las triangulaciones de segundo nivel; es decir, FD – FDG – FE con FDG – FE - FPF; La Figura 38 muestra el resumen de hallazgos de estas triangulaciones previas.

Figura 38

Triangulaciones FD – FDG – FE y FDG – FE – FPF para Categoría 4



Fuente: Elaboración propia.

Los hallazgos permiten afirmar que en la actualidad, los estudiantes demuestran habilidades blandas 4RI y los demás miembros de la comunidad educativa lo perciben.

En cuanto a las habilidades técnicas, los docentes cuentan con las habilidades mientras que los jóvenes apenas conocen de manera informativa las tecnologías 4.0 y han desarrollado a un nivel muy inicial el desarrollo web y el diseño de bases de datos, esto no de manera uniforme, lo que indica que se requiere fortalecer ese proceso e incluir todas las demás habilidades técnicas 4RI que son: Saber diseñar dispositivos tecnológicos, Crear programas de computadora, Saber diseñar y construir circuitos electrónicos y Sabe diseñar e imprimir objetos en 3D.

Para llegar al desarrollo de estas habilidades, se requiere inicialmente cambiar el estándar de competencias del área de Tecnología, dotar a las instituciones educativas de la infraestructura tecnológica necesaria para cumplir el estándar y capacitar a los docentes; dada esta primera parte, será viable y posible modificar los planes de estudios y hacer realidad en el aula el desarrollo de las habilidades técnicas que demanda la 4RI.

Una vez analizada la información disponible para esta categoría, se procederá a resolver la pregunta general planteada:

- ¿Qué habilidades 4RI demuestran los miembros de la comunidad educativa?

Los docentes en general muestra habilidades de 4RI generales para el manejo de dispositivos tecnológicos 4.0.

Los docentes del área de Tecnología, demuestran habilidades para la programación y algunos creen que sobresalen en diseño en 3D, diseño tecnológico, robótica, electrónica, manejo de redes, uso de herramientas tecnológicas y diseño web.

En cuanto a las habilidades blandas, no se aprecia algún tipo de medida o título académico en específico que acredite a los docentes como personal idóneo para la enseñanza de este tipo de habilidades, sin embargo, según los hallazgos, todos los docentes han contribuido significativamente en el desarrollo de las habilidades blandas de sus estudiantes; por lo que se cree, esto ocurre en el desarrollo cotidiano de sus clases mediante el diálogo y la orientación a los jóvenes.

Los estudiantes demuestran ciertos conocimientos generales acerca del conocimiento de la finalidad de las tecnologías 4.0, pero han tenido poca o nula oportunidad de interactuar con la mayoría de estas tecnologías, siendo los sitios web y las aplicaciones móviles las tecnologías a las que han podido acceder; así mismo, se aprecia

que han desarrollado en un nivel muy inicial las habilidades de diseño web y diseño de bases de datos.

En relación a las habilidades blandas, los miembros de la comunidad educativa perciben que los jóvenes cuentan con estas habilidades y consideran que las han desarrollado principalmente en el colegio, con el acompañamiento de la familia.
Por último, se parecía que los padres de familia carecen de formación tecnológica, en su mayoría tienen un nivel educativo básico que les permite desempeñarse principalmente como operarios, amas de casa u oficios del campo.

A continuación se abordará la última categoría, planteada para el presente estudio.

4.2.5 Categoría 5: Currículo institucional y 4RI

El objetivo de esta categoría es comprender como perciben en la actualidad los miembros de la comunidad educativa el currículo que se desarrolla; así mismo se pretende tener una mejor comprensión de los entornos que rodean las instituciones educativas y de la forma en que los miembros de las comunidades educativas participan en esa puesta en marcha de sus currículos.

En esta categoría se busca caracterizar lo elementos del currículo que harían posible que los jóvenes de las instituciones educativas del municipio de Suesca, logren desarrollar habilidades de cuarta revolución industrial.

Para esta categoría se plantean los siguientes interrogantes: ¿Cómo perciben los miembros de la comunidad educativa el actual currículo ? ¿Cómo es el entorno? ¿Cómo participan los miembros de la comunidad educativa en la praxis del currículo?

Para responder a estos interrogantes, se abordaron todos los miembros de las comunidades educativas: directivos, docentes, padres de familia y estudiantes.

La información recolectada de estas fuentes se logró mediante entrevistas que se aplicaron a los rectores, a los docentes de Tecnología, a los docentes Ética y Valores, a los docentes de las otras áreas, a los padres de familia y a los estudiantes.

La Tabla 21 muestra los hallazgos de las fuentes humanas (FD, FDT, FDOA, FDE, FPF y FE) dentro de la comunidad educativa.

Tabla 21

Hallazgos Entrevistas Fuentes FD, FDT, FDOA, FDE, FPF y FE para Categoría 5

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
	Fuente: FD	
¿Qué estrategias didácticas cree usted que sean las mejores para enseñar el área de Tecnología e Informática?	Capacitar a los docentes	2
	Mejorar infraestructura tecnológica	2
	Incluir temáticas como Robótica	2
	Incluir la lenguajes de programación	1
¿Qué recursos didácticos y/o tecnológicos cree usted que se necesitan para desarrollar habilidades avanzadas en el área de Tecnología e Informática?	Computadores Actualizados	3
	Televisores	3
	Internet	4
	Tableros electrónicos	1
	Software	1
¿Considera usted que es necesario capacitar a los docentes del área de Tecnología e Informática? si es así, ¿En qué temáticas?	Pedagogía	2
	Conocimientos tecnológicos	4
	Desarrollo Web	4
	Resolución de problemas	1
En su opinión, ¿Qué rol debe desempeñar la familia en la enseñanza del área de Tecnología e Informática?	Acceso a computador en casa	3
	Acceso a internet en casa	3
	Supervisión y acompañamiento	1
	Fuente: FDT	
¿Qué recursos tecnológicos cree usted que debería adquirir o mejorar su institución para la enseñanza del área de Tecnología e Informática?	Kits de electrónica	5
	Kits de Robótica	5
	Taller de mecánica	1
	Internet	5
	Taller de diseño	2
	Equipos de cómputo	5
¿Considera usted que es necesario un plan de capacitación para los docentes de Tecnología e Informática?¿En qué temáticas?	Si	5
	No	0
	Uso de nuevas tecnologías	4
¿Qué elementos adicionales cree usted que deberían considerarse, para lograr un mejoramiento en la calidad de la enseñanza del área de Tecnología e Informática?	Robótica	1
	Desarrollo Web	1
	Electricidad y electrónica	1
	Programación	2
	Diseño 3D	1
	Desarrollo de Apps	1
	Fuente: FDOA	
¿Qué elementos curriculares adicionales cree usted que deberían considerarse, para lograr un mejoramiento en la calidad de la enseñanza, de cara a la cuarta revolución industrial?	Mayor integración de TIC en el currículo	2
	Interdisciplinariedad y transversalidad	3
	Mejor infraestructura tecnológica	7
	Abandonar el modelo de enseñanza tradicional	1
	Privilegiar habilidades de razonamiento	2
	Capacitación docente	3
	Usar la tecnología para aplicaciones y situaciones reales	4
	Reestructurar el currículo privilegiando procesos de pensamiento	1

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
	Incluir actividades lúdicas como convivencias	1
	Apropiar la tecnología en todas las áreas	2
	Motivar la curiosidad del estudiante	1
	Incluir la educación como parte del sistema que compone la realidad y sus ajustes necesarios de cara a la cuarta revolución industrial	1
	Ampliar competencias ciudadanas en escenarios virtuales	1
	Se debe incluir la programación y el análisis de datos	1
	Adaptar los estándares educativos a la cuarta revolución industrial	2
	Incluir TIC en procesos de emprendimiento	1
Fuente: FDE		
¿Qué elementos curriculares adicionales cree usted que deberían considerarse, para lograr un mejoramiento en la calidad de la enseñanza, de cara a la cuarta revolución industrial?	Integrar a las familias	1
	Más apoyo gubernamental	1
	Mejorar la infraestructura tecnológica	2
	Más compromiso docente	1
	Privilegiar los aspectos éticos sobre el conocimiento	2
	Incluir TIC en la enseñanza	1
	Privilegiar la conciencia ambiental	1
	Reflexionar acerca del uso que hacemos de la tecnología	3
	Formar para prevenir los delitos que se hacen en las redes	1
	Promover la tecnología como mecanismo para formar para la interculturalidad a nivel mundial	1
	Usar la tecnología para comprender fenómenos como la globalización y sus implicaciones	1
Fuente: FPF		
¿Qué habilidades tecnológicas cree usted que es necesario agregar a la formación de su hijo(a)? ¿Porqué?	Robótica	3
	Uso de plataformas	1
	Electrónica	1
	Usar mejor redes sociales	2
	Programación	2
	Diseño digital	1
	Priorizar habilidades sociales	1
	Excel avanzado	2
	Desarrollo de aplicaciones en internet	3
	Reparar teléfonos celulares	2
	Reparar computadores	3
	Uso de tecnologías de punta	6
	Seguridad Digital	2
	Ninguna, ya tiene suficientes	14
	No sabe	5
	Ofimática	2
	Marketing digital	2
¿Qué aspectos cree usted que deberían mejorarse en el proceso de enseñanza de su hijo(a)?	Mejores explicaciones en los temas de las diferentes áreas	8
	Mayor dedicación de los docentes	1
	Uso de otras tecnologías para clases	3

Pregunta	Respuesta	Frecuencia
	Más clases en línea	2
	Más clases presenciales	2
	Más tecnología porque es necesaria	4
	Más bases matemáticas	1
	Hay que priorizar lo emocional	1
	Más actividades lúdicas	1
	Mas habilidades comunicativas	2
	Más formación en valores y disciplina	3
	Permitir mayor participación	1
	Integrar más a la familia	1
	Enseñar temas que necesitan saber más	2
	Diseño de animaciones	1
	Más lectura	2
	Más investigación	1
	Orientación profesional	1
	Ninguno, creo que se ha hecho un gran trabajo	5
	Más temas prácticos	2
	Más análisis	1
	No sabe	2
Fuente: FE		
¿Usted considera que los conocimientos y habilidades que se desarrollan en el área de Tecnología e Informática son suficientes para la actualidad?¿Qué conocimientos o habilidades consideran que deberían agregarse?	Son suficientes	58
	No son suficientes	40
	Debe profundizarse más en lo que se enseña	4
	Sitios web	11
	Diseño 3D	3
	Robótica	3
	Diseño de Apps	12
	Programación	5
	Reparación de electrodomésticos	2
	Diseño digital	3
	Nanotecnología	1
	Circuitos digitales	1
	Marketing Digital	5
	No sabe cuáles	2
¿Cree que los recursos tecnológicos con que cuenta su institución son suficientes para la enseñanza del área de Tecnología e Informática?¿Qué recursos deberían adquirirse o mejorarse?	Cree que son suficientes	25
	Cree que deben adquirir más	16
	Cree que deben actualizar los que hay	41
	Debe comprarse más software	1
	Debe comprarse laboratorio de robótica	2
	Debe comprarse laboratorio de electrónica	1
	Debe adquirirse impresora 3D	1

Fuente: Elaboración propia.

Los directivos consideran que el currículo del área de Tecnología debe sin duda, usar dispositivos tecnológicos de última generación; para ello, creen que se debe mejorar la infraestructura tecnológica, la conectividad a internet y se debe ofrecer capacitación a los docentes del área en tecnologías de 4RI principalmente; así mismo, consideran que la

familia debería garantizar en casa el acceso de los jóvenes como mínimo al computador y a Internet.

Los docentes de informática creen que su institución educativa debería invertir en mejor infraestructura tecnológica, mejor conectividad y la adquisición de laboratorios y materiales de electrónica, robótica, mecánica y diseño, con el fin de incluir estas habilidades en el currículo del área; así mismo debería incluirse la programación, el diseño 3D, el desarrollo web y el desarrollo de aplicaciones; también consideran que es necesario capacitar a los docentes en el uso de estas tecnologías.

Dentro de las recomendaciones que plantean los docentes de otras áreas, para mejorar la calidad de la enseñanza, sobresalen el mejoramiento de la infraestructura tecnológica y la integración del uso de éstas tecnologías en las diferentes áreas de aprendizaje; la fuente FDOA plantea diversas estrategias que podrían hacer más pertinente el currículo frente a la 4RI, tales como privilegiar las habilidades de razonamiento, ajustar el sistema educativo a la 4RI, incluir en la enseñanza competencias ciudadanas para escenarios virtuales, programación, análisis de datos, actualizar los estándares y usar las TIC para el emprendimiento.

Los docentes de Ética y Valores consideran que el currículo institucional debe considerar una mejora en la infraestructura tecnológica y una formación reflexiva en cuanto al uso que se hace de ella y sus implicaciones sociales, ambientales y globales; también creen que debe integrarse a las familias, así como lograr un mayor apoyo gubernamental y un mayor compromiso docente.

Algunos padres de familia creen que las habilidades tecnológicas con que cuentan sus hijos son suficientes; sin embargo la gran mayoría piensan que pueden adicionarse otras habilidades como robótica, reparación de dispositivos, uso de tecnologías de punta y programación entre otras.

Los padres de familia consideran que para mejorar el aprendizaje de sus hijos, debería incluirse mucho más en el aprendizaje el uso de la tecnología, profundizar un poco más en las explicaciones en las diferentes asignaturas, formar mucho más en valores y disciplina, permitir más participación de la familia e incluir más actividades lúdicas, más lectura, más investigación, más formación emocional y más temas que sean aplicables en la vida cotidiana.

Entre los estudiantes, las opiniones están divididas en cuanto a la suficiencia de sus conocimientos en tecnología; quienes creen que sus conocimientos no son suficientes, consideran que debería profundizarse más en lo que se enseña y adicionar lo relativo a tecnologías 4.0, especialmente aplicaciones móviles y sitios web, también sugieren el marketing digital.

En cuanto a la infraestructura tecnológica de su institución, los estudiantes creen mayormente que es insuficiente o debe ser actualizada y que deben incluirse laboratorios de robótica, electrónica y diseño 3D.

Una vez consolidados los hallazgos de las entrevistas aplicadas a los estamentos de la comunidad educativa, se procederá a hacer la triangulación entre los mismos.

Para iniciar, se deben triangular los hallazgos entre las entrevistas aplicadas a los docentes, es decir, a los docentes de Ética y valores, los docentes de Tecnología e Informática y los docentes de las otras áreas; La Figura 39 muestra un resumen de los hallazgos de las fuentes FDT, FDOA y FDE.

Figura 39

Hallazgos FDT, FDOA y FDE

FDT	FDOA	FDE
• En general, los docentes de Tecnología, consideran que deben incluirse en el currículo todas las habilidades técnicas de 4RI y que para ello, se requiere invertir en una mejor infraestructura tecnológica, mejor conectividad, laboratorios de electrónica, de robótica, así como en capacitación para los docentes en este aspecto.	• Los docentes de las otras áreas consideran que debe invertirse en una mejor infraestructura tecnológica, mejor conectividad y que además, debe ajustarse el currículo a los desafíos de la cuarta revolución industrial, privilegiando las habilidades de razonamiento, las habilidades técnicas y las competencias ciudadanas en escenarios virtuales; creen que es necesario replantear los estándares educativos en ese sentido.	• Los docentes del área de Ética y valores creen que es necesario mejorar la infraestructura tecnológica institucional y que se requiere incluir en el currículo una formación reflexiva en torno al uso que hacemos de la tecnología y sus implicaciones ambientales y sociales; también creen que es necesario incluir a la familia mucho más en los procesos formativos, así como un mayor compromiso por parte de los entes gubernamentales.

Fuente: Elaboración propia.

Los tres grupos de docentes entrevistados consideran necesario invertir recursos en mejorar la infraestructura tecnológica de sus instituciones, pues creen que es importante incluir más habilidades tecnológicas en el currículo, de modo que los proceso formativos

respondan a los desafíos que representa la cuarta revolución industrial; también consideran que el currículo debe desarrollar habilidades complementarias, tales como el razonamiento, las competencias ciudadanas en entornos virtuales y la reflexión acerca del uso que hacemos de la tecnología.

En general los docentes creen que es necesaria una transformación del currículo, ya que consideran que el actual no es pertinente frente a la 4RI; también creen que su transformación debe involucrar a todos los miembros de la comunidad educativa y a los entes gubernamentales responsables del sistema educativo.

A continuación se desarrollará la triangulación de los hallazgos de las entrevistas a directivos (FD) , con los resultados de la triangulación de las entrevistas aplicadas a los docentes (FDG).; luego se triangularán los hallazgos de la fuente FDG con la fuente FE y por último se triangularán FE con FPF; la Figura 40 muestra un resumen de estos hallazgos.

En la triangulación FD – FDG, los hallazgos muestran que hay acuerdo entre directivos y docentes respecto a la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica de sus instituciones y de efectuar un plan de capacitación, así como de incluir mucho más a la familia en los procesos de enseñanza.

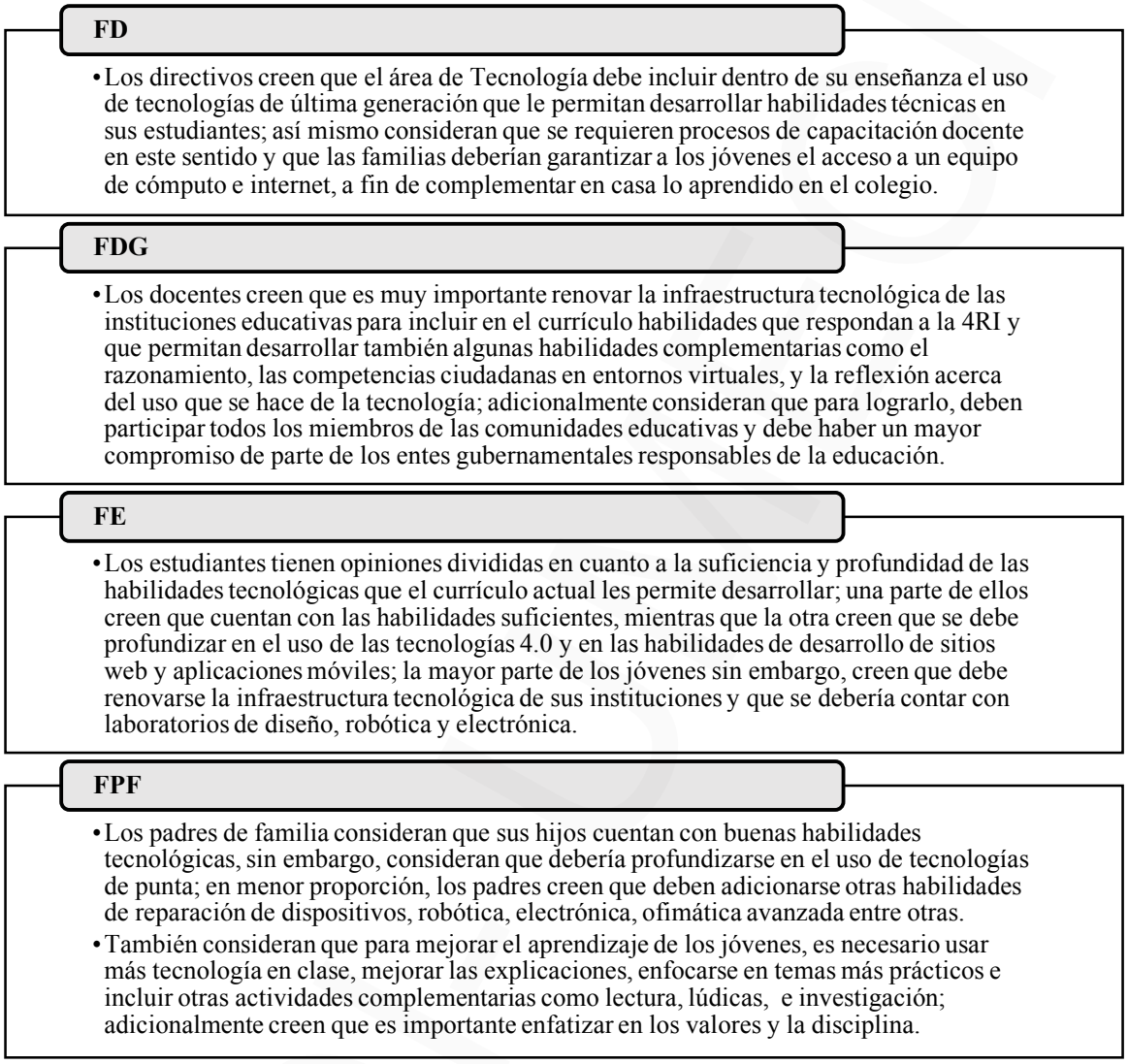
Se aprecia que para directivos y docentes, es evidente que contar con los medios que permitan la enseñanza de habilidades técnicas y complementarias a la 4RI, es un gran primer paso para hacer realidad una posible transformación curricular y que sin la mejora y/o adquisición de la infraestructura tecnológica no será posible hacer adaptaciones curriculares que permitan a la institución ofrecer un proceso formativo pertinente a la 4RI.

Tanto docentes como directivos saben que esta inversión de recursos depende de agentes gubernamentales externos y que para que ocurra, debe haber un compromiso de estos organismos.

Se observa en la triangulación FDG – FE, que hay concordancia en cuanto a la necesidad de renovar la infraestructura tecnológica de las instituciones; sin embargo, se aprecia que para los docentes, es obvia la necesidad de transformar el currículo para formas habilidades de 4RI y algunas habilidades complementarias, como el razonamiento, las competencias ciudadanas en entornos virtuales y la reflexión sobre el uso de la tecnología.

Figura 40

Hallazgos Fuentes FD, FDG, FE y FPF para Categoría 5



Fuente: Elaboración propia.

En contraste, para los jóvenes, no resulta tan evidente esa necesidad, así que sus opiniones están divididas y para quienes creen necesario el cambio, no hay total claridad de lo que se debería incluir, así que optan por aquello con lo que han tenido oportunidad de interactuar (Sitios web y aplicaciones móviles).

La situación anterior deja claro que no hay una real comprensión en los jóvenes de lo que significa el fenómeno de la cuarta revolución industrial (esto se evidenció en los

hallazgos de la Categoría 1) y por tanto no relacionan en términos globales, las necesidades de aprendizaje que implica en su futuro laboral y/o académico la 4RI.

En la triangulación FE – FPF, se observa que en general los padres y una parte de los estudiantes creen que los jóvenes si desarrollan habilidades tecnológicas, pero que es posible lograr un progreso en el desarrollo de las mismas, profundizando mucho más en cada una de las tecnologías 4.0; los estudiantes consideran que se debería enfocar su enseñanza, especialmente en aquellas tecnologías que ellos usan más (sitios web y aplicaciones móviles); esto tal vez debido a que han tenido pocas o nulas oportunidades de interactuar con las demás.

Los padres creen que adicionalmente a las habilidades tecnológicas, se debe priorizar en disciplina y valores, los jóvenes en cambio enfocan su interés netamente a lo tecnológico.

Los estudiantes consideran que es necesario mejorar la infraestructura tecnológica institucional mientras que los padres creen que es conveniente que los jóvenes tengan acceso a las tecnologías de punta.

Se observa que existe en términos generales coincidencia de percepciones en esta categoría entre padres y estudiantes.

Ahora se inician las triangulaciones de segundo nivel con la triangulación entre los hallazgos entre directivos y docentes (FD – FDG) con los hallazgos entre docentes y estudiantes (FDG – FE), posteriormente, se triangulará FD – FE con FE - FPF; la Figura 41 muestra un resumen de estas triangulaciones previas.

En la triangulación FD – FDG – FE, es claro para los tres estamentos contrastados, que se requiere una inversión en la infraestructura tecnológica que incluye la adquisición de laboratorios de diseño, electrónica y robótica.

Los directivos, docentes y una parte de los estudiantes creen que es necesario profundizar en las habilidades técnicas 4RI, mientras que la otra parte de los estudiantes considera que el currículo actual forma las habilidades necesarias y suficientes para el contexto actual.

Está claro que se requiere un proceso de sensibilización con los jóvenes para que estos asimilen el fenómeno de la 4RI y sus posibles efectos en su futuro inmediato; esto permitiría hacerlos partícipes de su propio proceso de aprendizaje y motivaría a que asuman

una postura crítica frente a lo que aprenden, así como la calidad y pertinencia del sistema educativo colombiano.

Figura 41

Triangulaciones FD – FDG, FDG – FE y FE - FPF para Categoría 5

FD - FDG
• Tanto directivos como docentes coinciden en que la necesaria transformación curricular que exige la 4RI, requiere y depende en gran medida de la adquisición y/o mejoramiento de la infraestructura tecnológica institucional; ambos entes coinciden en la necesidad de profundizar en las habilidades técnicas y los docentes proponen otras habilidades complementarias; los dos están de acuerdo en que es necesario incluir a la familia y que se requiere la voluntad gubernamental para hacer posible la transformación.
FDG - FE
• Los dos estamentos coinciden en la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica de las instituciones. • En contraste no hay total acuerdo en cuanto a la necesidad de transformar el currículo en cuanto a las habilidades tecnológicas, ya que para los docentes es necesario desarrollar habilidades técnicas 4RI, mientras que una parte de los estudiantes considera que no es necesario y la otra parte cree que es necesario pero no tiene claro que es lo que debe transformarse así que se inclina por las tecnologías que conocen (sitios web y aplicaciones móviles). • Tanto jóvenes como docentes creen que los laboratorios de diseño, electrónica y robótica son necesarios.
FE - FPF
• Tanto padres como estudiantes consideran que el currículo actual forma habilidades tecnológicas elementales; sin embargo, mientras que los padres consideran que el proceso puede mejorarse implementando la enseñanza en el uso de tecnologías de punta y enfatizando en la disciplina y los valores, no hay total acuerdo entre los jóvenes acerca de la necesidad de incluir habilidades tecnológicas adicionales; quienes creen que es necesario, creen que se debe profundizar en el uso de tecnologías 4.0, en desarrollo web y en aplicaciones móviles. • Tanto padres como estudiantes creen que es necesario mejorar la infraestructura tecnológica de las instituciones.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la triangulación FDG – FE – FPF, que los tres estamentos consideran que se debe mejorar la infraestructura tecnológica de las instituciones; hay acuerdo parcial en que es necesario mejorar las habilidades técnicas de los jóvenes; los docentes creen que incluyendo habilidades 4RI más algunas habilidades complementarias; los padres creen que enseñando a usar tecnología de punta, además una buena parte de los jóvenes creen que se debe profundizar en el conocimiento de tecnologías 4.0, en desarrollo web y en aplicaciones móviles.

Los anteriores hallazgos develan un mayor conocimiento del fenómeno de la 4RI en los docentes, mientras que padres y estudiantes demuestran no tener claro lo que significa este fenómeno y sus posibles implicaciones.

Para finalizar la triangulación entre estamentos, se triangulará la información de los hallazgos entre la triangulación directivos – docentes y la triangulación docentes – estudiantes con los hallazgos de la triangulación docentes - estudiantes y la triangulación estudiantes – padres; es decir se triangularán los hallazgos de FD- FDG- FE- FDG con FDG – FE – FPF – FE; la Figura 42 muestra un resumen de los hallazgos en las triangulaciones previas.

Figura 42

Triangulaciones FD- FDG- FE y FDG – FE – FPF para Categoría 5

FD – FDG – FE	Para los directivos, docentes y estudiantes, es necesario hacer una inversión en la infraestructura tecnológica de sus instituciones ya que la actual no es suficiente. Los directivos y docentes creen que lo anterior, más un proceso de capacitación docente, es fundamental para lograr una transformación que permita adaptar el currículo institucional, para que responda a los desafíos que supone la 4RI; los estudiantes por su parte no están muy seguros de la necesidad de transformación curricular, aunque una parte de ellos cree que se deben fortalecer sus habilidades tecnológicas.
FDG– FE – FPF	Nuevamente hay acuerdo entre estamentos acerca de la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica institucional; sin embargo padres y estudiantes no tienen muy clara la necesidad de transformación curricular hacia la 4RI, aunque creen que pueden mejorarse las habilidades tecnológicas; los padres creen que se debe fortalecer los valores y la disciplina, los estudiantes (una parte) creen que la transformación debe apuntar a lo tecnológico, pero no tienen claro exactamente en qué, mientras que los docentes creen que se debe adaptar a habilidades 4RI y algunas habilidades complementarias como el razonamiento, el fortalecimiento de competencias ciudadanas en entornos virtuales y la reflexión sobre el uso que se hace de la tecnología.

Fuente: Elaboración previa.

En general todos los estamentos perciben que el currículo actual forma habilidades tecnológicas elementales en los jóvenes; sin embargo, aunque una parte de los estudiantes está conforme con esas habilidades, pues cree que son suficientes, la otra parte considera que se debe mejorar esas habilidades aunque no tiene mucha claridad en que es lo que se debe mejorar. Los padres de familia por su parte, creen que se requiere que sus hijos interactúen con tecnologías de punta y que se fortalezca la disciplina y los valores.

Los docentes y directivos ven necesaria una transformación curricular que incluya un desarrollo avanzado de habilidades técnicas de 4RI y consideran que además se deben incluir otras habilidades complementarias como el razonamiento, el fortalecimiento de

competencias ciudadanas en entornos digitales y la reflexión acerca del uso que se hace de la tecnología con sus implicaciones sociales y ambientales.

Todos los estamentos coinciden en mencionar la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica para hacer realidad una posible transformación curricular.

Los docentes y directivos creen que en adición, se debe desarrollar un plan de capacitación docente para sacar el mayor provecho de esa infraestructura.

Hay concordancia en que cualquier transformación curricular requiere del compromiso de todos los miembros de la comunidad educativa; sin embargo, docentes y directivos consideran que además se necesita la voluntad y el apoyo de los entes gubernamentales encargados del sistema educativo.

Los hallazgos muestran que en general todos los miembros de la comunidad educativa son conscientes de la importancia de las habilidades tecnológicas y en este sentido, reconocen los alcances y limitaciones del actual currículo; se observa que aún se requiere un proceso de sensibilización frente a estudiantes y padres de familia, acerca de lo que significa el fenómeno de la cuarta revolución industrial, su importancia y las posibles implicaciones en el futuro inmediato, que afecta no solo a los jóvenes sino en gran medida a todo el sector laboral, lo cual incluye a los propios padres de familia.

Es fundamental que todos los miembros de las comunidades educativas comprendan la importancia de hacer pertinente el currículo actual frente a la 4RI, para que desde su rol, aporten decididamente en la transformación necesaria y más allá de los diferentes estamentos, se exijan a los entes gubernamentales las acciones que hagan posible un real ejecución de esa transformación; pues queda patente que sin la inversión en infraestructura tecnológica y el establecimiento de estándares curriculares contextualizados, las instituciones no podrán hacer una adaptación curricular efectiva.

Analizada la información correspondiente a la Categoría 5, se procederá a responder los interrogantes planteados para esta categoría con base en los hallazgos:

- ¿Cómo perciben los miembros de la comunidad educativa el actual currículo ?

Existen diferentes percepciones por parte de los miembros de las comunidades educativas, según el estamento al que pertenecen; los padres de familia consideran que el actual currículo forma las habilidades tecnológicas requeridas en sus hijos, pero puede mejorarse la enseñanza incluyendo las tecnologías más modernas, desarrollando otras

habilidades tales como la reparación de dispositivos, robótica, electrónica, ofimática avanzada entre otras; así mismo creen que para mejorar el aprendizaje de sus hijos, es necesario usar más tecnología en clase, mejorar las explicaciones, enfocarse en temas más prácticos e incluir otras actividades complementarias como lectura, lúdicas, e investigación; adicionalmente creen que es importante enfatizar en los valores y la disciplina.

Los estudiantes por su parte no manifiestan consenso en su percepción acerca de la suficiencia en las habilidades tecnológicas que aprenden; mientras que la mitad creen que lo que aprenden actualmente es suficiente, la otra mitad cree que es importante profundizar sus conocimientos en tecnologías 4.0, en desarrollo web y en aplicaciones móviles; adicionalmente, los jóvenes consideran que es necesaria una mejora en la infraestructura tecnológica de sus instituciones y que se deberían adquirir laboratorios de diseño, robótica y electrónica.

Los directivos y docentes muestran acuerdo acerca de la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica en las instituciones y de capacitar sobre el uso de esta infraestructura, a fin de realizar una transformación curricular que incluya las habilidades 4RI en la formación de sus estudiantes; para lograrlo, creen que se deben integrar a la familia y comprometer a los entes gubernamentales para poder hacer realidad esta transformación.

- ¿Cómo es el entorno?

Los hallazgos reportados, muestran comunidades educativas cuya mayor población corresponde a estratos socio económicos bajos, donde mayormente los padres de familia se desempeñan como operarios, con remuneraciones correspondientes al salario mínimo; estas condiciones hacen muy difícil que las familias inviertan en recursos tecnológicos para el hogar o suministren el servicio de internet para sus hijos; el nivel educativo de la mayor parte de los padres de familia es bajo, lo que determina que tanto la orientación en temas tecnológicos, como el acceso mismo a los recursos tecnológicos ocurra de manera exclusiva en la institución educativa.

Las cuatro instituciones educativas son instituciones estatales, que dependen en su totalidad de los recursos económicos que el gobierno decida asignar para su funcionamiento; por lo anterior, la decisión de invertir en infraestructura tecnológica y

conectividad, corresponde exclusivamente a los entes gubernamentales; así que una posible transformación curricular depende en gran medida de las voluntades políticas de los gobernantes de turno.

Docentes y directivos se muestran dispuestos a transformar el currículo, mientras que padres de familia y estudiantes son neutrales ante esta necesidad; de modo que, es viable y posible efectuar cambios en el currículo si quienes administran la educación comprenden la necesidad de hacerlo.

- ¿Cómo participan los miembros de la comunidad educativa en la praxis del currículo?

Los padres de familia valoran de manera positiva la labor de su institución educativa en el proceso de aprendizaje de sus hijos; plantean que el trabajo que se hace podría mejorarse con una mayor inversión en tecnologías de punta, la enseñanza de más habilidades útiles en solución de problemas reales y más estrategias lúdicas y de investigación; consideran que su rol es apoyar el trabajo de la institución e inculcar valores en casa.

Los estudiantes en su mayoría están conformes con la enseñanza que les ofrece la institución, aunque creen que se debería profundizar en el diseño de sitios web y aplicaciones móviles; así mismo creen que es necesario mejorar los recursos tecnológicos que se emplean para su enseñanza.

Los docentes creen que cada uno de ellos, desde su área contribuye a la formación de habilidades 4RI; sin embargo creen que para hacer mejor su trabajo, sería conveniente contar con mejores recursos tecnológicos y capacitación en el uso de los mismos; así mismo, creen que es necesario realizar una transformación curricular que adapte el actual proceso de enseñanza a los desafíos que plantea la 4RI y están dispuestos a capacitarse para ser parte de este cambio.

Los directivos consideran que se requiere una mejora en la infraestructura tecnológica en su institución y un proceso de capacitación para sus docentes, a fin de efectuar una contextualización del actual currículo que se desarrolla en sus instituciones, para que sea pertinente en el marco de la 4RI.

4.3 Discusión de los Resultados y Contrastación Teórica

Establecidas las respuestas a los interrogantes propuestos para cada uno de las categorías planteadas para la presente investigación, se contrastarán estos hallazgos con la teoría.

En primer lugar, se triangularán la respuesta a cada interrogante de cada categoría, con la respuesta ofrecida por el experto en el tema consultado para este apartado; en el Apéndice A se muestra el cuestionario de la entrevista aplicada al experto; posteriormente, se contrastará con lo construido en el marco teórico.

4.3.1 Categoría 1: Tecnologías 4RI

En esta categoría se busca identificar las tecnologías que tendrán mayor repercusión durante la cuarta revolución industrial y cuáles hacen ya parte de la vida de los miembros de las comunidades educativas; los interrogantes planteados para esta categoría eran: ¿Los miembros de la comunidad educativa conocen las tecnologías de 4RI? ¿Cómo las usan? ¿Qué percepciones sobre la 4RI tienen los miembros de la comunidad educativa?.

Para el experto en relación a esta categoría, se plantearon la siguientes preguntas: ¿Cómo cree usted que en la actualidad de nuestro país, en específico en las instituciones educativas públicas de educación media, perciben las comunidades educativas el fenómeno de la cuarta revolución industrial y su implicación en los ámbitos laboral y académico para los jóvenes?¿Usted cree que existe plena conciencia de la importancia del fenómeno y de los cambios que traerá, tanto en el ámbito gubernamental como en los propios miembros de las comunidades educativas?. La Figura 43 resume los resultados descritos en el apartado anterior para esta categoría, y los hallazgos encontrados con el experto.

Como puede apreciarse en la Figura 43; existe coincidencia entre los resultados obtenidos en la Categoría y los hallazgos encontrados en la entrevista con el experto; se observa que los docentes y directivos al tener mayores recursos económicos y la oportunidad de interactuar en otros contextos, tienen mayor información acerca de la 4RI y pueden acceder a tecnologías que para los estudiantes y padres de familia constituyen un lujo, pues su presupuesto no les permite adquirirlas.

En la actualidad, las instituciones educativas no han adaptado sus procesos de enseñanza a los desafíos que representa la 4RI y por este motivo, para padres y alumnos, la

cuarta revolución industrial es una realidad lejana que creen no les va a tocar a ellos, pues no la ven manifiesta en su cotidianidad.

Figura 43

Resultados Categoría 1 Fuentes Humanas vs Experto

Resultados	Experto
• En general docentes y directivos conocen y usan tecnologías 4RI, en especial los docentes de tecnología; las usan para sus actividades cotidianas y para su trabajo; los jóvenes conocen sólo las tecnologías a las que tienen acceso en la institución y las usan principalmente para el aprendizaje y la comunicación; los padres tienen poco o nulo acceso a tecnologías 4RI. • Docentes y directivos son conscientes de la importancia de la 4RI y su posible incidiencia en el futuro de sus estudiantes; padres y estudiantes tienen poca o nula información acerca de la 4RI y sus repercusiones.	• Las comunidades educativas desconocen la 4RI; los docentes tienen un poco más de información porque interactúan en otros entornos; el gobierno no plantea políticas en torno a este fenómeno y en la actual se enseñan básicamente contenidos que no fortalecen el autoaprendizaje ni la meta cognición.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la revisión del estado del arte y la construcción del marco teórico para esta investigación, se estableció que las siguientes son las tecnologías que tendrán mayor incidencia durante la 4RI: Realidad virtual, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Transporte autónomo, Biotecnología, Electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios web, Aplicaciones móviles, Realidad aumentada, Ciberseguridad, Blockchain, Big data y Diseño 3D (Liao et al., 2018; Chung y Kim, 2016; Alonso – Calpeño et al., 2019; C Glenn et al., 2016; González García, 2018; Mantilla Avendaño y González - Pérez, 2015).

De las tecnologías mencionadas anteriormente, se estableció, que en general los miembros de la comunidad educativa han tenido mayor contacto con Sitios Web y Aplicaciones móviles; los docentes (en especial los de Tecnología), han tenido la oportunidad de interactuar con otras como Realidad Virtual, Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas, Robótica, Realidad Aumentada, Ciberseguridad y Diseño 3D.

En ese orden de ideas, los resultados muestran la necesidad de incluir en la propuesta transformadora todas las tecnologías 4RI mencionadas anteriormente, pues el conocimiento y/o uso de parte de los estudiantes y de algunos de sus docentes, es muy reducido; la teoría muestra que se requiere el desarrollo de habilidades técnicas avanzadas y de diseño en estas nuevas tecnologías.

4.3.2 Categoría 2: Habilidades 4RI

Esta categoría tiene la finalidad de establecer las habilidades 4RI que deben desarrollar los jóvenes, para enfrentar con éxito la cuarta revolución industrial.

La revisión del estado del arte y la construcción teórica, permitieron determinar que las 4RI demandará 2 tipos de habilidades: técnicas y blandas (Crovi Druetta, 2017; Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard et al., 2017; Lubis et al., 2019; Manyika et al., 2017; Manpower Group, 2018; Romero et al., 2016; Frey y Osborne, 2013; Dombrowski y Wagner, 2014; Ghislieri et al., 2018; Sook Young, 2018; Kurniawan et al., 2019; Pérez Betancur, 2016) .

Las habilidades técnicas hacen referencia al uso y/o conocimiento de tecnologías 4.0, el diseño de dispositivos tecnológicos, la programación, el diseño y construcción de circuitos, el desarrollo Web, el manejo y análisis de Datos y el diseño 3D.

Las habilidades blandas, están relacionadas con la actitud del individuo ante situaciones cotidianas y su habilidad para resolver problemas; en este grupo se encuentran la influencia social, la inteligencia social, la negociación, la comunicación, la construcción de relaciones, el razonamiento, el pensamiento analítico, el pensamiento crítico, la creatividad e innovación, la resolución de problemas, el aprendizaje activo, el autoaprendizaje, el liderazgo, la iniciativa, la persistencia, el manejo del tiempo, la toma de decisiones, el profesionalismo, la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la adaptabilidad, la comprensión de la sociedad y ciudadanía Digital.

El interrogante general planteado para esta categoría era: ¿Qué habilidades de 4RI están incluidas actualmente en el currículo?; del mismo modo, al experto se le formularon en relación a esta categoría las siguientes preguntas: ¿Cree que las habilidades tecnológicas que se desarrollan actualmente en los ciclos educativos de media en Colombia son suficientes para enfrentar la cuarta revolución industrial?¿Qué recomendaciones haría al respecto? ¿Considera que las habilidades sociales, cognitivas, personales e interculturales que se desarrollan actualmente en el currículo de la educación media en Colombia son suficientes y apropiadas para enfrentar la cuarta revolución industrial?¿Qué recomendaciones haría para contextualizar el currículo frente a los cambios que implica la cuarta revolución industrial?

El resumen de los resultados para esta categoría obtenidos en el numeral anterior y de los hallazgos de la entrevista al experto en relación a los interrogantes descritos anteriormente, se muestran en la Figura 44.

Figura 44

Resultados Categoría 2 Fuentes Documentales y Humanas vs Experto

Resultados	Experto
• Las habilidades blandas se encuentran incluidas actualmente en el currículo. • Las habilidades técnicas no se encuentran actualmente incluidas en el currículo; se enseña a modo informativo para que se emplean las tecnologías 4RI, diseño web y diseño y análisis de datos a un nivel muy inicial; los jóvenes aprenden la parte teórica de la construcción de un circuito e interactuan como usuarios con sitios web y aplicaciones móviles.	• Se enseñan principalmente el uso de paquetes ofimáticos porque es la tecnología disponible; por lo que se requiere mejorar la infraestructura tecnológica y enseñar habilidades de autoaprendizaje y meta cognición. • En cuanto a las habilidades blandas, el experto considera que no se forman las suficientes y que se debería fortalecer el trabajo en equipo y el aprendizaje de otras lenguas.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa coincidencia entre los resultados obtenidos en relación a las habilidades técnicas y lo expresado por el experto; los hallazgos muestran que actualmente los currículos no incluyen las habilidades técnicas que requiere la 4RI y se limitan a enseñar principalmente habilidades ofimáticas, pues los recursos tecnológicos con que se cuenta para la enseñanza, son bastante limitados y no permiten incluir las demás habilidades.

En contraste, se observa cierta divergencia entre lo expresado por el experto y los resultados hallados para la Categoría 2, en torno a las habilidades blandas; mientras que el experto considera que no se forman estas habilidades y que deben fortalecerse las que se enseñan actualmente, los resultados obtenidos muestran que los miembros de las comunidades educativas perciben que los jóvenes desarrollan habilidades blandas.

Lo anterior podría ser un indicador de que el desarrollo de habilidades blandas y la percepción de los miembros de las comunidades educativas acerca del logro de las mismas en los jóvenes, podría variar de un contexto a otro; las cuatro instituciones participantes presentan poblaciones y situaciones muy similares, con familias y realidades socio económicas bastante parecidas, por tanto los valores, las actitudes y los comportamientos socialmente aceptados podrían presentar coincidencia y de este modo ser alentados por los miembros de la comunidad educativa en la misma proporción y dirección.

Contextos diferentes al estudiado, podrían favorecer otro tipo de comportamientos, actitudes y valores que los miembros de las comunidades educativas podrían apoyar o rechazar, por tanto, en torno a las habilidades blandas, teniendo en cuenta que hacen parte de los estándares de competencias de obligatorio cumplimiento en todas las instituciones educativas, se establece que si bien las instituciones educativas del municipio de Suesca las desarrollan, no deben darse por alcanzadas, así que la propuesta debe hacer hincapié en la necesidad de incluirlas y fortalecerlas durante los procesos educativos como un componente transversal.

Con fundamento en lo anterior, los resultados muestran que se deben incluir en los currículos las habilidades técnicas establecidas en la construcción teórica, al menos a un nivel intermedio; del mismo modo, se deben incluir y fortalecer las habilidades blandas, no solo como contenido del área de Ética y Valores, sino como un componente transversal del currículo.

4.3.3 Categoría 3: Infraestructura Tecnológica Requerida para las Instituciones

El objetivo de la Categoría 3 es determinar qué infraestructura tecnológica requieren las instituciones educativas, para hacer realidad una transformación transformadora, que permita desarrollar habilidades técnicas 4RI.

Los resultados en esta categoría permitieron determinar con que infraestructura tecnológica cuentan actualmente las comunidades educativas y cómo la usan.

El interrogante planteado para esta categoría es: ¿Qué tecnologías 4RI tienen a su alcance las comunidades educativas?; del mismo modo al experto se le plantearon los siguientes interrogantes: Según su experiencia y formación, ¿Cómo es la infraestructura tecnológica de las instituciones educativas públicas que ofrecen el ciclo de educación media?¿Cree que esa infraestructura realmente permite formar las habilidades que demanda la cuarta revolución industrial?¿En qué recursos o herramientas tecnológicas debería invertir el estado para ofrecer lo necesario para formar habilidades de cuarta revolución industrial?. La Figura 45 muestra un resumen de los resultados para esta categoría.

La Figura 45 muestra coincidencia entre los resultados y lo expresado por el experto; la infraestructura tecnológica de las instituciones educativas es ya obsoleta y se presenta baja o nula conectividad a internet; sumado a esta situación, se aprecia que los

jóvenes no pueden acceder en sus hogares a recursos tecnológicos, así que su institución educativa, constituye el único contacto con estos dispositivos.

Así mismo, se aprecia la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de nuevas tecnologías, para que puedan hacer el mejor uso posible de los recursos que eventualmente el estado adquiera para las instituciones.

Figura 45

Resultados Categoría 3 Fuentes Documentales y Humanas vs Experto

Resultados	Experto
• Los estudiantes tiene acceso a tecnología principalmente en la institucion educativa, ya que pocos de ellos cuentan con estos recursos en casa. • La infraestructura tecnológica en las instituciones está en muy malas condiciones, con equipos de cómputo ya obosoletos y baja o nula conectividad a internet; no hay laboratorios de electrónica, robótica, diseño u otros. • Los docentes acceden a tenologías 4.0 fuera de las instituciones educativas.	• La infraestructura tecnológica en las instituciones es deficiente, con equipo obsoletos y acceso limitado a internet, por tanto estos recursos no permiten el desarrollo de habilidades técnicas de 4RI. • Se debe capacitar a los docentes y luego adquirir nueva infraestructura tecnológica.

Fuente: Elaboración propia.

La revisión del estado del arte y la construcción del marco teórico, tal como se estableció en las categorías 1 y 2, determinó que las habilidades técnicas que deben desarrollar los jóvenes para la 4RI son: conocimiento de tecnologías 4.0 (Realidad virtual, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Transporte autónomo, Biotecnología, Electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios web, Aplicaciones móviles, Realidad aumentada, Ciberseguridad, Blockchain, Big data y Diseño 3D), el diseño de dispositivos tecnológicos, la programación, el diseño y construcción de circuitos, el desarrollo Web, el manejo y análisis de Datos y el diseño 3D (Crovi Druetta, 2017; Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard et al., 2017; Lubis et al., 2019; Manyika et al., 2017; Manpower Group, 2018; Romero et al., 2016; Frey y Osborne, 2013; Dombrowski y Wagner, 2014; Ghislieri et al., 2018; Sook Young, 2018; Kurniawan et al., 2019; Pérez Betancur, 2016) .

Para el desarrollo de estas habilidades y teniendo en cuenta que la infraestructura tecnológica actual no es apropiada, se plantea la necesidad de adquirir como mínimo los siguientes recursos:

- Conectividad a internet con ancho de banda suficiente para todos los estudiantes.

- Taller de diseño tecnológico, dotado con herramientas (por ejemplo pinzas, martillo, etc.), materiales (madera, caucho, etc.) y un software de diseño.
- Equipos de cómputo de última generación
- Taller de electrónica /robótica, dotado con materiales (cables, chips, motores, etc.), herramientas (protoboards, fuentes de voltaje, cautín, etc.) y un software para simular y/o programar circuitos.
- Software para edición web, programación, gestión de bases de datos y diseño 3D.

Algunos de los elementos de la infraestructura tecnológica aquí sugerida, requieren adaptaciones en las aulas o aulas especiales (por ejemplos redes eléctricas); algunas de las instituciones deben procurar también esos ajustes; así mismo se sugiere que los elementos adquiridos sean suficientes para todos los estudiantes de al menos un curso a la vez, cuyo tamaño varía según la institución educativa; aquí es importante recordar que según el decreto 3020 (Ministerio de Educación Nacional, 2002), en las áreas rurales se maneja un promedio de 22 estudiantes por curso, mientras que en las áreas urbanas un promedio de 32 estudiantes, aunque generalmente el tamaño de los cursos siempre sobrepasa estos valores.

4.3.4 Categoría 4: Capacitación Docente Requerida

En la categoría 4 se buscaba establecer con qué habilidades 4RI contaban los miembros de la comunidad educativa, a fin de determinar cuál es el plan de capacitación docente que se debe desarrollar, para que los docentes pueden asumir con éxito su rol en la ejecución de la propuesta transformadora.

El interrogante planteado para esta categoría era: ¿Qué habilidades de 4RI demuestran los miembros de la comunidad educativa?; así mismo, la pregunta plateada para el experto era: Según los estándares de competencias propuestos por el Ministerio de Educación, ¿Qué habilidades tecnológicas de cuarta revolución industrial cree usted que se logran desarrollar en los jóvenes que egresan del ciclo de educación media?¿Cree que esto tiene relación con las habilidades tecnológicas de los docentes?¿En qué temáticas o habilidades cree que se requiere capacitación docente?.

La Figura 46 muestra el resumen de resultados para esta categoría y los hallazgos de la entrevista al experto.

Figura 46

Resultados Categoría 4 Fuentes Humanas vs Experto

Resultados	Experto
•Los docentes de Tecnología, demuestran habilidades para la programación y algunos creen que sobresalen en diseño en 3D, diseño tecnológico, robótica, electrónica, manejo de redes, uso de herramientas tecnológicas y diseño web. •los docentes de las otras áreas consideran que cuentan con las habilidades básicas para usar las herramientas tecnológicas que tienen a su alcance. •Los estudiantes han tenido una aproximación inician al conocimiento de tecnologías 4.0 y oportunidad de interactuar con sitios web y aplicaciones móviles. •los padres de familia carecen de formación tecnológica.	• Loss estándares actuales no forman las habilidades tecnológicas requeridas, así que en la actualidad, se educa para el consumo y no producción tecnológica. • Se debe cacapcitar al docente, empezado por la comprensión del fenómeno de la 4RI y todo lo relativo.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 46, sólo los docentes del área de tecnología tienen habilidades técnicas específicas y avanzadas de tipo 4RI; los docentes de las demás áreas han podido interactuar con tecnologías 4.0, pero sus habilidades técnicas son muy generales; esto coincide con la percepción del experto, quien cree que hace falta sensibilizar al personal docente en torno al fenómeno de la cuarta revolución industrial y capacitar en este sentido.

Como se mencionó en las categorías anteriores, en la propuesta transformadora, las habilidades blandas deben ser fortalecidas y las habilidades técnicas desarrolladas; para que esto sea posible, es fundamental además de la infraestructura tecnológica, que el personal docentes cuente con la capacitación necesaria tanto en lo técnico (en especial los docentes de Tecnología) como en lo blando.

El marco teórico (Crovi Druetta, 2017; Miglena, 2018; Oosthuizen, 2017; World Economic Forum, 2018; Eberhard et al., 2017; Lubis et al., 2019; Manyika et al., 2017; Manpower Group, 2018; Romero et al., 2016; Frey y Osborne, 2013; Dombrowski y Wagner, 2014; Ghislieri et al., 2018; Sook Young, 2018; Kurniawan et al., 2019; Pérez Betancur, 2016), permitió establecer que las habilidades blandas requeridas son: Influencia social, inteligencia social, negociación, comunicación, construcción de relaciones, razonamiento, pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo, autoaprendizaje, liderazgo, iniciativa,

persistencia, manejo del tiempo, toma de decisiones, profesionalismo, empatía, colaboración y cooperación, mentalidad sostenible, adaptabilidad, comprensión de la sociedad y ciudadanía Digital.

Las habilidades técnicas son: conocimiento de tecnologías 4.0 (Realidad virtual, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Transporte autónomo, Biotecnología, Electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios web, Aplicaciones móviles, Realidad aumentada, Ciberseguridad, Blockchain, Big data y Diseño 3D), diseño de dispositivos tecnológicos, programación, diseño y construcción de circuitos, desarrollo Web, manejo y análisis de Datos y diseño 3D.

En ese orden de ideas, se sugiere que para las habilidades blandas, haya un plan de capacitación en donde se forme a los docentes en general, pues todos desde su área deben contribuir al logro de esas habilidades.

En cuanto a las habilidades técnicas, se sugiere un proceso de capacitación inicial, en el uso avanzado de tecnologías 4.0 para los docentes en general y un proceso formativo intensivo dirigido específicamente a los docentes de Tecnología en donde se refuercen sus habilidades en programación, diseño tecnológico, desarrollo web, diseño 3D, así como manejo y análisis de datos , para que todas estas habilidades lleguen a un nivel avanzado. Para los docentes de Ciencias Naturales se sugiere reforzar las habilidades de diseño tecnológico y diseño y construcción de circuitos, al menos a un nivel intermedio; para los docentes de artes, se sugiere incluir un plan de capacitación de diseño web y diseño 3D al menos a un nivel inicial.

4.3.5 Categoría 5: Currículo Institucional y 4RI

La Categoría 5 pretende comprender como se percibe el currículo actual por parte de los miembros de la comunidad educativa, como participan de ese currículo y como es el entorno en donde se desarrolla, a fin de plantear las transformaciones correspondientes, de modo que sean pertinentes para las realidades den donde se pondrán en práctica.
Para esta categoría se plantearon los siguientes interrogantes: ¿Cómo perciben los miembros de la comunidad educativa el actual currículo ? ¿Cómo es el entorno? ¿Cómo participan los miembros de la comunidad educativa en la praxis del currículo?; del mismo modo, al experto se le plantearon los siguientes interrogantes: Desde su punto de vista, ¿Cree que se debe reformar el currículo del área de Tecnología para contextualizarlo con la

cuarta revolución industrial? Si la respuesta es afirmativa ¿Qué elementos considera que deben tenerse en cuenta a la hora de formular esa transformación curricular?.

Figura 47

Resultados Categoría 5 Fuentes Humanas vs Experto

Resultados	Experto
•Los padres de familia y estudiantes se sienten conformes en su mayoría con las habilidades tecnológicas que forma su institución, sin embargo creen que podrían incluirse tecnologías de punta y otras habilidades como mercadeo digital y reparación de dispositivos. •Los docentes y directivos ven la necesidad de realizar una transformación curricular que incluya habilidades técnicas de 4RI, para lo que consideran necesario un plan de capacitación docente y el apoyo de los organismos gubernamentales para la adquisición de infraestructura tecnológica. •En general los miembros de la comunidad educativa consideran que se desarrollan las habilidades blandas, aunque creen que este proceso puede seguirse mejorando.	• El experto considera que en la actualidad, los currículos forman meros consumidores de tecnología, cuando lo que se requiere son productores; frente a la 4RI, considera que muchos desconocen la existencia de ese fenómeno. • Se requiere una transformación curricular que forme habilidades 4RI y que promueva el aprendizaje autónomo.

Fuente: Elaboración propia.

El resumen de los hallazgos para esta categoría, se muestra en la Figura 39, donde se puede ver la coincidencia entre los resultados hallados y la opinión del experto; mientras que padres y alumnos se encuentran satisfechos con sus habilidades tecnológicas actuales y desconocen el fenómeno de la 4RI, docentes y directivos ven necesaria una transformación curricular que incluya las habilidades técnicas de cuarta revolución industrial y que fortalezca las habilidades blandas.

Desde luego docentes y directivos frente a la necesidad de dotar a las instituciones de una infraestructura tecnológica acorde a un currículo que incluya habilidades de 4RI, consideran fundamental el apoyo gubernamental, en especial en lo relativo a la destinación de recursos y la ejecución de un plan de capacitación docente.

En adición a lo anterior, es importante señalar que el apoyo gubernamental debe ir también dirigido a la actualización del estándar de competencias, pues la inversión de recursos en educación debe contar con soportes a las políticas educativas y la modernización del currículo debe ser un política que se adopte prontamente.

5. Construcción Teórica

5.1 Conclusiones y Recomendaciones

En el capítulo anterior se revisaron detalladamente los resultados obtenidos durante el proceso de recolección de datos, se triangularon y se obtuvieron resultados que se contrastaron con la teoría construida en el segundo capítulo y con la revisión del estado del arte; este proceso, hace posible que en esta sección se formulen las conclusiones resultantes del proceso y se planteen las recomendaciones respectivas.

A continuación, se presentan cada una de las categorías definidas, las conclusiones a las que se llegó para cada categoría y las recomendaciones derivadas.

5.1.1 Categoría 1: Tecnologías de 4RI

En la Categoría 1 buscaba alcanzar el siguiente objetivo específico: Caracterizar las tecnologías que determinan las categorías conceptuales necesarias para alcanzar las habilidades 4RI en el área de Tecnología e Informática.

En otras palabras, se buscaba conocer cuáles eran las tecnologías de cuarta revolución industrial que tendrían mayor auge, a fin de determinar cuáles de ellas ya hacen parte del currículo de las instituciones, como se emplean y cuáles deben aún incluirse, de modo que pueda lograrse efectivamente el desarrollo de habilidades de 4RI en los estudiantes.

Contrastados los hallazgos para esta categoría con la teoría, pudo establecerse que las tecnologías de 4RI son: Realidad virtual, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Transporte autónomo, Biotecnología, Electrónicos vestibles, Robótica, Nanotecnología, Sitios web, Aplicaciones móviles, Realidad aumentada, Ciberseguridad, Blockchain, Big data y Diseño 3D.

Los resultados mostraron que en la actualidad es poca o nula la inclusión de estas tecnologías en los currículos institucionales, que solo incluyen de una manera informativa la conceptualización de estas tecnologías, el uso de sitios web y aplicaciones móviles y el desarrollo web y diseño de circuitos a un nivel muy inicial.

Se concluye que todas las tecnologías 4.0 establecidas en la fundamentación teórica, deben incluirse en la propuesta transformadora empleando diferentes niveles de profundización, según la naturaleza de la tecnología y posibilidades de acceso.

Se recomienda que la inclusión de las tecnologías de 4RI se incluyan en el currículo institucional siguiendo tres niveles de profundidad; el primer nivel comprendería el conocimiento de la funcionalidad de la tecnología, sus aplicaciones y su lógica de funcionamiento.

El segundo nivel, además de incluir el primer nivel, implicaría la interacción con esas tecnologías mediante simuladores, así como la comprensión de su estructura y posibles aplicaciones.

El tercer nivel, además de incluir los dos niveles anteriores, comprendería la construcción y puesta en marcha de estas tecnologías, construyendo productos reales.

En las tecnologías que se recomienda incluir en primer nivel de profundidad se encuentran transporte autónomo, biotecnología, electrónicos vestibles y nanotecnología; estas tecnologías, al ser tan especializadas impiden que todos los usuarios puedan acceder a ellas con facilidad; sin embargo, su funcionamiento ocurre con base en otras tecnologías (robótica, aplicaciones móviles, internet de las cosas, inteligencia artificial y Big data) a las que sí se puede acceder y requiere de habilidades 4RI que si se pueden incluir; lo anterior, hace posible su comprensión sin interactuar directamente con ellas.

En el segundo nivel de profundidad se recomienda incluir la realidad virtual, la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la realidad aumentada, la ciberseguridad, la Blockchain y la big data; estas tecnologías pueden ser conocidas y manipuladas desde programas simuladores disponibles en línea o instalados y sólo requieren de un pc o un Smartphone; por tanto su acceso es sencillo, así que los jóvenes pueden interactuar con ellas para comprender su funcionamiento y a partir de él, comprender como se construyen y qué problemas resuelven, así como los conocimientos y habilidades necesarias para su construcción.

En el tercer nivel se recomienda incluir las tecnologías restantes (Robótica, sitios web, aplicaciones móviles y diseño 3D), que son tecnologías en las que el currículo debe profundizar mucho más, ya que son las que hacen posible la construcción y puesta en marcha de la mayor parte de las tecnologías 4.0; por ello, el conocimiento acerca de ellas debe ser avanzado y se requieren desarrollar las habilidades que le permitan a los jóvenes ser productores de este tipo de tecnologías.

5.1.2 Categoría 2: Habilidades 4RI

El objetivo planteado para la Categoría 2 es: Determinar cuáles son las habilidades que deben desarrollar los estudiantes de educación media en Suesca – Cundinamarca desde el área de Tecnología e Informática.

En esta categoría se establecieron según la teoría y las investigaciones previas, cuáles eran las habilidades que deberían desarrollar los estudiantes y mediante los hallazgos, se determinó cuáles de esas habilidades ya se incluían en el currículo, a fin de saber cuáles aún estaban por incluir.

Se pudo concluir que el currículo requiere las siguientes habilidades técnicas: uso y/o conocimiento de tecnologías 4.0, el diseño de dispositivos tecnológicos, la programación, el diseño y construcción de circuitos, el desarrollo Web, el manejo y análisis de Datos y el diseño 3D.

Del mismo modo, se concluyó que se debían incluir las siguientes habilidades blandas: Influencia social, inteligencia social, negociación, comunicación, construcción de relaciones, razonamiento, pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo, autoaprendizaje, liderazgo, la iniciativa, la persistencia, el manejo del tiempo, la toma de decisiones, el profesionalismo, la empatía, la colaboración y cooperación, la mentalidad sostenible, la adaptabilidad, la comprensión de la sociedad y ciudadanía Digital.

En conclusión, los hallazgos mostraron que los currículos actuales incluyen las habilidades blandas, pero no las habilidades técnicas; se aprecia que, aunque el objetivo de esta categoría era determinar las habilidades de 4RI que debían desarrollarse desde el área de Tecnología, para incluir con éxito todas las habilidades de cuarta revolución industrial se debe trabajar de manera transversal e interdisciplinar desde todas las áreas de enseñanza.

Por lo anterior, se recomienda fortalecer el proceso transversal de formación de las habilidades blandas con capacitación para los docentes, quienes contribuyen desde cada una de sus áreas al logro de tales habilidades.

Así mismo, se recomienda incluir al menos a un nivel intermedio cada una de las habilidades técnicas mencionadas, formando a los docentes para que sus conocimientos y habilidades permitan lograr el éxito del proceso e involucrando las áreas de Tecnología, Ciencias Naturales y Artes.

5.1.3 Categoría 3: Infraestructura Tecnológica Requerida para las Instituciones

Esta categoría respondía al siguiente objetivo: Definir la infraestructura tecnológica básica que se requiere para implementar la propuesta transformadora.

Para determinar cuál era la infraestructura tecnológica necesaria, se identificó cuál era la infraestructura tecnológica actual con que contaban las comunidades educativas, a fin de saber cuál restaba por dotar.

Los hallazgos mostraron que la infraestructura tecnológica de las instituciones es obsoleta y que la conectividad es limitada o nula; así mismo, se estableció que los jóvenes en su mayoría, sólo pueden acceder a recursos tecnológicos en sus instituciones; ante este panorama, se concluye que es necesario adquirir una nueva infraestructura tecnológica y que se debe suministrar una conexión a internet que sea suficiente para todos los estudiantes.

La recomendación derivada de esta conclusión, es que se inviertan los recursos necesarios para dotar a las instituciones educativas, de al menos los siguientes elementos de infraestructura tecnológica: Conectividad a internet con ancho de banda suficiente para todos los estudiantes, Taller de diseño tecnológico, dotado con herramientas y un software de diseño, equipos de cómputo de última generación, taller de electrónica/robótica, dotado con materiales, herramientas y un software para simular y/o programar circuitos, Software para edición web, programación, gestión de bases de datos y diseño 3D.

Así mismo, se recomienda que se hagan las adaptaciones necesarias para poner en funcionamiento estos recursos, se capacite a los docentes en el uso de los mismos y se adquieran los suficientes, para que se garantice el acceso a los mismos por parte de todos los estudiantes en cada Institución.

Por último, se recomienda que el presente estudio sea presentado ante el Ministerio de Educación, para que éste considere la posibilidad de implementar la propuesta en todas las instituciones educativas del país.

5.1.4 Categoría 4: Capacitación Docente Requerida

El objetivo parra la Categoría 4 era: Plantear el plan de capacitación mínima que requieren los docentes del área de Tecnología e Informática para desarrollar la propuesta transformadora.

En otras palabras, se buscaba determinar que habilidades debían tener los docentes para desarrollar en sus estudiantes habilidades de 4RI, con cuáles contaban y cuáles debían formarse.

Los hallazgos permitieron concluir que en general todos los docentes han contribuido al desarrollo de habilidades blandas en sus estudiantes desde cada una de sus áreas de enseñanza, pese a que su formación académica de base no esté relacionada directamente con este tipo de conocimientos; lo anterior implica que más allá de tener una formación en específico, las habilidades blandas se forman y fortalecen mediante la orientación del docente en las diferentes actividades y situaciones cotidianas a que se enfrentan los estudiantes dentro del aula.

En ese sentido, los hallazgos mostraron que se requiere un proceso de capacitación continua en torno al desarrollo y fortalecimiento de habilidades blandas para todos los docentes.

En cuanto a las habilidades técnicas, se concluyó que los docentes de Tecnología ya cuentan con habilidades de base de programación, diseño en 3D, diseño tecnológico, robótica, electrónica, manejo de redes, uso de herramientas tecnológicas, diseño web y diseño de Apps; sin embargo, estas habilidades han de ser reforzadas para llegar a un nivel mucho más avanzado, además algunas habilidades como diseño y construcción de circuitos, así como diseño tecnológico, han de incluirse en el área de Ciencias Naturales; del mismo modo el diseño en 3D, el diseño web y el diseño de Apps, han de incluirse en el área de Artes y estos docentes aún no cuentan con habilidades en ese sentido.

Por lo anterior, se recomienda plantear un proceso de capacitación general en el desarrollo de habilidades blandas para todos los docentes, un proceso de capacitación a nivel avanzado de programación, diseño tecnológico, desarrollo web, diseño 3D, así como manejo y análisis de datos para los docentes de Tecnología, un proceso de capacitación al menos a nivel intermedio de diseño tecnológico y diseño y construcción de circuitos para los docentes del área de Ciencias Naturales y un plan de capacitación de diseño web y diseño 3D al menos a un nivel inicial para los docentes de Artes.

PREPRINT

5.1.5 Categoría 5: Currículo Institucional y 4RI

Para la Categoría 5 se había planteado el siguiente objetivo: Caracterizar los elementos del currículo que permiten desarrollar en los estudiantes de la educación media de Suesca – Cundinamarca habilidades 4RI.

De este modo, se pretendía conocer cómo percibían los miembros de las comunidades educativas los currículos actuales, cómo era su contexto, cómo participaban en el desarrollo de ese currículo y qué elementos creen que deberían transformarse de cara al fenómeno de la 4RI.

En este sentido, se pudo concluir que padres y estudiantes aún no son conscientes de la incidencia del fenómeno de la cuarta revolución industrial, así que se muestran conformes con las habilidades que desarrolla el currículo actual de su institución.

Por su parte, docentes y directivos tienen una noción un poco más aproximada de los efectos de la 4RI en el futuro de sus estudiantes y comprenden la necesidad de adaptar el currículo a las exigencias actuales, para ello, esperan acompañamiento de parte de los entes gubernamentales, en cuanto a la actualización de estándares de competencias, inversión en infraestructura tecnológica y capacitación docente.

En efecto, para que una transformación curricular se haga efectiva, es vital que los entes gubernamentales encargados de organizar y supervisar el sistema escolar colombiano, para el caso el Ministerio de Educación Nacional y la Secretaría de Educación de Cundinamarca, tomen consciencia de la obsolescencia de los estándares y de la infraestructura tecnológica de sus instituciones y asuman como política de Estado la contextualización del sistema educativo de los ciclos de básica y media con la cuarta revolución industrial.

Los hallazgos del presente estudio pusieron en evidencia que los estándares de competencia actuales en específico el del área de Tecnología e Informática, desconocen por completo el fenómeno de la 4RI; así mismo, se ve que la dotación de infraestructura tecnológica y la capacitación docente dependen en gran medida de lo establecido en el estándar; por lo anterior, se recomienda actualizar los estándares de competencias para los ciclos de educación básica y media, en específico para las áreas de Ciencias Naturales y Tecnología.

Así mismo, se recomienda invertir en la infraestructura tecnológica sugerida en la Categoría 3, para hacer realidad el logro de esas competencias y desarrollar el plan de capacitación sugerido en la Categoría 4 para hacer un uso efectivo de la nueva infraestructura tecnológica.

Como los estándares de competencias son directrices emitidas directamente por el Ministerio de Educación Nacional y las Secretarías de Educación son las encargadas de supervisar que los procesos se desarrollen y de invertir los recursos necesarios en infraestructura tecnológica y capacitación docente, se recomienda poner en consideración el presente estudio y en especial la propuesta que se desarrollará en el capítulo siguiente ante los dos entes gubernamentales ya mencionados.

RED-UMECIT

6. Propuesta

En el presente capítulo se presenta la propuesta que se deriva de todo el proceso investigativo hasta aquí desarrollado y que nace de los hallazgos, como una estrategia para dar solución a la problemática descrita en el primer capítulo de este documento; la propuesta que se enuncia a continuación, pretende ofrecer un instrumento a quienes dirigen y supervisan el sistema escolar colombiano, para hacer más pertinente el proceso formativo de cara a la cuarta revolución industrial (4RI) y contribuir de este modo al desarrollo del país.

6.1 Denominación de la Propuesta

La presente propuesta plantea unos nuevos estándares de competencias para el área de Tecnología e Informática en el ciclo de educación media que corresponde a los grados décimo y once; se ha denominado "Ser competente para la 4RI: Una necesidad para el desarrollo del país".

6.2 Descripción de la Propuesta

Los hallazgos del presente estudio revelaron que la transformación del currículo en el ciclo de educación media, requiere del planteamiento de unos nuevos estándares de competencias para el área de Tecnología e Informática, la adquisición de infraestructura tecnológica para cada institución que permita desarrollar esas competencias y un plan de capacitación docente que asegure el aprovechamiento de la infraestructura tecnológica.

Los estándares de competencias, son de obligatorio cumplimiento en todas las instituciones (públicas y privadas) que ofrezcan este ciclo educativo en el país; por esto, la transformación del estándar garantiza una transformación curricular a nivel país, lo que haría de esta propuesta, un elemento de cambio en el sistema educativo colombiano.

En esta propuesta, se tomará como base los estándares vigentes para el área de Tecnología e Informática y se incorporarán las habilidades técnicas de 4RI establecidas por esta investigación; así mismo, se propondrán los desempeños que debería lograr el estudiante, para verificar que se han logrado esas competencias.

Del mismo modo, la presente propuesta planteará algunas competencias y sus respectivos desempeños, sugeridas para los estándares de competencias del área de Ciencias Naturales y para los lineamientos del área de Educación Artística, ya que su desarrollo es transversal al área de Tecnología.

Para hacer viable el logro de las competencias que se plantearán en la propuesta, se sugerirá la infraestructura tecnológica necesaria, así como el plan de capacitación docente recomendado.

Finalmente, se harán recomendaciones en torno al fortalecimiento de las habilidades blandas de 4RI, que se deberían incorporar de manera transversal en todas las áreas de enseñanza.

6.3 Fundamentación de la Propuesta

La presente propuesta surge por la urgente necesidad de contextualizar el actual currículo educativo que se desarrolla en el ciclo de educación media, con el fenómeno de la cuarta revolución industrial más conocida como 4RI.

La revisión del estado del arte, permitió establecer que aunque el fenómeno de la 4RI nació en la industria, ha ido produciendo transformaciones en las diferentes actividades humanas incluida la educación.

Gran parte de los países han introducido políticas e iniciativas para hacer frente al fenómeno de la 4RI, de modo que su sector productivo se mantenga competitivo durante este nuevo desafió y esto ha incluido el desarrollo de habilidades de 4RI en el sistema educativo.

Los estudios muestran que muchas de las labores que actualmente desarrollan los humanos pueden ser automatizadas, por lo que en un futuro cercano podrían perderse muchos puestos de trabajo, mientras que se demandarán ocupaciones para las que los trabajadores aún no están capacitados.

Por lo anterior, el sistema educativo debe responder a estos nuevos desafíos que supone la 4RI y desarrollar en sus estudiantes las habilidades que ésta demandará; desafortunadamente, en la actualidad las habilidades técnicas de 4RI, se forman en el ciclo de educación superior, al que pocos jóvenes tienen acceso, pues según cifras del Ministerio de Educación (2018), tan solo el 13,4% de los jóvenes logran graduarse en ese ciclo escolar.

Lo anterior muestra que para lograr un impacto mucho más significativo en el desarrollo de habilidades de 4RI, se deben desarrollar estas habilidades en un ciclo escolar de mayor cobertura, lo que apunta hacia el ciclo de educación media.

Con base en los hallazgos de este estudio, se pudo establecer que en la actualidad no se están desarrollando habilidades técnicas de 4RI en los jóvenes que egresan del ciclo de media, lo que hace necesario transformar el currículo que se desarrolla en este nivel educativo, para formar en los estudiantes este tipo de habilidades y mejorar así sus oportunidades laborales y académicas, contribuyendo al desarrollo del país.

Para que esto sea posible, se plantea la transformación del estándar del área de Tecnología e Informática, la inclusión de nuevos estándares en las áreas de Ciencias Naturales y Educación Artística, la adquisición de una infraestructura tecnológica para cada institución suficiente para el logro de los estándares, la implementación de un plan de capacitación docente y el fortalecimiento del desarrollo de habilidades blandas de 4RI desde todas las áreas de aprendizaje.

6.4 Objetivos de la Propuesta

6.4.1 Objetivo General

Plantear los estándares de competencias, infraestructura tecnológica requerida y plan de capacitación docente necesario para brindar mayor pertinencia a los currículos del ciclo de educación media colombiana con la cuarta revolución industrial.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Proponer nuevos estándares de competencias para el área de Tecnología e Informática en el ciclo de educación media, que incorpore las habilidades técnicas de 4RI.
- Formular las competencias técnicas de 4RI que necesitan incluirse en las áreas de Ciencias Naturales y Educación Artística.
- Plantear las recomendaciones que permitirían fortalecer el desarrollo de habilidades blandas de 4RI desde todas las áreas de enseñanza.
- Señalar la infraestructura tecnológica necesaria en cada una de las instituciones educativas, para lograr el desarrollo de las competencias propuestas.
- Enunciar un plan de capacitación docente, para dar el mejor uso posible a la infraestructura tecnológica y contribuir al desarrollo de las habilidades de 4RI.

6.5 Beneficiarios de la Propuesta

Los beneficiarios directos de la presente propuesta, serán los jóvenes que accedan al ciclo de educación media en todas y cada una de las instituciones del país; así mismo, se

beneficiarán sus familias por las oportunidades laborales y/o académicas que suponen el desarrollo de habilidades de 4RI.

También son beneficiarios de esta propuesta las instituciones de educación superior, que podrán desarrollar procesos de mayor calidad y profundidad, partiendo de las habilidades previas que tendrían sus estudiantes.

Así mismo, será beneficiario el sector productivo, que tendrá a su disposición personal preparado para las labores que requiere mejorando su competitividad.

Del mismo modo, son beneficiarios los docentes, que ampliarán sus conocimientos y contarán con más recursos para dar mayor alcance a su labor de enseñanza.

Por último, será beneficiario todo un país que fortalecerá su capital humano, generará más desarrollo y mejorará la calidad de vida de sus habitantes.

6.6 Productos

Los productos que entrega la presente propuesta son : Estándares de competencias para el área de Tecnología e Informática en el ciclo de educación media, estándares de competencias que deben adicionarse en el área de Ciencias Naturales para el ciclo de educación media, estándares de competencias que deben adicionarse a los lineamientos de Educación Artística para el ciclo de educación media, recomendaciones para fortalecer el desarrollo de habilidades blandas de 4RI, infraestructura tecnológica sugerida y plan de capacitación docente recomendado.

6.6.1 Estándares de Competencias para Tecnología e Informática en Educación Media

Se anexa a esta propuesta la cartilla “Ser competente para la 4RI: Una necesidad para el desarrollo del país” en este enlace:
https://drive.google.com/file/d/1pFYr-AQBvIwF3_PYIn--8ruHovo6_LsY/view?usp=sharing

6.6.2 Estándares de Competencias Adicionales para Ciencias Naturales en Educación Media

Tal como se mencionó anteriormente, algunos de los estándares de competencias del área de Tecnología e informática, requieren de su transversalización con otras áreas del aprendizaje, para lograr su desarrollo; para el caso del área de Ciencias Naturales, dos de los estándares de competencias que se han planteado para Tecnología, deben ser apoyados por la asignatura de Física.

El estándar de Tecnología que se transversaliza con Ciencias Naturales es:

- Poseo habilidades técnicas de 4RI que me permiten resolver problemas mediante el desarrollo de nuevos productos tecnológicos.
- Analizo y comprendo las implicaciones sociales, ambientales y culturales de las tecnologías 4RI, e intento minimizar el impacto negativo de estas tecnologías en mis diseños o generar productos que contribuyan a mejorar las implicaciones negativas.

Los desempeños para la primera competencia, que se espera se puedan lograr en cooperación con el área de Ciencias Naturales, en concreto con la asignatura de Física son:

- Creo prototipos funcionales de mis diseños tecnológicos, utilizando las herramientas y materiales del aula taller de diseño.
- Diseño y construyo circuitos electrónicos y pequeños robots, utilizando las herramientas, materiales y software del aula taller de Robótica / Electrónica.

En cuanto a la segunda competencia, se espera que mediante el apoyo de Física, se puedan alcanzar los siguientes desempeños:

- Propongo soluciones tecnológicas que minimicen el efecto negativo a nivel ambiental, social o cultural que generan las diferentes actividades humanas.
- Evalúo el impacto negativo, ambiental, social o cultural que pudieran tener los productos tecnológicos que diseño e intento reducirlo.
- Creo diseños tecnológicos, programas, aplicaciones o sitios web que promuevan el uso responsable de la tecnología en mi comunidad.
- Utilizo las tecnologías 4RI como un elemento que me permite contribuir al desarrollo del país.

La contribución del área de Ciencias Naturales, desde la asignatura de Física, permitirá un mayor nivel de profundidad en el desarrollo de éstas competencias.

6.6.3 Estándares de Competencias Adicionales para Educación Artística en Educación Media

Del mismo modo, algunos de los estándares planteados para el área de Tecnología e Informática, son compatibles con el propósito del área de Educación Artística, por ello, es conveniente transversalizar la siguiente competencia con ésta área:

- Poseo habilidades técnicas de 4RI que me permiten resolver problemas mediante el desarrollo de nuevos productos tecnológicos.

Los desempeños para esta competencia, que pueden lograrse en cooperación con el área de Educación artística son:

- Creo representaciones 3D de mis diseños tecnológicos.
- Diseño y construyo páginas web utilizando HTML y CSS
- Creo aplicaciones móviles sencillas utilizando un editor de Apps.

Aunque en apariencia los dos desempeños mencionados anteriormente, puedan parecer técnicos, el área de Educación Artística puede contribuir significativamente en su logro; en el primer desempeño, desde la conceptualización, representación de objetos en 2D y el uso los diferentes técnicas de perspectiva para representar objetos en 3D.

Para el segundo y tercer desempeño, es indispensable que el estudiante conozca de la teoría del color, así como la combinación de colores y estilos que brinden diseñar sitios webs y Apps agradables para el usuario y con características de usabilidad que permitan un mejor rendimiento de los mismos, por ello, es necesario el apoyo del área de Educación Artística para alcanzar ese desempeño.

6.6.4 Recomendaciones para fortalecer el desarrollo de las habilidades blandas de 4RI

Los resultados del estudio que sirve como fundamento a la presente propuesta, permitieron establecer que las habilidades blandas de 4RI, se desarrollan transversalmente desde todas las áreas del aprendizaje; de modo qué, todos los docentes, contribuyen desde la enseñanza de su asignatura, mediante las actividades cotidianas que se desarrollan en la misma, el manejo de las diferentes situaciones que se presentan en clase, el tratamiento de los conflictos y el desarrollo mismo de los contenidos, a fortalecer este tipo de habilidades.

Por lo anterior, teniendo en cuenta que las situaciones sociales, culturales e ideológicas varían de un contexto a otro, se recomienda un incluir en los PEI de cada institución, el desarrollo de habilidades de 4RI, dentro de la misión institucional, los principios institucionales y los objetivos de formación.

Lo anterior, permitirá que el desarrollo de habilidades blandas de cuarta revolución industrial, haga parte de los planes de estudios de las diferentes asignaturas y comprometa aún más a los docentes, a los estudiantes y a sus familias en el proceso de formación de habilidades blandas y se contribuya al fortalecimiento de las mismas.

Es importante resaltar que las habilidades blandas de 4RI, contienen una serie de habilidades sociales, cognitivas, personales e interculturales, que aunque ciertamente

contribuyen al desarrollo de competencias que exige el contexto de la cuarta revolución industrial, aportan también a una convivencia pacífica, al fortalecimiento de las relaciones personales, al respeto por la diferencia y otras competencias que hacen parte de cualquier proceso educativo; de ahí la importancia de su promoción y fortalecimiento.

Los resultados del estudio desarrollado en torno a esta propuesta, muestran que no se detecta una formación académica en específico dentro del cuerpo docente que lo haga más competente para contribuir al desarrollo y fortalecimiento de habilidades blandas de 4RI en sus estudiantes; por tanto, se recomienda realizar un proceso de capacitación generalizado para todos los docentes, de modo que el logro de las habilidades blandas se continúe fortaleciendo y los docentes tengas más herramientas para contribuir a ese proceso.

6.6.5 Infraestructura Tecnológica Requerida

La infraestructura tecnológica mínima que requiere en cada una de las instituciones educativas del ciclo de media, para la implementación de los estándares pata Tecnología e Informática, planteados en esta propuesta es:

- Conectividad a internet con ancho de banda suficiente para todos los estudiantes

Es sabido que aunque el Ministerio de Educación ha hecho el esfuerzo de ofrecer conectividad a las instituciones educativas, aún el servicio es deficiente, inexistente o insuficiente; por tanto, se requiere que el ancho de banda suministrado tenga en cuenta la cantidad de estudiantes, para que pueda ser utilizado sin restricciones por los alumnos de manera simultánea; además debe garantizarse que el servicio se preste, sin importar las condiciones geográficas pues sin conectividad no puede asegurarse el desarrollo de todas las habilidades técnicas de 4RI y es de notar, que el servicio de internet contribuye al aprendizaje en todas las áreas de enseñanza.

- Taller de diseño tecnológico, dotado con herramientas, materiales y un software de diseño.

El aula taller de diseño tecnológico, permitirá a los estudiantes materializar sus ideas creativas, así como aprender del uso de herramientas para el diseño y construcción de prototipos; por tanto, es indispensable en el desarrollo de la habilidad de diseño tecnológico; se sugiere que esta aula taller se dote con suficientes herramientas y materiales para el trabajo simultáneo de los estudiantes que hacen uso de él; esta cantidad dependerá

de las condiciones de cada institución; también se recomienda que cuente con equipos de seguridad y condiciones de trabajo ergonómicas y seguras para los jóvenes.

- Equipos de cómputo de última generación

Los equipos de cómputo son una de las herramientas fundamentales para el desarrollo de la mayor parte de las habilidades técnicas de 4RI como programación, diseño 3D, diseño de circuitos, diseño web, diseño y construcción de bases de datos, diseño de plataformas front end y back end, diseño de aplicaciones móviles, uso de simuladores, entre otras; por lo anterior y para poder hacer uso de editores y software de diseño, se requiere de un hardware robusto, que permita la compilación y ejecución de los productos; por tanto, se recomienda adquirir equipos de cómputo de última generación con capacidades de procesamiento, de almacenamiento, de memoria y de conectividad suficientes para la instalación y uso del software ya descrito, así mismo, se recomienda que exista un equipo de cómputo por cada estudiante.

- Taller de electrónica/robótica, dotado con materiales, herramientas y un software para simular y/o programar circuitos.

El aula taller de electrónica /robótica, permitirá a los estudiantes materializar sus diseños de circuitos eléctricos, electrónicos o robóticos; por tanto, es necesario que este cuente con herramientas, materiales y software apropiado para el desarrollo de éstas tareas; por consiguiente, se requiere dotar en cada institución al menos un aula taller de este tipo, con capacidad para atender simultáneamente a los estudiantes que hacen uso del mismo, con suficientes herramientas, condiciones de seguridad y de ergonomía para su uso.

- Software para edición web, programación, gestión de bases de datos y diseño 3D.

Como se mencionó antes, es requerida la instalación y licenciamiento (según el caso), de software que permita la edición web, la programación, el diseño y construcción de bases de datos y sus plataformas back end, así como software de diseño en 3D; algunos de estos programas tienen versiones para estudiantes que son gratuitas, aunque limitadas y otras que que requieren un pago por licenciamiento; se requiere que se cuente con los equipos de cómputo necesarios (se sugiere uno por estudiante) y que cada equipo cuente con su respectivo paquete de software.

Por último, se recomienda que se hagan las adaptaciones necesarias para poner en funcionamiento estos recursos (tales como instalaciones de redes eléctricas, ventilación,

dotación de muebles, etc.), se capacite a los docentes en el uso de los mismos y se adquieran los suficientes, para que se garantice el acceso a los mismos por parte de todos los estudiantes en cada institución.

6.6.6 Plan de Capacitación Docente

El plan de capacitación docente que plantea la presente propuesta, se propone desarrollar en cuatro componentes, teniendo en cuenta el perfil del docente, las habilidades que requiere para su trabajo y el nivel de profundidad necesario en tales habilidades.

Los resultados del estudio que originó esta propuesta, muestran que los docentes de Tecnología cuentan con algunas habilidades 4RI de base que deberían profundizarse; sin embargo, esta situación puede darse de manera diferente en otras instituciones del país; por tanto, aquí se sugiere un plan de capacitación que pudiese implementarse en todo el territorio nacional, sin embargo se recomienda hacer un diagnóstico de las habilidades técnicas 4RI en docentes de Tecnología previo al inicio del proceso de capacitación.

Para los docentes del área de Tecnología e informática, se sugiere capacitar para llegar a un nivel avanzado en las siguientes habilidades:

- Programación
- Diseño en 3D
- Diseño tecnológico
- Robótica
- Electrónica
- Manejo de redes
- Uso de herramientas tecnológicas de 4RI
- Diseño web
- Diseño de Apps
- Diseño y construcción de bases de datos

Para los docentes de Ciencias Naturales – Física, se recomienda realizar plan de capacitación al menos a un nivel intermedio de las siguientes habilidades:

- Diseño y construcción de circuitos
- Diseño tecnológico

Para los docentes del área de Educación Artística, se recomienda capacitar a un nivel al menos inicial las siguientes habilidades:

- Diseño en 3D
- Desarrollo Web
- Diseño y creación de Apps

Finalmente, para todos los docentes en general, se recomienda un proceso de sensibilización y capacitación, en torno al desarrollo y fortalecimiento de las habilidades blandas de 4RI como elemento transversal en los currículos educativos.

6.7 Localización

El proceso investigativo se desarrolló en las instituciones educativas que ofrecen el ciclo escolar de media en el municipio de Suesca, Cundinamarca, Colombia; pese a que la presente propuesta se fundamenta en los hallazgos obtenidos en esta zona, los estándares que se plantean tienen alcance nacional, es decir, serían aplicables en todo el territorio colombiano.

La Figura 48 muestra el mapa del territorio nacional, la ubicación del municipio de Suesca y de las Instituciones educativas donde se desarrolló el presente estudio.

Figura 48

Localización del Estudio y su Alcance

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, el municipio de Suesca se encuentra muy cerca de la capital del país, pese a ello, aún cuenta con un área rural bastante grande, cuyas condiciones geográficas y de vías son aún difíciles; estas situaciones son muy similares en muchos municipios de Colombia, lo que dificulta la conectividad y otras posibilidades tecnológicas; estas condiciones se tendrán en cuenta en el planteamiento de los estándares y en la infraestructura tecnológica requerida.

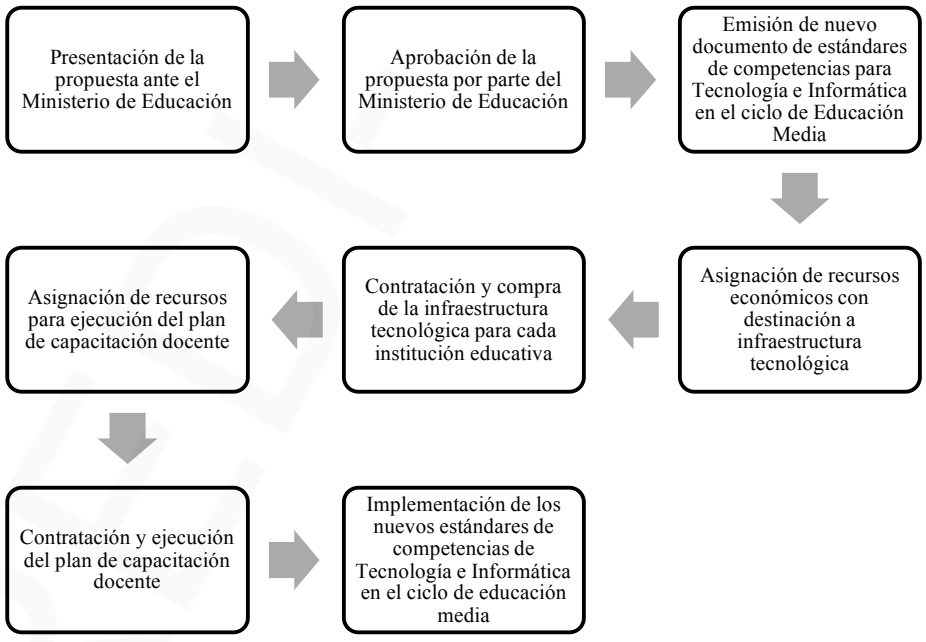
6.8 Método

La presente propuesta requiere para su ejecución de la aprobación del Ministerio de Educación Nacional, organismo encargado de emitir los estándares de competencias para la las diferentes áreas de enseñanza de todos los ciclos educativos en Colombia y de vigilar su implementación.

Como se ha mencionado anteriormente, la implementación de los estándares de competencias para el área de Tecnología e Informática en el ciclo de media, está ligado a la dotación de infraestructura tecnológica suficiente para cada una de las instituciones educativas y a un proceso de capacitación docente; en ese orden de ideas, el proceso de implementación de la presente propuesta, ocurriría tal como se muestra en la Figura 49.

Figura 49

Proceso de Implementación de la Propuesta



Fuente: Elaboración propia.

Los estándares de competencias plantean las habilidades básicas que debe desarrollar el sistema educativo en determinado ciclo de enseñanza; la forma como estas competencias se desarrollan dentro del aula, están dadas por diferentes elementos tales como el contexto, la filosofía institucional, los estilos y ritmos de aprendizajes presentes en el aula, las habilidades del docente, etc.

Los elementos antes mencionados, imprimen al currículo de cada institución una identidad propia y hacen que los procesos de enseñanza aprendizaje tengan características particulares que hacen única y especial la praxis del currículo de cada centro educativo.

En razón de lo antes expuesto, la presente propuesta plantea las competencias que todo estudiante debería desarrollar en el área de Tecnología e Informática durante el ciclo de educación media, pero deja a cada institución y a sus docentes, la libertad para elegir las técnicas, estrategias, métodos o secuencias que empleará para lograr y medir las competencias que establecerá el nuevo estándar.

6.9 Cronograma

Se plantea el cronograma de actividades que se muestra en la Tabla 22, para la ejecución de la propuesta.

Tabla 22

Cronograma de Actividades de la Propuesta

Actividad	Tiempo
Presentación de la propuesta al Ministerio de Educación	Enero de 2022
Aprobación de la propuesta por parte del Ministerio de Educación	Febrero y Marzo de 2022
Emisión de nuevo documento de estándares de competencias para Tecnología e Informática en el ciclo de Educación Media	Abril y Junio de 2022
Asignación de recursos económicos con destinación a infraestructura tecnológica	Julio de 2022
Contratación y compra de la infraestructura tecnológica para cada institución educativa	Agosto 2022
Asignación de recursos para ejecución del plan de capacitación docente	Septiembre de 2022
Contratación y ejecución del plan de capacitación docente	Octubre, Noviembre y Diciembre de 2022
Implementación de los nuevos estándares de competencias de Tecnología e Informática en el ciclo de educación media	De Enero de 2023 a Noviembre de 2024

Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO

6.10 Recursos

La presente propuesta requerirá recursos para dos de las actividades que ejecuta: la capacitación de docente y la implementación de los nuevos estándares; los planes de capacitación para docentes, normalmente son contratados con universidades con las que se establecen convenios para formar cierta cantidad de docentes.

En la fase de implementación de estándares de competencias con estudiantes, se requieren los siguientes recursos:

- Conectividad a Internet
- Taller de Diseño tecnológico dotado con herramientas, materiales y software de diseño
- Taller de electrónica /robótica, dotado con materiales, herramientas y un software para simular y/o programar circuitos.
- Equipos de cómputo de última generación
- Software para edición web, programación, gestión de bases de datos y diseño 3D.
- Adaptaciones locativas

6.11 Presupuesto

Como ya se ha mencionado anteriormente, los recursos para la ejecución de la presente propuesta dependen en su totalidad de la inversión estatal; los costos para llevar a cabo la presente propuesta dependen no sólo del tiempo en que se ejecute, sino también de factores externos como la variación del dólar, en lo relativo a la compra de tecnología, o de factores geográficos en lo concerniente a la contratación o instalación de infraestructura para conectividad a internet, así como la oferta educativa en las universidades de cada zona del país en lo que tiene que ver con la capacitación docente; en la Tabla 23 se presentan los recursos necesarios y un valor aproximado de los mismos a la fecha de elaboración de la presente propuesta; todo esto, por unidad del recurso.

Tabla 23

Presupuesto de la Propuesta

Recurso	Descripción	Elemento	Costo Aproximado
Capacitación docente	Plan de capacitación docente en convenio con universidades	Capacitación por docente por habilidad	COP $1000.000

Recurso	Descripción	Elemento	Costo Aproximado
Conectividad a Internet	Acceso al servicio de internet con un ancho de banda que permita acceder de manera simultánea a todos los estudiantes de la institución.	1 Gb de internet	US$ 3,46 (COP $13.082)
Taller de Diseño tecnológico dotado con herramientas, materiales y software de diseño	El taller de diseño debe contar con mesas o áreas de trabajo, herramientas manuales, herramientas eléctricas, elementos de protección, materiales de diseño y un software de diseño. Estos elementos pueden dotarse para poder trabajar en grupos de estudiantes. Los costos se muestran para un grupo.	Mueble para el área de trabajo	COP $2.000.000
		kit de herramientas manuales básicas	COP $500.000
		kit de herramientas eléctricas elementales	COP $3.000.000
		kit de protección básico	COP $250.000
		Combo de material para trabajar con láminas de madera, plástico, icopor, caucho, cartón, tornillos, clavos, pegamento y otros accesorios	COP$300.000
		El software de diseño AutoCAD standard	US $1.775 por año (COP $6.712.000)
	La dotación total del taller de diseño para un grupo de 5 estudiantes		COP $12.827.000
Taller de electrónica /robótica, dotado con materiales, herramientas y un software para simular y/o programar circuitos.	El taller de Electrónica/Robótica requiere de un área de trabajo, herramientas, componentes electrónicos, elementos de protección y un software que permita simular y/o programar los circuitos. Estos elementos pueden dotarse para trabajar por grupos de estudiantes. Los costos se muestran para un grupo.	Mueble para el área de trabajo	COP $2.000.000
		Kit básico de herramientas	COP $2.000.000
		Kit básico de materiales /Arduinos	COP $200.000
		Kit de protección	COP $200.000
		Software de diseño y/o programación de circuitos Eagle versión gratuita para estudiantes	COP$0
	La dotación total del taller de Electrónica / Robótica para un grupo de 5 estudiantes		COP $4.400.000
Equipos de cómputo de última generación	Equipos de cómputo para cada estudiante, para uso simultáneo por curso.	Computador con hardware y software de última generación	COP $6.000.000
Software para edición web, programación, gestión de bases de datos y diseño 3D.	Se requiere software para edición web, programación, gestión de bases de datos y diseño en 3D, disponible para todos los equipos de cómputo.	Software gratuito para edición web y programación Sublime Text	COP $0
		Software gratuito para gestión de base de datos MySQL e interfaz servidor local BD Mamp PRO	$COP 0
		Software diseño 3D AutoCAD	US $1.775 por año (COP $6.712.000).
	Costo del software sugerido		COP $6.712.000
Adaptaciones	Adaptaciones como	Adaptaciones locativa y/o	COP $10.000.000

Recurso	Descripción	Elemento	Costo Aproximado
locativas	instalaciones de redes eléctricas, adaptación de ventilación, instalación de escritorios, etc.	dotación de mobiliario.	

Fuente: Elaboración propia.

RED-UMECIT

Bibliografía

Abdelrazeq, A., Janssen, D., Tummel, C., Richert, A. y Jeschke, S. (2016). *Teacher 4.0: requirements of the teacher of the future in context of the fourth industrial revolution.* Aquisgrán - Alemania: ICERI.

Abdelrazeq, A., Janssen, D., Tummel, C., Richert, A. y Jeschke, S. (2016). *Teacher 4.0: requirements of the teacher of the future in context of the fourth industrial revolution.* Aquisgrán - Alemania: ICERI.

Abero, L. (2015). La investigación-acción como estrategia cualitativa. En L. Abero, L. Berardi, A. Capocasale, S. Garcia y R. Rojas, *Investigación educativa. Abriendo puertas al conocimiento* (págs. 133 - 146). Montevideo: Contexto S.R.L.

Acevedo, I. (2002). Aspectos éticos en la investigación científica. *Ciencia y Enfermería , 8* (1), 15-18.

Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., y otros. (2019). *EDUCAUSE Horizon Report | 2019 Higher Education Edition.* Louisville -USA: EDUCAUSE.

Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., y otros. (2019). *EDUCAUSE Horizon Report | 2019 Higher Education Edition.* Louisville -USA: EDUCAUSE.

Alianzared. (17 de Febrero de 2019). *Estadísticas Marketing Movil 2018-2019*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Alianzared: https://www.alianzared.com/estadisticas-marketing-movil-2018/

Alonso - Calpeño, M., Santander - Castillo, J., Ramirez - Chocolatl, Y. y Alanis - Teutle , R. (2019). *Cómputo en la niebla aplicado a la manufactura inteligente bajo el contexto de la industria 4.0: desafíos y oportunidades.* México: ECORFAN.

Alonso - Calpeño, M., Santander - Castillo, J., Ramirez - Chocolatl, Y. y Alanis - Teutle , R. (2019). *Cómputo en la niebla aplicado a la manufactura inteligente bajo el contexto de la industria 4.0: desafíos y oportunidades.* México: ECORFAN.

Alvarado Andrade, M., Chávez Luna, M. y Lazarte Rivera, J. (2018). Estrategias de Aplicación de Industria 4.0 en las Empresas Peruanas. *16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion"* (págs. 1-9). Lima: LACCEI.

Alvarado Andrade, M., Chávez Luna, M. y Lazarte Rivera, J. (2018). Estrategias de Aplicación de Industria 4.0 en las Empresas Peruanas. *16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion"* (págs. 1-9). Lima: LACCEI.

Alvarado, L. y Garcia, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación , 9* (2), 187-202.

Alvarez Mendez, J. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir.* Madrid: Ediciones Morata.

Amaya Aragon, R. (2019). *La revolución industrial 4.0: transformaciones en las organizaciones y la gestión humana en el periodo 2015 - 2019.* Bogotá: UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBÍA.

Anderson, J., Reder, L. y Herbert, S. (1996). Situaded Learning And Education . *Educational Researcher* , 5-11.

Anguera, M. T. (1986). La investigación cualitativa. *Educar* (10), 23-50.

Apple Inc. (2020). *Soporte Xcode*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de developer.apple.com: https://developer.apple.com/es/support/xcode/

Arias, W. (2012). Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. *Revista Cubana de salud y trabajo , 13* (3), 45-52.

Arnal, J., Del Rincon, D. y Latorre, A. (1995). *Investigación Educativa. Fundamentos y Metodología.* Madrid: Labor.

Arroyo, D., Diaz, J. y Hernandez, L. (2019). *¿Qué sabemos de? Blockchain.* Madrir: CSIC - Catarata.

Asamblea Nacional Constituyente de Colombia. (1991). *Constitución Política de la República de Colombia.* Bogotá: Gaceta Constitucional.

Balashova, E. y Gromova, E. (2018). Russian industrial sector in the conditions of the Fourth Industrial Revolution. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* , 1-5.

Balasingham, K. (2016). *Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies.* Enschede - Holanda: University of Twente.

Balcazar , F. (2003). Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. *Fundamentos en humanidades , 1*, 59-77.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory.* New Jersey: Prentice Hall.

Bandura, A. (1998). *Self-Efficacy.* New York: Academic Press.

Barboza Norbis, L. y Rivas Díaz, J. (2017). *VIDEOVieojuegos un nuevo sistema emergenteS: UN NUEVO SISTEMA EDUCATIVO EMERGENTEV.* Montevideo: Universidad de Montevideo.

Barrera, M. F. (2010). *Modelos epistémicos en investigación y educación.* Caracas: Quirón Ediciones.

Barrio, M. (2018). *El internet de las cosas.* Madrid: REUS Editorial.

Bartolome, M. (1987). *Investigación-acción, innovación pedagógica y calidad de los Centros Educativos.* Prensa.

Beltrán Prieto, Y. y Giraldo Bedoya, E. (2019). *Transformación del modelo 4.0 en los sectores productivos en colombia.* Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.

Benavides Suescun , C. (2007). *Habitat escolar más allá de la infraestructura educativa.* Bogotá: Secretaría de Educación del Distrito Capital.

Benitez, R., Escudero, G., Kanaan, S. y Masip, D. (2013). *Inteligencia artificial avanzada.* Barcelona: Editorial UOC.

Berchon, M. y Luyt, B. (2016). *La impresión 3D. Guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general* . Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.L.

Bermejo, M. y Serena , P. (2017). *Los riesgos de la nanotecnología.* Madrid: CSIC - Catarata.

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. y Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education implications for policy and practice.* Sevilla: Joint Research Centre.

Böhm, W. (2010). *La historia de la pedagogía. Desde Platón hasta la actualidad.* Córdoba: Editorial Universitaria Villa María.

Bramer, M. (2016). *Principles of dana mining.* Londres: Spring.

Bruning, R., Schraw, G. y Norby, M. (2011). *Cognitive Psychology and Instruction.* Boston: Pearson.

Brunner, J. (2001). Globalización, educación, revolución tecnológica . *Perspectivas , 21* (2), 139-156.

Buendía, L., Colás, P. y Fuensanta, P. (1999). *Métodos de investigación en psicopedagogía.* Madrid: McGraw-Hill.

Bulmer, M. (2002). *Social Research Ethics London.* Londres: Macmillan Press.

Bustinduy, I. (2015). *La gestión del tiempo.* Barcelona: Editorial UOC.

C Glenn, J., Florescu, E. y Millenium Project Team. (2016). 2015-16 State of the Future. *Journal of Socialomics , 5* (3), 1-7.

Caballo, V. (2007). *Manual de Evaluación y Entrenamiento de las Habilidades Sociales* . Madrid: Siglo XXI de España Editores S.A.

Cabero, J., Leiva, J., Moreno, N., Barroso, J. y Lopez, E. (2016). *Realidad aumentada y educación. Innovación en contextos formativos.* Barcelona: Octaedro, S.L.

Cabuya Padilla, D. (2018). Relación de la industria 4.0 con la competitividad industrial. *Revista de la ciencia y la investigación , 12*, 143-174.

Cama, A., De la Hoz, E. y Cama, D. (2012). Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las cosas. *Revista INGE CUC , 8*, 163-172.

Casals, A., Vilar, M. y Ayats, J. (2008). La investigación - acción colaborativa: Reflexiones metodológicas a partir de su aplicación en un proyecto de música y lengua. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical , 5* (4), 1-17.

Castañares, W. (2011). Realidad virtual, mímesis y simulación. *CIC Cuadernos de Información y Comunicación , 16*, 59-81.

Castells, M. (2001). *La galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad.* Madrid: Plaza & Janés.

Castells, M. (2012). *Comunicación y Poder.* México: Siglo XXI Editores.

Castillo, J. (2018). *Big Data. IFCT128PO.* Málaga: IC Editorial.

Cegarra, J. (2012). *La tecnología.* Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Celaya, A. (2014). *Cloud: Herramientas para trabajar en la nube.* Málaga: ICB, S.L.

Charatan, Q. y Kans, A. (2019). *Java in two semesters. Fourth Edition.* Nature - Suiza: Spring.

Chau, M., Wong, A., Wang, M., Lai, S., W.Y. Chan, K., M.H. Li, T., y otros. (2013). Using 3D virtual environments to facilitate students in constructivist learning. *Decision Support Systems* , 115-121.

Chaves, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba. Revista de Historia , 17*, 93-109.

Chica, F. (2017). *Currículo desde la perspectiva del aprendizaje autónomo.* Bogotá: Universidad Santo Tomás.

Chickering, A. y Gamson, Z. (1987). Seven principles for good practice. *AAHE Bulle-tin , 39*, 3-7.

Chioncel, N. E., Van Der Veen, R. G., Wildemeersch, D. y Jarvis, P. (2010). The validity and reliability of focus groups as a research method in adult education . *International Journal of Lifelong Education , 22* (5), 495-517.

Chung, M. y Kim, J. (2016). The Internet Information and Technology Research Directions based on the Fourth Industrial Revolution. *KSII Transactions o. internet and information systems , 10* (3), 1311-1320.

Cisterna, F. (2005). Categorización y Triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. Theoría , 14 (1), 61-75.

Colciencias. (30 de 11 de 2019). *Presupuesto de Colciencias*. Recuperado el 23 de 12 de 2019, de Colciencias: https://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/presupuesto-colciencias

Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación , 3* (1), 102-115.

Comenio, J. (1988). *Didáctica Magna.* México: Porrúa.

Compañ - Rosique, P., Satorre - Cuerda, F., Llorens - Largo, F. y Molina - Carmona, R. (2015). Enseñando a programar: un camino directo para desarrollar el pensamiento computacional. *Revista de educación a distancia* , 1-15.

Congreso de la República de Colombia. (1994). *Ley 115 de 1994.* Bogotá: Congreso de la República de Colombia.

Corcoles, J. y Montero, F. (2014). *Diseño de interfaces web.* Madrid: Ra-Ma, S.A.

Cork, C. R. (2015). Conductive fibres for electronic textiles. *Electronic Textiles* , 3-20.

Crovi Druetta, D. (2017). Estudiantes ante la apropiación de espacios digitales. En P. Avila Muñoz y C. Rama, *Internet y educación: amores y desamores* (págs. 131-153). México: INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías.

Curso de Robótica. (2008). *Herramientas Para Electronica.* Recuperado el 30 de Abril de 2020, de cursoderobotica.com: https://www.cursoderobotica.com/herramientas-para-electronica/

DANE. (2018). *Suesca. Demografía y Población.* Bogotá: DANE.

Darder, P., Salmurri, F., Royo, M., Carpenna, A., Sala, J., Marzo, L., y otros. (2014). *Aprender y educar con bienestar y empatía.* Barcelona: Ediciones Octaedro, S.L.

Delclós, J. (2018). Ética en la investigación científica. *Cuadernos 43* , 14-19.

Delgado, M. (1998). La calidad y la innovación tecnológica en la biotecnología aplicada a la salud. *Revista de Ingeniería de Organización* , 125-132.

Dewey, J. (1916). *Democracy and Education.* Pennsylvania: Pennsylvania State University.

Dewey, J. (1989). *Como pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento y proceso educativo.* Barcelona: Paidós.

Dewey, J. (2000). *La miseria de la epistemología: Ensayos de Pragmatismo.* Madrid: Biblioteca Nueva.

Diez, P. (2016). Más sobre la interpretación (I). Razonamiento y verdad. *Revista Asociación Española de Neuropsiquiatría* , 363-382.

Dinov, I. (2018). *Data science and predictive analytics.* Michigan: Spring.

Dombrowski, U. y Wagner, T. (2014). Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. *ScienceDirect* , 100-105.

DuBrin, A. (2008). *Relaciones Humanas. Comportamiento Humano en el Trabajo.* México: Pearson Education.

Eberhard, B., Podio, M., Perez Alonso, A., Radovica, E., Avotina, L., Peiseniece, L., y otros. (2017). Smart Work: The Transformation of the labour market due to fourth industrial revolution. *International Journal Bussines and Economic Sciences Aplied Research , 10* (3), 47-66.

Ecured. (22 de Agosto de 2019). *Habilidades Para la Comunicación*. Recuperado el 5 de Abril de 2020, de Ecured.cu: https://www.ecured.cu/Habilidades_para_la_comunicación

Ecured. (23 de Julio de 2019). *Circuito electrónico*. Recuperado el 30 de Abril de 2020, de ecured.cu: https://www.ecured.cu/Circuito_electrónico

Ecured. (5 de Julio de 2013). *Red Inalámbrica*. Recuperado el 5 de Abril de 2020, de Ecured.cu: https://www.ecured.cu/Red_inalámbrica

Educación 3.0. (11 de Noviembre de 2018). *Las aplicaciones educativas más populares para dispositivos Android*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de educaciontrespuntocero.com: https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/aplicaciones-educativas-android/

Eisenberg, N. (2000). Emotion, Regulation, and Moral Development. *Annual Review of Psychology* , 665-697.

El Mundo. (7 de Octubre de 2019). *¿Cuántos sitios web existen en el mundo?* Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Elmundo.es: https://www.elmundo.es/tecnologia/innovacion/2019/10/07/5d96133321efa00f4f8b45a4.html

El País. (27 de Febrero de 2018). *El número de líneas móviles supera por primera vez a la población mundial*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de elpais.com: https://elpais.com/tecnologia/2018/02/27/actualidad/1519725291_071783.html

Elliot, A., McGregor, H. y Gable, S. (1999). Achievement goals, study strategies and exam performance: A mediational analysis. *Journal of Educational Psychology , 91* (3), 549-563.

Engels, F. y Marx, K. (2006). *Ludwing Feurerbach y el fin de la filosofía clásica alemana.* Madrid: Fundación de Estudios Socialistas Federico Engels.

Equipo Vortice. (2010). *Técnicas Avanzadas de Diseño Web.* Málaga: Ediciones Vórtice.

Escolano Ruiz, F., Cazorla Quevedo, M., Alfonso Galipienso, M., Colomina Pardo, O. y Lozano Ortega, M. (2003). *Inteligencia Artificial. Modelo, Técnicas y Áreas de Aplicación.* Madrid: Thompson Ediciones Spain.

Escudero, A. (2018). Redefinición del "aprendizaje en red" en la cuarta revolución industrial. Apertura , 10 (1), 149-163.

Esteve Mon, F., Adell Segura, J. y Gisbert Cervera, M. (2014). Diseño de un entorno 3D para el desarrollo de la competencia digital docente en estudiantes universitarios:

usabilidad, adecuación y percepción de utilidad. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa , 13* (2), 35-47.

Fabregues, S., Meneses, J., Rodriguez, D. y Pare, M. (2016). *Técnicas de investigación social educartiva.* Catalunya: UOC.

Fay, B. (1987). *Critical social science: Liberation and its limits.* Cambridge: Polity.

Flores Alanis, A., Chavez Gonzalez, G. y Rodriguez Hernandez, J. (2018). Educacion 4.0: Transformación del aula tradicional en las escuelas de educación básica en México. *Conference Proceedings EDUNOVATIC 2018: 3rd Virtual International Conference* (págs. 144-147). Eindhoven - Holanda: EDUNOVATIC.

Fonseca A., Ahumada L. (2021). Tecnologías 4.0: El desafío de la Educación Media en Colombia. *Revista Societas*, 23(1), 1-29.

Freire, P. (1973). *Education for critical consciousness.* New York: Seabury.

Frey, C. y Osborne, M. (2013). *The future of employment: how susceptible are jobs to Computerisation?* Oxford -UK: Oxford University.

Fuente, P. y Gomez, M. A. (1991). Aproximación teórica a la investigación acción y su proyección en la realidad educativa. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado* (10), 295-309.

FUNIBER. (2020). *Infraestructura Tecnológica de Software*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de funiber.org: https://www.funiber.org/infraestructura-tecnologica-de-software

Gabucio, F., Domingo , J., Lichtenstein, F., Limon, M., Minervino, R., Romo, M., y otros. (2005). *Psicología del pensamiento.* Barcelona: Editorial UOC.

Galindo Arranz, F., Ruiz Blanco, S. y Ruiz San Miguel, F. (2017). Competencias digitales ante la irrupción de la Cuarta Revolución Industrial. *Estudos em Comunicação , 1* (25), 1-11.

Galván Morales, P., Asato España, J. y Molina Castro, J. (2019). Perspectiva académica para la transición de la educación superior al paradigma de la industria 4.0. *Pistas Educativas , 41* (134), 1455-1465.

Galván Morales, P., Asato España, J. y Molina Castro, J. (2019). Perspectiva académica para la transición de la educación superior al paradigma de la industria 4.0. *Pistas Educativas , 41* (134), 1455-1465.

Gan, F. y Triginé, J. (2012). *Gestión del Tiempo.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Garcia, P. (2018). *Criptoderecho. La regulación de blockchain.* Madrid: Wolters Kluwer España, S.A.

Gartner. (2001). *Gartner Glossary*. Recuperado el 8 de Abril de 2020, de gartner.com: https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data

Gatti, B. (2005). *Habilidades Cognitivas y Competencias Sociales.* París: UNESCO.

Geary, D. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical develop- ment and instruction. *American Psychologist* , 24-37.

Ghislieri, C., Molino, M. y G. Cortese, C. (2018). Work and Organizational Psychology Looks at the Fourth Industrial Revolution: How to Support Workers and Organizations? *Frontiers in Psychology , 9*, 1-6.

Gibson, I., Rosen, D. y Stucker, B. (2015). *Additive Manufacturing Technologies.* New York: Springer.

Glaser, B. y Strauss, A. (1967). El muestreo teórico. *Metodología y Técnicas de la Investigación Social III* , 45-77.

Godoc, E. (2014). *SQL los fundamentos del lenguaje.* Barcelona: Ediciones ENI.

Gonzalez - Paramo, J. (2017). Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar. Madrid: Real Academia de las Ciencias Morales y Políticas.

Gonzalez Garcia, M. (2018). *Definición de estrategias de adopción de la cuarta revolución industrial por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en Colombia.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Gonzalez, A. (2003). Los paradigmas de investigación en las ciencias sociales. *Islas* , 125-135.

González, J. (2017). *Cuarta revolución industrail, empleo y estado de bienestar.* Madrid: Real Academia de Ciencias Políticas.

Goñi, J. (2014). *Creatividad y talento para la innovación.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Grob, B. (1983). *Circuitos electrónicos y sus aplicaciones.* México: McGraw Hill.

Guba, E. y Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la inevestigación cualitativa. En C. Derman y J. Haro, *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social.* (págs. 113-145). Sonora: El colegio Sonora.

Guisa, J. (1998). *Electrónica Digital.* México: Instituto Politécnico Nacional.

Habermas, J. (1984). *Ciencia y técnica como "ideología".* Madrid: Tecnos.

Hargreaves, A. y Fullan, M. (2012). *Capital profesional. Transformar la enseñanza en cada escuela.* Madrid: Ediciones Morata.

Hari, P. K. (2012). Types and properties of fibres and yarns used in weaving. *Woven Textiles* , 3-34.

Harvard Bussines Review. (2019). *Empatía.* Barcelona: Editorial Reverté, S.A.

Hecklau, F., Flachs, S. y Khol, H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Procedia CIRP , 1-6.

Hernandez - Sampieri, R. y Mendoza - Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* México: McGraw Hill.

Hernandez Fuentes, A. (2019). *La cooperación digital y la reducción de la brecha tecnológica en Colombia en la Cuarta Revolución Industrial.* Madrid: Instituto Universitario de Investigación Ortega y Gasset y Universidad Internacional Mendez Pelayo.

Hernandez, J., Garcia - Leal, O., Rubio, V. y Santacreu, J. (2004). La persistencia en el estudio conductual de la personalidad. *Psicothema , 16* (1), 39-44.

Herrera Hernández, N., Calderón Campos, P. y Almanza Jiménez, R. (2019). Impacto de la industria 4.0 en el comportamiento organizacional de las instituciones educativas de nivel superior de lázaro cárdenas. . *Multidisciplinas de la Ingeniería , 8* (10), 12-24.

Herrero, J. (2016). *Elementos del pensamiento crítico.* Madrid: Ediciones jurídicas y sociales S.A.

Hevner, A. y Chatterjee, S. (2010). *Design Research in Information Systems.* Hamburgo: Springer.

Hiemenz, J. y Stratasys, I. (2011). *La impresión 3D con FDM. ¿Como Funciona?* Rheinmüster - Alemania: Stratasys Europe.

Hillert, F., Ameijeiras, M. y Graziano, N. (2011). *La mirada pedagógica para el siglo xxi: teorías, temas y prácticas en cuestión. Re exiones de un encuentro.* Buenos Aires: Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras de la universidad de Buenos Aires.

Hoyos, 1. (1990). Prólogo. En M. Diaz y J. Muñoz, *Pedagogía, discurso y poder* (págs. 1-13). Bogotá: CORPRODIC.

Hurtado de Barrera, J. (2012). *Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia* (Cuarta edición ed.). Bogotá - Caracas: Quirón Ediciones.

IBM. (15 de Agosto de 2015). *Computación en la nube: Una guía completa*. Recuperado el 8 de Abril de 2020, de ibm.com: https://www.ibm.com/cloud/learn/cloud-computing

Igual, L. y Segui, S. (2017). *Introduction to data science.* Cham - Suiza: Spring.

James, W. (1981). *Pragmatism. A New Name for Some Old Ways of Thinking.* Indianápolis: Hackett Publishing.

Jiménez, C., López, A. y León, C. (2010). Metodología para el diseño electrónico dentro de prácticas obligatorias de laboratorio. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación* (37), 19-27.

Jorquera , A. (2017). *Fabricación digital: introducción al modelado e impresión 3D.* Madrid: Ministerio de educación Cultura y Deporte. Gobierno de España.

Juganaru, M. (2014). *Introducción a la programación.* Méxido: Grupo editorial Patria.

Kasriel, S. (2019). Qué significarán los próximos 20 años para el empleo, y cómo prepararse. Davos: Worold Economic Forum.

Kirk, J. y Miller, M. (1986). *Reliability and validity in qualitative research.* Beverly Hills: Sage.

Koontz, H., Weihrich, H. y Cannice, M. (2012). *Administración. Una perspectiva global y empresarial.* México: McGraw Hill.

Kuhn, T. (1992). *La estructura de las revoluciones científicas.* Bogotá: Fondo de cultura económica.

Kurniawan, E., Muslim, S., Rahmadyanti, E., Aribowo, W., Kusumawati, N., Ismayati, E., y otros. (2019). Vocational students readiness in the face of the Industrial Revolution 4.0 and the demands of life in the 21st Century Skills. *Celebes Education Review , 1* (1), 40-52.

Kurniawan, E., Muslim, S., Rahmadyanti, E., Aribowo, W., Kusumawati, N., Ismayati, E., y otros. (2019). Vocational students readiness in the face of the Industrial Revolution 4.0 and the demands of life in the 21st Century Skills. *Celebes Education Review , 1* (1), 40-52.

Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa.* Madrid: Ediciones Morata, S.L.

La Nación. (26 de Octubre de 2017). *Estas son las 50 aplicaciones más populares en Android*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de lanacion.com.ar: https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/estas-son-las-50-aplicaciones-mas-populares-en-android-nid2076553

La República. (11 de Enero de 2020). *Vehículos autónomos y eléctricos, la tendencia en movilidad para las ciudades inteligentes*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de larepublica.co: https://www.larepublica.co/internet-economy/vehiculos-autonomos-y-electricos-la-tendencia-en-movilidad-para-ciudades-inteligentes-2950616

LaMeres, B. (2017). *Introduction to logic circuits & logic design.* AG - Suiza: Springer.

Landes, D. (1979). *Progreso tecnológico y revolución industrial.* Madrid: Tecnos.

Latorre, A. (2007). *La investigación- acción. Conocer y cambiar la práctica educativa.* Barcelona: Grao.

Lee, M., Yun, J., Pyka, A., Won, D., Kodama, F., Schiuma , G., y otros. (2018). How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* , 1-24.

Leon, R. y Galan, R. (2014). *Introducción a la movilidad :4G/LTE y el desarrollo de aplicaciones Android.* Madrid: Dextra Editorial S.L.

Lerma - Blasco, R., Murcia, J. y Mifsud, E. (2013). *Aplicaciones Web.* Madrid: McGraw Hill Education.

Liao, Y., Peirin Ramos, L., Saturno, M., Deschamps, F., Rocha Loures, E. y Szejka, A. (2017). The Role of Interoperability in The Fourth Industrial Revolution Era. *ScienceDirect* , 12434-12439.

Liao, Y., Rocha Loures, E., Deschamps, F., Brezinski, G. y Venâncio, A. (2018). *The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison.* Curitiba - Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Lincoln, Y. y Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry.* Newbury Park, CA: Sage Publications.

Liponnen, L. (2002). Exploring foundations for computer-supported collaborative learning. *Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning* , 72-81.

Liu, C. (2017). International Competitiveness and the Fourth Industrial Revolution. *EBER - Entrepreurial Business and Economics Review , 5* (4), 111-133.

Lopez, J. J. y Zarza, G. (2017). *La ingeniería del bid data. Como trabajar con datos.* Barcelona: Editorial UOC.

Lopez, V. (2015). Profesionalismo: ¿huellas de un currículo oculto? *Revista Iberoamericana de Educación , 69* (1), 147-166.

Lozano, J., Martinez, O. y Romera, M. (2013). *Destrezas sociales.* Madrid: McGraw Hill.

Lubis, A., Absah, Y. y Lumbanraja, P. (2019). Human resource competencies 4.0 for generation z. *European Journal of Human Resource Management Studies , 3* (1), 95-105.

Macías, E., Cruz, M., Cotera, G. y Párraga, J. (2019). Uso de Cloud Computing en la Educación. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software , 9* (2), 5-9.

Mandado Perez, E. y Maldonado Rodriguez, Y. (2008). *Sistemas Electrónicos Digitales.* Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas.

Manpower Group. (2018). *Solving the Talent Shortage Build, Buy, Borrow and Bridge.* Milwaukee- USA: Manpower Group.

Mantaras, R. y Meseguer, P. (2017). *Inteligencia Artificial.* Madrid: CSIC.

Mantilla Avendaño, L. y Gonzalez-Perez, M. (2015). *Industria 5.0: ¿Vuelve el hombre al centro de los procesos de producción?* Medellín: Universidad EAFIT.

Manyika, J., Chui , M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., y otros. (2017). *A future that works: automation, employment, and productivity.* New York- EUA: McKinsey & Comapany.

Marketing Publishing. (1995). *Toma de decisiones eficaces.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Martinez, C., Tasso, M., Sanchez, M. y Riaño, I. (2017). Pediatras sólidos en tiempos líquidos. Reanimando la profesionalidad. *Anales de pediatría* , 354.e1-354.e4.

Martinez, H. (2012). *Metodología de la Investigación.* México: CENGAGE Learning.

Martinez, M. (2012). *La negociación.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Martinez, M. (2012). *Liderazgo.* Madrid: Ediciones Diáz de Santos.

Martinez, M. y March, T. (2015). Caracterización de la validéz y confiabilidad de constructo metodológico de la investigación social. *REDHECS. Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social* , 107-127.

Mayer - Schonberger, V. y Cukier, K. (2013). *Big Data. La Revolución de los Datos Masivos.* Madrid: Turner Publicaciones S.L.

Mayer, J. y Cobb, C. (2000). Educational policy on emotional intelligence: the case for ability scales. *Educational Psychology Review , 12* (2), 163-183.

Melero, N. (2011). El paradigma crítico y los aportes de la investigación acción participativa en la transformación de la realidad social: un análisis desde las ciencias sociales. *Cuestiones Pedagógicas* , 339 - 355.

Mella, O. (2000). *Grupos Focales. Ténica de investigación cualitativa.* Santiago: CIDE.

Mendieta, C. (2003). *Técnicas Avanzadas de Negociación* . Barcelona: Universitat de Barcelona.

Merlo-Vega , J. (2009). Servicios de referencia para una sociedad digital. *El profesional de la información , 18* (6), 581- 586.

Mesia, R. (2007). Contexto ético de la investigación social. *Investigación Educativa , 11* (19), 137-151.

Miglena, T. (2018). Studying the leadership style of business management under the conditions of the fourth industrial revolution . *Asia Pacific Journal of Research in Business Management , 9* (2), 1-15.

Miglino, O., Nigrelli, M. y Luigia, S. (2013). *Videojuegos de rol, simulaciones por ordenador, robots y realidad aumentada como nuevas tecnologías para el aprendizaje.* Castellon de la Plana: Publicaciones de la Universidad de Jaume.

Ministerio de Educación Nacional. (1994). *Ley general de educación.* Bogotá: Congreso de la República de Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Decreto 1278 de 2202.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2002). Decreto 3020. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Guia 30. Ser competente en Tecnología.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2008). Ser competente en tecnología . Una necesidad para el desarrollo. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Resolución 9317 de 2016.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2018). Información Nacional 2010- 2017 Educación Superior. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. (2008). *Autonomía e iniciativa personal en educación primaria.* Madrid: secretaría General Técnica.

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España MINETAD. (2018). *Agenda para el fortalecimiento del sector industrial.* Madrid: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España MINETAD.

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España MINETAD. (2018). *Agenda para el fortalecimiento del sector industrial.* Madrid: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España MINETAD.

Minsky, M. (2010). *La máquina de las emociones: Sentido común, inteligencia artificial y el futuro de la mente humana.* Barcelona: Random House Mondadori.

Monereo, C. y Castello, M. (1997). *Las estrategias de aprendizaje. Cómo incorporarlas a la práctica educativa.* Barcelona: Edebé.

Montoya, J., España, G. y Chacon, J. (2007). *El circuito básico.* Santiago: El cid Editor.

Moody, P. (1991). *Toma de decisiones gerenciales.* Bogotá: McGraw Hill.

Morales Zuñiga, L. C. (2014). El pensamiento crítico en la teoría educativa contemporánea. *Revista electrónica "Actualidades Investigativas en Educación" , 14* (2), 1-24.

Morcillo, G., Cortes, E. y Garcia, J. (2013). *Biotecnología y alimentación.* Madrid: Ediciones Universidad Nacional a Distancia España.

Moreno Muñoz, M. (2016). Opciones de mejora cognitiva no convencional como respuesta al desempleo estructural en el contexto tecnológico de la cuarta revolución industrial. *Gazeta de Antropología , 32* (2), 1-20.

Moreno, J. C. (2014). *Programación.* Madrid: Ra-Ma, S.A.

Moreno, N., Roman, I., Bernal, C. y Lopez, E. (2017). Geolocalización y realidad aumentada en escenarios formativos desde una perspectiva innovadora. En J. Leiva,

E. Lopez, M. Castro y E. Vasquez, *Investigaciones innovadoras hispano - lusas en ámbitos universitarios. Una mirada española y portuguesa.* Sevilla: Afoe.

Morrar, R., Arman, H. y Mousa, S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. *Technology Innovation Management Review , 7* (11), 12-20.

Morse, J. (2005). *Asuntos Críticos en los Métodos de Investigación Cualitativa.* Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Moscovici, S., Mugny, G. y Perez, J. (1991). *La Influencia Social Inconsciente.* Barcelona: Editorial Anthropos.

Mozilla. (26 de Abril de 2020). *HTML%.* Recuperado el 28 de Abril de 2020, de developer.mozilla.org: https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5

Murazzo, M., Millán, F., Rodríguez, N., Segura, D. y Villafañe, D. (2010). *PLataformas educativas implementadas con cloud computing.* Córdoba - Argentina: XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.

Navarro, F., Martinez, A. y Martinez, J. (2018). *Realidad virtual y realidad aumentada. Desarrollo de aplicaciones.* Madrid: Ra-Ma Ediciones.

Noreña, A., Alacaraz, N., Rojas, J. y Rebolledo, D. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan , 12* (3), 263-274.

Nosich, G. (2003). *Aprender a pensar. Pensamiento analítico para estudiantes.* Madrid: Prentice Hall.

O'regan, G. (2017). *Concise guide to software engineering.* Cham - Suiza: Springer.

Observatorio de Educación Superior de Medellín (ODES). (2018). Medellín hacia la cuarta revolución industrial. Medellín: ODES.

Ojeda de Lopez, J., Quintero, J. y Machado, I. (2007). La ética en la investigación. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales , 9* (2), 345-357.

ONU. (1987). *Nuestro Futuro Común.* San Francisco: ONU.

Oosthuizen, J. (2017). *The determinants of fourth industrial revolution leadership dexterity: a proposed framework for 4ir-intelligence and subsequent 4ir leadership development.* Johannesburg - Sudáfrica: Milpark Business School.

Organización de Naciones Unidas. (1948). *La Declaración Universal de Derechos Humanos.* París: ONU.

Ortiz Ocaña, A. (2015). *Enfoques y métodos de investigación en las ciencias sociales y humanas.* Bogotá: Ediciones de la U.

Osorio Villegas, M. (2017). El curriculo: Perspectivas para acercarnos a su comprensión. *Revista del Instituto de Estudios en Educación y del Instituto de Idiomas Universidad del Norte* , 140-151.

Packer, M. y Goicoechea, J. (2000). Sociocultural and Constructivist eories of Learning: Ontology, Not Just Epistemology. *Educational Psychologist* , 227-241.

Parés, N. y Parés, R. (2010). *Realidad Virtual.* (E. UOC, Ed.) Barcelona.

Park, O. (2018). A Study on the Changes of Libraries and Directions of Librarian Education in the era of the Fourth Industrial Revolution . *Revista de la Sociedad Coreana de Biblioteconomía y Documentación* , 285-311.

Patacsil, F. y Tablatin, C. (2017). Exploring de importance of soft and hard skills as perceived by internshio students and industry: A gap analysis. *Journal of Technology and Science Education* , 347-368.

Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods.* California: Sage.

Pedraza-Jimenez, R., Codina, L. y Guallar , J. (2016). *Calidad en los sitios web.* Barcelona: Editorial UOC.

Pérez Betancur, N. (2016). El SENA a la vanguardia de la cuarta revolución industrial. *Revista Finnova , 2* (4), 35-50.

Pérez Serrano, G. y Nieto Martin, S. (1992). La investigación - acción en la educación formal y no formal. Enseñanza y Teaching: Revista Interuniversitaria de didáctica , 177-198.

Pernia, R. (2017). La Escuela de Frankfurt: “Pensar en la Sociedad para Transformarla”. *Mucuties Universitaria* , 153-170.

Petrillo, A., De Felice, F., Cioffi, R. y Zomparelli, F. (2018). Challenges, and Opportunities Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities. *INTECH* , 1-20.

Piaget, J. (1991). *Seis estudios de Psicología.* Barcelona: Labor S.A.

Pinto, G. (2007). *Aprendizaje activo de la Física y de la Química.* Madrid: Equipo Sirius.

Pipkin, D. (1998). La capacitación Docente: Políticas y prácticas en el periodo 1995-1996. *Quinto Sol* (2), 143-164.

Platzi. (2018). *Que es Front End y Back End*. Recuperado el 4 de Abril de 2020, de Platzi.com: https://platzi.com/blog/que-es-frontend-y-backend/

Popkewitz, T. (1988). *Paradigma e ideología en investigación educativa. Las funciones sociales del intelectual.* Madrid: Mondadori.

Portela, H. (2012). La formación en un currículo como trayecto fenomenológico. *Hallazgos* , 79-96.

Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad Aumentada y Educación: Análisis de Experiencias Prácticas . *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación.* (46), 187-203.

Presidencia de la República de Colombia. (2002). *Decreto 1850 de 2002.* Bogotá: Presidencia de la República de Colombia.

Presidencia de la República de Colombia. (2002). *Decreto de 1278 de 2002.* Bogotá: Presidencia de la República de Colombia.

Prieto , M., Alvarez, J. y Herraez, P. (2013). *Empresa i iniciativa emprenedora.* Madrid: Macmillan Iberia, S.A.

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *J. Engr. Education , 93* (3), 223-231.

ProArgentina. (2005). *Biotecnología.* Buenos Aires: Ministerio de Economía y Producción. República Argentina.

Pruet Putjorn. (2015). *OBSY. Observation Learning System*. Recuperado el 25 de Abril de 2020, de obsy.spidyhero.com: http://obsy.spidyhero.com/#home

Pujol, M. (2008). *Actuaciones interculturales del profesor en la enseñanza a inmigrantes adultos.* Cáceres: XIX Congreso Internacional de la ASELE.

Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología... un mundo pequeño. *Cuaderno 42 | Centro de Estudios en Diseño y Comunicación* , 125-155.

RAE. (2019). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado el 23 de Abril de 2020, de dle.rae.es: https://dle.rae.es/técnico#ZIkyMDs

RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de dle.rae.es: https://dle.rae.es/?formList=form&w=tecnolog%C3%ADa#

RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 28 de Abril de 2020, de dle.rae.es: https://dle.rae.es/usar?m=form

RAE. (2020). *Diccionario de Español Jurídico*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de dej.rae.es: https://dej.rae.es/lema/hardware

RAE. (2020). *Diccionario de Español Jurídico*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de dej.rae.es: https://dej.rae.es/lema/software

Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española, 23.ª ed.* Recuperado el 3 de Abril de 2020, de RAE.es: https://dle.rae.es/habilidad

Reyes, F. (2011). *Robótica. Control de robots manipuladores.* Méxido: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Riba, C. (2002). *Diseño Concurrente.* Barcelona: Ediciones UPC.

Rincon, A. y Avila, D. (2016). Una aproximación desde la lógica de la educación al pensamiento computacional. *Sophia: Colección de filosofía de la educación* , 161-176.

Rivas Navarro, M. (2008). *Procesos Cognitivos y el Aprendizaje Significativo.* Madrid: Subdirección General de Inspección Educativa de la Viceconsejería de Organización Educativa de la Comunidad de Madrid.

Ryu, H., & You, Y.-Y. (2018). The Fourth Industrial Revolution Core Technology Association Analysis Using Text Mining. *Journal of Digital Convergence, 18*(8), 129-136.

Robles, J. (2009). *Ciudadanía Digital. Una introducción a un nuevo concepto de ciudadano.* Barcelona: Editorial UOC.

Robles, M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communication Quarterly , 75* (4), 453-465.

Rodriguez, J. (2003). *Introducción a la programación. Teoría y Práctica.* Alicante: Editorial Club Universitario.

Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, A., y otros. (2016). Towards an operator 4.0 typology: A human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies . *Proceedings* , 1-11.

Rosales, J., Caparros, B., Molina, I. y Alonso, S. (2013). *Habilidades Sociales.* Madrid: McGraw Hill.

Rose, G. (2016). The Fourth Industrial Revolution: A Davos reader. New York: Council on Foreign Relations.

Rozo, S. y Abaunza, M. (2010). Liderazgo transaccional y transformacional. *Avances en Enfermería , 28* (2), 62-72.

Rubio, J. (2006). Desarrollo económico y educación. Indicios históricos en las dos primeras revoluciones industriales . *Educación XXI* , 35-55.

Rué, J. (2010). *El aprendizaje autónomo en educación superior.* Madrid: Narce S.A.

Rule, J. (1990). *Clase obrera e industrialización . Historia social de la revolución industrial Británica, 1750-1850.* Barcelona: Editorial Crítica.

Sae-Lim, P. y Jermsittiparsert, K. (2019). Is the Fourth Industrial Revolution a Panacea? Risks toward the Fourth Industrial Revolution: Evidence in the Thai Economy. *International Journal of Innovation, Creativity and Change , 5* (2), 732-752.

Saenz, A. (2017). *Muestreo y selección de fuentes de información* . Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.

Salgado, R. (2019). *Vehículos Autónomos ¿Un vehículo que se conduce solo?* Recuperado el 9 de Abril de 2020, de sabermas.umich.mx: https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/196-numero-2462/381-vehiculos-autonomos-iun-vehiculo-que-se-conduce-solo.html

Sampieri, R. H., Collado, C. F. y Lucio, M. B. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.

Sanchez Guzman, D. (2019). Industria y educación 4.0 en México, un estudio exploratorio. En V. Menéndez Domínguez, M. Campos Soberanis, A. Zapata Gonzalez, D. Sanchez Guzman, B. Sanchez Alba, S. Escobedo Orihuela, y otros, *Implicaciones de la industria 4.0 en la educación superior* (págs. 39-66). México: Innovación Educativa.

Sanchez, F. (1997). Pobreza y mendicidad en el mundo contemporáneo. *Revista de Extremadura* , 34-57.

Sandelowski, M. (1993). Rigor or rigor mortis: The problem of rigor in qualitative research revisted. *Advances in Nursing Sciences* , 1-8.

Santamaría-Puerto, G. y Hernández-Rincón, E. (2015). Aplicaciones Médicas Móviles: definiciones, beneficios y riesgos. *Revista Científica Salud Uninorte , 3* (3), 599-607.

Sasson, A. (1984). *Las biotecnologías: desafíos y promesas.* París: UNESCO.

Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution.* Geneva: Currency.

Schiro, M. (2008). *Curriculum Theory. Conflicting visions and eduring concerns.* Los Angeles: Sage publications.

Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa.* México: Pearson.

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution.* New York: World Economic Forum.

Scriven, M. (1967). The Methodology of Evaluation. En R. Tyler, R. Gagne y M. Scriven, *Perspectives of curriculum evaluation* (págs. 39-83). Chigago: Rand McNally & Company.

Secretaría de Educación de Cundinamarca. (2021). *Matrícula por Grados 03052021.* Bogotá: Secretaría de Educación de Cundinamarca.

Secretaría de Movilidad de Bogotá. (2 de Octubre de 2019). *La movilidad también está en tus manos: cada 5,6 minutos ocurre un accidente*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de bogota.gov.co: https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/analisis-de-accidentes-viales-en-bogota-en-2019

Serena, P. y Correira, A. (2003). Nanotecnología: el motor de la próxima revolución tecnológica. *Apuntes de Ciencia y Tecnología* , 32-42.

Servicio de innovacion educativa. (2008). *Aprendizaje Basado en Problemas.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Shuell, T. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research* , 411-436.

Silberschatz, A., Korth, H. y Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de las Bases de Datos.* Madrid: McGraw Hill.

Simon, H. (1996). *The Sciences of the Artificial.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.

Skiena, S. (2012). *The algorithm design manual.* New York: Spring.

Skjong, R. y Wentworth, B. (2000). Expert Judgment and Risk Perception. *Det Norske Veritas* , 1-8.

Slyozko, T. y Zahorodnya, N. (2017). *The Fourth Industrial Revolution: The Present and Future of Accounting and the Accounting Profession.* China: Science and Research Institute of Social and Economic Development.

SoftwareLab. (2020). *¿Qué es un sitio web y una página web?* Recuperado el 24 de Abril de 2020, de softwarelab.org: https://softwarelab.org/es/sitio-web/

Sook Young, C. (2018). A Study on the Digital Competency for the Fourth Industrial Revolution. *Revista de la Sociedad de Educación Informática de Corea , 21* (5), 25-35.

Soria, E., Martin, J. y Gomez, L. (2004). *Teoría de circuitos.* Madrid: McGraw Hill.

Spirovska, E. (2015). Integrating soft skills in higher education and the EFL classroom: Knowledge beyond language learning. *SEEU Review* , 91-108.

Stoppa, M. y Chiolerio, A. (2014). Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review. *Sensors* , 11957-11992.

Stout, M., Bartels, J., Koen, P. R. y Love, M. (2019). From austerity to abundance? Clarifying Collaborative Dynamics in Governance Networks. *Critical Perspectives on International Public Sector Management , 6*, 91-15.

Stringer, E. (1999). *Action research.* California: Sage Publications.

Subir, K. (2008). *Introducción a la Robótica.* México: McGraw Hill Education.

Suganya, G. (2017). A Study on Challenges before Higher Education in the Emerging Fourth Industrial Revolution. *IJETSR - International Journal of Engineering Technology Science and Research , 4* (10), 1-3.

Suppes, P. (1974). The place of theory in educational research. *Educational Researcher* , 3-10.

Tamayo Y Tamaño, M. (1998). El proyecto de investigación. Bogotá: ICFES.

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica.* México: Limusa.

Taniguchi, N. (1974). *On the Basic Concept of Nanotechnology.* Tokio: Actas de la Internacional Conference on Production.

Tapscott, D. y Tapscott, A. (2017). *La Revolución Blockchain.* Barcelona: Grupo Planeta.

Torrent, J. (2002). De la nueva economía a la economía del conocimiento. Hacia la tercera revolución industrial. *Revista de economía mundial* (7), 39-68.

Torres, L. (2012). *Introducción a la robótica.* México: Grupo editorial Exodo.

Trumble, W. y Stevenson, A. (2002). *The Shorter Oxford Dictionary (fifth ed.).* Oxford: Oxford University Press.

UNESCO. (2005). *Capacity Building of Teacher Training Institutions in Sub-Saharan Africa.* París: UNESCO.

UNESCO. (2005). Competency Framework. París: UNESCO.

UNESCO. (2013). *Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015.* Santiago: UNESCO.

Universia. (7 de Abril de 2014). *Ya existen más de 80.000 aplicaciones educativas*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de noticias.universia.es: https://noticias.universia.es/ciencia-nn-tt/noticia/2014/04/07/1093782/ya-existen-mas-80-000-aplicaciones-educativas.html

Urcuqui, C., Garcia, M., Osorio, J. y Navarro, A. (2018). *Ciberseguridad. Un enfoque desde la ciencia de datos.* Cali: Universidad Icesi.

Van de Ven, A. (1986). Central Problems in the Managment of the Innovation. *Management Science , 32* (5), 590-607.

Vara, J., Lopez, M., Graanada, D., Irrazabal, E., Jimenez, J. y Verde, J. (2014). *Desarrollo web en entorno cliente.* Madrid: Ra-Ma S.A.

Velasquez Romero, V., Martinez Guzman, A. y Diaz de Leon Flores, I. (2018). Impacto de la industria 4.0 en las pymes de coacalco, estado de México. *Revista Ciencia Administrativa , 5*, 211-222.

Vera - Rojas, M., Illiachi, J. y Ponce, G. (2017). Fundamento teórico de las bases epistemológicas de la Pedagogía: Análisis crítico. *Boletín Virtual* , 38-52.

Vilches, N. (2004). Una revisión y actualización del concepto de Currículo. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales , 6* (2), 194-208.

Villa Sanchez, A. y Poblete Ruiz, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias: Una pro- puesta para la evaluación de las competencias ge- néricas.* Bilbao: Mensajero.

Villarino, J. (2018). *La privacidad en el entorno del cloud computing.* Madrid: Editorial REUS.

Villavicencio, L. (2004). *El aprendizaje autónomo en la educación a distancia.* Lima: Primer Congreso Latinoamericano de Educación a Distancia.

Vygostky, L. (1987). *Mind and Society.* Cambridge: Harvard University Press.

W3C. (2016). *HTML & CSS*. Recuperado el 4 de Abril de 2020, de w3.org: https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss

W3C. (2016). *JavaScripts Web APIS*. Recuperado el 4 de Abril de 2020, de w3.org: https://www.w3.org/standards/webdesign/script.html

Waters, G. (1998). Critical Evaluation for Education Reform. *Education Policy Analysis Archives , 6* (20), 1-38.

Waymo. (2020). *Let's Talk Self-DrivingLet's Talk Self-Driving About Self-Driving Safety Blog Who We Are*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de letstalkselfdriving.com: https://www.letstalkselfdriving.com/about-self-driving.html

Whetten, D. y Cameron, K. (2005). *Desarrollo de Habilidades Directivas.* México: Pearson.

Wilkesmann, M. y Wilkesmann, U. (2017). Industry 4.0 – organizing routines or innovations? *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems , 8* (2), 238-254.

Williamson, B. (2018). *Big data en la educación. El futuro digital del aprendizaje, la política y la práctica.* Madrid: Ediciones Morata S.L.

Wilson, P. y Teverovsky, J. (2012). New product development for e-textiles: experiences from the forefront of a new industry. *Woodhead Publishing Series in Textiles* , 156-174.

World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report 2018.* Geneva - Suiza: World Economic Forum.

Yinghui, H. y Guanyu, L. (2010). *Descriptive Models for Internet of Things.* Dalian - China: IEEE International Conference on Intelligent Control and Information Processing.

Zambrano Garza, M., Habib Mireles, L. y Alfaro Cázares, N. G. (2019). *Educación superior en el contexto de la industria 4.0* . Acapulco: XV Congreso Nacional de Investigación educativa.

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED. Revista de Educación a Distancia* (46), 1-47.

Zarzar, C. (2015). *Métodos y pensamiento crítico.* México: Grupo editorial patria.

Zimmermann, Y. (2002). *Del diseño.* Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.

Zornoza, A., Ripoll, P., Orengo, V. y Gonzalez-Navarro, P. (2008). Los procesos de influencia social en entornos virtuales y su incidencia sobre la eficacia grupal. *Revista Latinoamericana de Psicología , 40* (2), 213-227.

Zuluaga, O., Echeverry, A., Martinez, A., Quiceno , H., Saenz, J. y Alvarez, A. (2011). *Pedagogía y Epistemología.* Bogotá: Magisterio.

RED-UMECIT

Apéndice A. Instrumentos de Recolección de Información Entrevistas

Para la aplicación de las entrevistas, se emplearon formularios de Google; los siguientes enlaces permiten ver las entrevistas completas.

- Entrevista a Directivos

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdmAUxqpManRCb5r7ZHJWZqWgVxoL2dlUxSQicj-2gW4FJo2Q/viewform?usp=sf_link

- Entrevista a docentes de Tecnología e Informática

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSemiCdibRvhaT_6f5O7aPYf-5qjZyXethas78CWiCHQEYhz7Q/viewform?usp=sf_link

- Entrevista a docentes de Ética y Valores

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdKKXjjCNMXYxRt-psAY-hJt0yDjitUvLukrJJyWG1DKQGw3A/viewform?usp=sf_link

- Entrevista a docentes de otras áreas

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdvR8l2MJe_yNDj8v7cbwzvgrD4vKnsdrgY66N7gc9bhu9vtQ/viewform?usp=sf_link

- Entrevista a Padres de Familia

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf2jZGfWvcz-iiuRnrR9l3s_hj-AAhaLq1059eryBz7K-hnPg/viewform?usp=sf_link

- Entrevista a Estudiantes

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSezVYheek6b6vWB1satQLpZSEFj69yrZCbH8FlKWVRxAixeYQ/viewform?usp=sf_link

- Entrevista a Expertos

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfwYucvFY9FURCce2rbfTzY4nhgJeb6IsBybhq2p9x9rn8--w/viewform?usp=sf_link

REPOSITORIO

Apéndice B. Instrumentos para la Revisión Documental

Los instruementos validados y empleados para la revisión documental de Proyecto Educativo Institucional, Plan de Estudios y Estándares de competencias, están disponibles en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1NXdAOUpA_HYZUNnt0K5bMUghcEAu-8Ft?usp=sharing

Apéndice C. Transcripción de Entrevistas e Instrumentos de Revisión Documental

Todas las transcripciones de las entrevistas aplicadas y de la revisiones documentales efectuadas por cada una de las instituciones, pueden verse en el siguiente enlace:
https://drive.google.com/drive/folders/1nmKW7I0VOHcCJdEoZJDu4KCNqpvc0LJM?usp=sharing

Apéndice D. Validación de Instrumentos por Juicio de Expertos

Las validaciones para cada instrumento emitidas por los expertos, se pueden ver completas en el siguiente enlace:
https://drive.google.com/drive/folders/1li4ZLY_aOuH-OjR1xzC6J59TqLerOqsl?usp=sharing

REPOSITORIO

Una propuesta para los estándares de competencias de Tecnología e Informática en el ciclo de Educación Media

Ser competente para la 4RI: Una necesidad para el desarrollo del país.

Alejandra Fonseca
Candidata a Doctorado en Educación
2021

RED-UMET

Contenido

1. Antecedentes 3
2. Fundamentación Teórica 5
3. Estructura del Estándar 15
4. Estándares de competencias para el ciclo de Educación Media 17
5. Recomendaciones para la implementación de esta propuesta 19

RED-UNETICT

1. Antecedentes

La cuarta revolución industrial o 4RI, es un fenómeno que tiene su origen en tres revoluciones industriales previas; la primera revolución industrial(1784) impulsó la producción mecánica con la invención de la máquina de vapor; la segunda (1870) hizo posible la producción en masa con el advenimiento de la electricidad y la tercera(1969) desarrolló la era informática con la aparición del computador, lo cual permitió programar máquinas y redes, favoreciendo la automatización (Schwab, 2016).

La primera revolución industrial suele situarse en el siglo XVIII, entre las décadas de 1750 y 1780, con origen en Inglaterra; aunque se trató de un enorme cambio en las formas de producción, sus consecuencias se hicieron visibles en muchos aspectos de la sociedad de estos tiempos, no solo en su lugar de origen, sino a nivel global en la medida en que fue incorporándose en la economía de cada país, tardando un poco más en llegar a los países en vías de desarrollo (Chaves, 2004).

Las cuatro revoluciones industriales. Fuente: Elaboración propia con base en Chaves (2004), Arias (2012), Castells (2001) y Brunner (2001).

La segunda revolución industrial se inicia en los Estados Unidos entre 1870 y 1914, siendo su logro desencadenante la invención de la electricidad, que hizo posible la masificación de la energía, no solo para la industria, sino también para los hogares (Arias, 2012).

La tercera revolución industrial, también conocida como la era del conocimiento o la era de la información, se ubica en la última mitad del siglo XX y tiene como eje central las tecnologías de la información y de la comunicación

TIC, que permiten la generación de conocimiento, el procesamiento de información y las comunicaciones (Castells, 2001).

En cuanto a lo educativo, además de la masificación de la educación, la tercera revolución industrial supuso una transición hacia la sociedad de la información, donde las redes de comunicaciones y las aplicaciones multimedia interactivas generaron una transformación con una marcada convergencia a la internet, la innovación, una mayor flexibilidad en los sistemas escolares y un direccionamiento hacia los mercados laborales, desde luego esto en mayor proporción en los países desarrollados (Brunner, 2001).

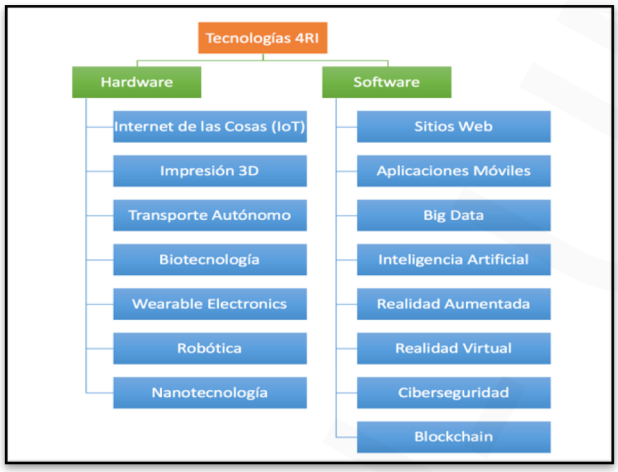
Las tres revoluciones industriales antes descritas, han dado origen a una cuarta revolución que se encuentra en desarrollo, en donde se han integrado tecnologías presentes en la tercera revolución y se ha logrado un mayor desarrollo y aplicación a las mismas, para usarlas con fines sanitarios o productivos.

RED-UNETE

2. Fundamentación Teórica

La Real Academia de la Lengua Española (2019) define tecnología como un conjunto de teorías y de técnicas que permiten darle un aprovechamiento práctico a un saber científico. Lo anterior supone que las tecnologías resuelven problemas del mundo real mediante el diseño de elementos que usan conocimientos científicos; éstas buscan satisfacer necesidades humanas o hacer más fácil la subsistencia; por ello se emplean en todos los ámbitos y su desarrollo puede ser desde algo sumamente sencillo hasta algo complejo con un nivel mayor de especialización.

En esta propuesta, se hace referencia a las tecnologías que predominan en la cuarta revolución industrial; con base en la revisión de investigaciones previas en torno a las tecnologías que tendrán su mayor auge durante la 4RI se estableció un listado de las tecnologías que se prevé estarán presentes durante la cuarta revolución industrial; estas se muestran en la gráfica. A continuación se hará una breve descripción de cada una de estas tecnologías.



Tecnologías de cuarta revolución industrial. Fuente: Elaboración propia a partir de Liao, Rocha Loures, Deschamps, Brezinski y Venâncio, (2018); Chung y Kim (2016); Alonso - Calpeño, Santander - Castillo, Ramírez – Chocolatl y Alanis - Teutle (2019); C Glenn, Florescu y Millenium Project Team (2016); González García (2018); Mantilla Avendaño y González - Pérez (2015).

- **Sitios Web:** La información que se encuentra disponible en internet suele mostrarse a través de sitios web; un sitio web o portal web es un conjunto de páginas web interrelacionadas que se encuentra alojadas en un domino. Una página web es una fuente de información que se ha elaborado como mínimo en lenguaje HTML y que se ha adaptado para la World Wide Web para que pueda ser visualizada a través de un navegador; se compone de diversos archivos como imágenes, videos y sus archivos de código fuente (Equipo Vortice, 2010).

- **Aplicaciones Móviles:** Las aplicaciones móviles o apps son desarrollos de software que funcionan en teléfonos móviles y que se han creado con un fin concreto (Santamaría-Puerto y Hernández-Rincón, 2015). Son muchas las categorías de apps que se pueden encontrar así como también sus propósitos son variados; algunas de las apps son de pago, es decir, el usuario paga un valor en dinero cuando se descargan; mientras que otras se instalan gratuitamente aunque muestran publicidad; otras tienen propósitos no económicos como las de entidades gubernamentales.
- **Cloud Computing:** Celaya (2014) define el cloud computing o simplemente cloud, como un conjunto de aplicaciones y servicios informáticos cuya principal característica es que se alojan en internet; el usuario puede acceder a ellos de manera instantánea en cualquier momento y lugar.
- **Big data:** Según Castillo (2018) el big data son conjuntos de datos de tamaño mounstruoso que presentan tres características: gran volumen, variedad y se producen a gran velocidad; esto hace que sobrepasen la capacidad del software para capturarlos, gestionarlos y procesarlos, pero que a su vez brindan datos útiles para las empresas.
- **Inteligencia Artificial (IA):** La inteligencia artificial es definida por su pionero Marvin Minsky (2010) como una ciencia que permite que las máquinas realicen tareas que requieran inteligencia tal como las haría un humano.
- **Realidad Aumentada:** Prendes (2015) define la realidad aumentada como "una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla, imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador"(p. 188). La realidad aumentada (RA) combina la realidad física con elementos virtuales en tiempo real, esta combinación suele denominarse realidad mixta (Moreno, Roman, Bernal y Lopez, 2017).
- **Realidad Virtual:** Lanier (1980), uno de los pioneros de esta disciplina, define la realidad virtual como la capacidad de simular mediante el computador situaciones que ocurren en los ámbitos físicos, biológicos, sociales, recreativos, entre otros utilizando fenómenos y procesos perceptivos.
- **Ciberseguridad:** Navarro, Martínez y Martínez (2018), definen la ciberseguridad como la protección de la infraestructura informática o la información que contiene,

aplicando protocolos, métodos y reglas para minimizar los riesgos a los que pueda estar sometida.

- **Blockchain**: La cadena de bloques es un protocolo de sistema de pago electrónico entre iguales (peer to peer o P2P), que usa criptomonedas (monedas digitales que no son contraladas por los estados), siendo la más popular de ellas Bitcoin; el protocolo establece normas de computación distribuida que garantiza la integridad de la información; la fiabilidad del sistema la logra mediante el registro de los bloques en secuencia (llamados blockchain o cadena de bloques), en la Blockchain miles de usuarios tienen acceso al registro de cada bloque, lo que permite contrastar su validez y evita centralizar la información para no hacerla susceptible a ciberataques. La blockchain es pública y se protege mediante encriptación (Tapscott y Tapscott, 2017).
- **Internet de las Cosas (IoT):** El internet de las cosas conocido como IoT por su sigla en inglés (Internet of Things) es una tecnología de 4RI en la que se busca conectar máquinas, equipos, software y cosas del entorno a la internet mediante la asignación de una dirección de protocolo de internet única denominada IP, que permite efectuar la conexión sin la intervención humana (Yinghui y Guanyu, 2010).
- **Impresión 3D:** La impresión en 3D es un sistema tecnológico que permite imprimir un diseño 3D; este proceso suele hacerse mediante el uso de impresoras 3D; "Una impresora 3D es una máquina que crea objetos de plástico u otros materiales utilizando un proceso de fabricación de aditivos. La fabricación aditiva produce objetos en una sucesión de capas de la parte inferior, hacia arriba" (Hiemenz y Stratasys, 2011).
- **Transporte Autónomo:** Transportar significa llevar una persona, animal o cosa desde un lugar hasta otro utilizando un medio de transporte; para el caso, ese medio de transporte no requiere de la operación por parte de un humano para cumplir su objetivo; esta tecnología se encuentra en desarrollo en la producción automotriz de vehículos autónomos. Según Salgado (2019), un vehículo autónomo es un automóvil capaz de imitar las capacidades humanas de manejo y control.
- **Biotecnología:** ProArgentina (2005), define la biotecnología como la aplicación de ciencia e ingeniería en el uso de organismos vivos o parte de ellos, en sus formas naturales

o modificadas, para la producción de bienes y servicios o para la mejora de procesos industriales.

- **Wereable Electronics:** Los wearable electronics o tecnología vestible, hace referencia a prendas que se elaboran con textiles inteligentes más conocidos como e-textiles; Stoppa y Chiolerio (2014) los definen como "telas que cuentan con dispositivos electrónicos e interconexiones tejidas en ellos, presentando flexibilidad física y tamaño típico que no se puede lograr con otras técnicas de fabricación electrónica existentes" (p.11957).

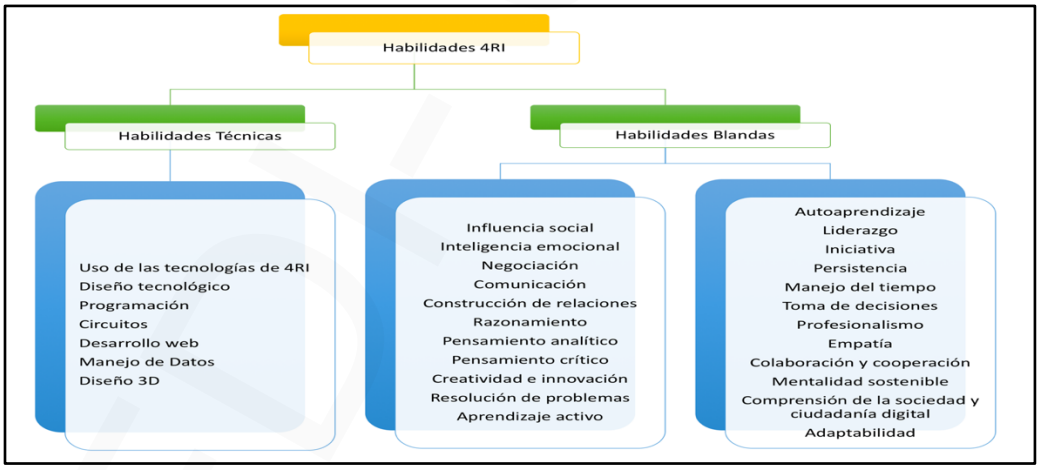
Tecnologías 4RI.Fuente: Elaboración propia a partir de Equipo Vórtice (2010), Santamaría-Puerto y Hernández-Rincón (2015), Celaya (2014), Castillo (2018), Minsky (2010), Prendes (2015, Moreno, Román, Bernal y López (2017), Lanier (1980), Navarro, Martínez y Martínez (2018), Tapscott y Tapscott (2017), Yinghui y Guanyu (2010), Hiemenz y Stratasys (2011), Salgado (2019), ProArgentina (2005), Stoppa y Chiolerio (2014) y Subir (2008), Taniguchi (1974).

- **Robótica:** Subir (2008) define el término robot como un dispositivo multifuncional programable capaz de realizar diversas tareas; los robots pueden ser industriales (diseñados para mover piezas, herramientas o dispositivos), no industriales (que realizan tareas de servicio) y para usos especiales (que son los que actúan en ambientes distintos de la industria).

- **Nanotecnología:** La nanotecnología se refiere a desarrollos tecnológicos con tamaño muy pequeño a nivel de la nanoescala; es decir tamaños cercanos al 0,000000001 metros. Taniguchi (1974) la define como un conjunto de técnicas que permiten fabricar dispositivos tecnológicos con una precisión del orden de 1 nanómetro.

Como se observa, la mayor parte de las tecnologías de 4RI, ya están presentes en la cotidianidad de las personas, sin embargo, la interacción que se da con ellas, es principalmente a nivel de usuario; por ello, el sistema educativo, pretende mediante el estándar que aquí se propone, poner a los estudiantes del lado de quienes producen la tecnología, de modo que contribuyan al desarrollo del país.

La masificación de estas tecnologías, demandarán una serie de habilidades, que se han denominado habilidades de 4RI; las investigaciones previas en relación a las nuevas exigencias del ámbito laboral, la desaparición de profesiones u oficios a causa de la automatización y las nuevas habilidades requeridas en los trabajadores a causa de la cuarta revolución industrial, ha permitido determinar cuáles son las habilidades de cuarta revolución industrial que tendrán mayor demanda; estas habilidades se muestran en la gráfica.



Clasificación de las habilidades 4RI.Fuente: Elaboración propia a partir de Crovi Druetta (2017); Miglena (2018); Oosthuizen (2017); World Economic Forum (2018); Eberhard, y otros (2017); Lubis, Absah, y Lumbanraja (2019); Manyika y otros (2017); Manpower Group (2018); Romero y otros (2016); Frey y Osborne (2013); Dombrowski y Wagner (2014); Ghislieri, Molino y G. Cortese (2018); Sook Young (2018); Kurniawan y otros (2019); Pérez Betancur (2016).

Las habilidades técnicas están relacionadas con el uso y conocimiento de tecnologías 4.0, que se mencionaron anteriormente; las habilidades blandas, tienen que ver con las

actitudes del individuo frente a los problemas y situaciones cotidianas, así como su capacidad de enfrentarse a ellos con éxito.

Habilidades Técnicas

- **Uso de las tecnologías 4RI:** La necesidad de interactuar con esas tecnologías, define como primera habilidad fundamental la capacidad de operar las tecnologías 4.0; algunas de ellas ya se encuentran al alcance de todos como las plataformas digitales, la realidad virtual o aumentada, los dispositivos con internet (IoT), robots medianamente especializados como los cajeros electrónicos, los puntos electrónicos de pago entre otros, o el bitcoin que es una primera versión del sistema blockchain; otras se encuentran en desarrollo como la inteligencia artificial, el transporte autónomo, los tecnológicos vestibles, la impresión en 3D entre otros. Según Cegarra (2012) "Cada tecnología tiene un lenguaje propio, exclusivo y técnico, de forma que los elementos que la componen queden perfectamente definidos, de acuerdo con el léxico adoptado para la tecnología específica"(p.19). Lo anterior significa que la comprensión de una tecnología lleva implícitos una serie de elementos teóricos asociados a dicha tecnología; por ello para entender aspectos, como su finalidad, las formas de uso y/o aplicaciones, es necesario hacer un acercamiento teórico a cada tecnología.
- **Diseño Tecnológico:** Para Simon (1996), el diseño tecnológico tiene por finalidad construir artefactos materiales que tienen la intención de cambiar situaciones existentes que pueden ser problemáticas a otras que son preferibles; mediante el uso de herramientas de tipo teórico, que permitan establecer estrategias para resolver un problema; el diseño de un artefacto, sigue un proceso de detección, elección, sintetización y decisión.
- **Desarrollo Web:** Es el diseño y construcción de sitios o aplicaciones web; incluye el diseño de componentes Front End (la parte que ven los usuarios) y Back End que es software encargado de acceder a los datos y ejecutar las operaciones que ha ordenado el usuario; esta habilidad requiere conocimientos en programación.
- **Programación:** Juganaru (2014) establece que las computadoras siempre ejecutan órdenes en un formato inteligible; cuando estas órdenes de agrupan, se habla de un programa; los programas tienen dos versiones: una en lenguaje de máquina conocido como

ejecutable y otra en una versión que es comprensible para el usuario; cuando el usuario quiere desarrollar un programa (es decir programar), elige un software que le permita la escritura del programa o compilador y sigue las reglas de un lenguaje de programación; de modo que programar es crear un conjunto de instrucciones que puedan ser entendidas y ejecutadas por la máquina.

- **Análisis de Datos:** En esta habilidad están agrupados el diseño, creación y gestión de bases de datos, así como el análisis de big data; éste permite hacer predicciones mediante la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje autónomo también conocido como aprendizaje de máquinas; que permiten calcular la probabilidad de que determinado evento ocurra, de este modo, con base en el historial de navegación, la máquina puede sugerir libros para comprar o corregir la escritura (Mayer - Schonberger y Cukier, 2013).

Habilidades Técnicas de 4RI. Fuente: Elaboración propia a partir de Cegarra (2012), Simon (1996), Juganaru (2014), Mayer - Schonberger y Cukier (2013) y Montoya et ál. (2007).

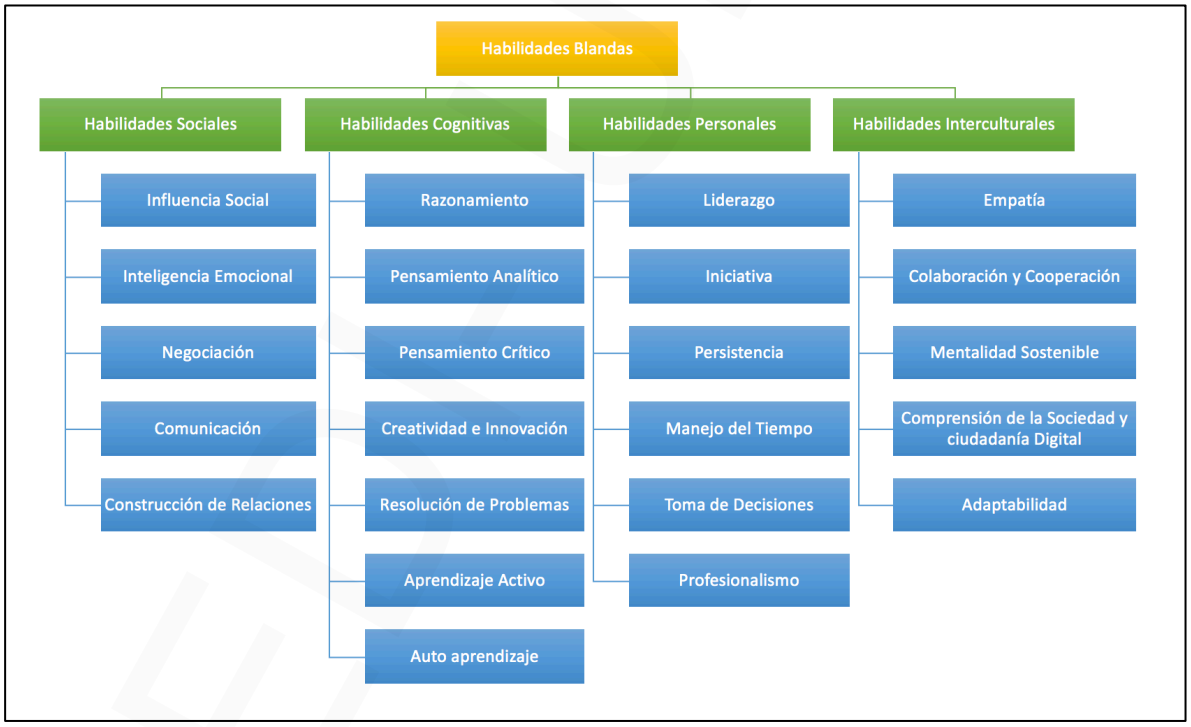
- **Circuitos:** Esta habilidad incluye el conocimiento, diseño y construcción de circuitos; "un circuito eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos, tales como resistencias, inductancias, condensadores y fuentes, o electrónicos conectados entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas" (Montoya, et al., 2007, p. 6). Como lo mencionan los autores,

existen dos tipos de circuitos; el circuito eléctrico y el circuito electrónico; los primeros tienen como propósito transformar la energía en luz, calor, etc.; mientras que los electrónicos se emplean para transportar información.

- **Diseño 3D:** Otra fase importante en la construcción de dispositivos tecnológicos tiene que ver con la representación del diseño que se tiene en mente; hace algún tiempo se empleaba el dibujo técnico y la construcción de maquetas para representar en tres dimensiones el objeto que se deseaba construir; en la actualidad, se usa el diseño asistido por computadora (CAD) y para ello como herramienta clave el diseño en 3 dimensiones (3D).

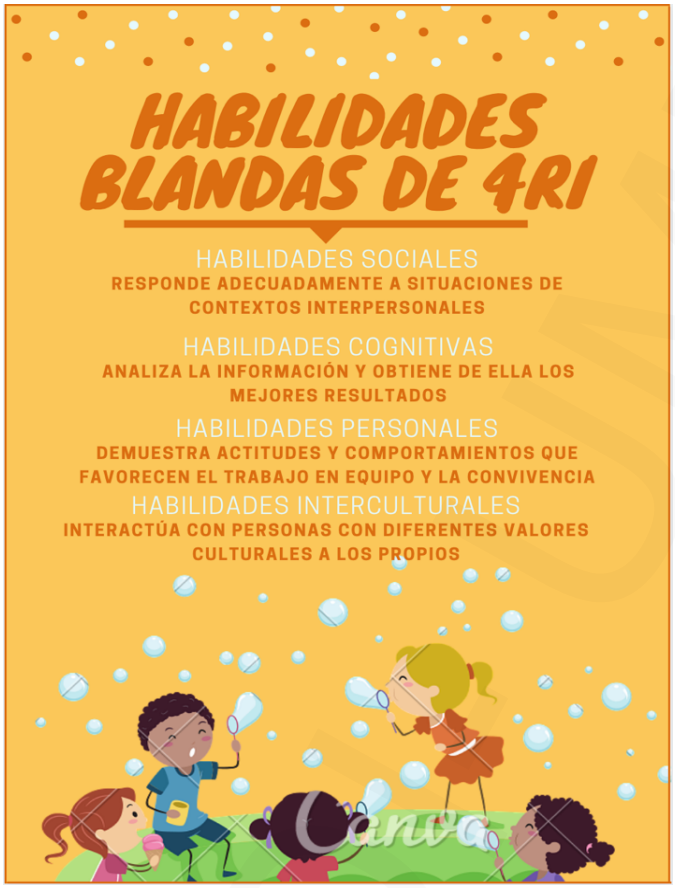
Habilidades Blandas

Según su naturaleza, las habilidades blandas de 4RI se agrupan en cuatro categorías como se muestra en la gráfica:



Clasificación de las habilidades blandas. Fuente: Elaboración propia a partir de Miglena (2018); Oosthuizen (2017);World Economic Forum (2018); Eberhard y otros (2017); Lubis, Absah y Lumbanraja (2019); Manpower Group (2018); Frey y Osborne (2013); Dombrowski y Wagner (2014); Sook Young (2018); Kurniawan y otros (2019); Pérez Betancur (2016).

- **Habilidades sociales:** Para Rosales et al.(2013), las habilidades sociales son conductas adquiridas a través del aprendizaje que tienen componentes motores, emocionales, afectivos, cognitivos y comunicativos que permiten dar respuestas específicas a situaciones concretas en contextos interpersonales; en esta categoría se encuentran las habilidades de influencia social, inteligencia emocional, negociación, comunicación y construcción de relaciones; el desarrollo de las habilidades sociales tiene beneficios en todos los aspectos de la vida humana y permite generar bienestar a nivel personal y social.



Habilidades blandas 4RI. Fuente: Elaboración propia a partir de Rosales et ál.(2013), Gatti (2005), Whetten y Cameron (2005) y . Villa Sánchez y Poblete Ruiz (2007).

- **Habilidades Cognitivas:** En esta categoría se han agrupado aquellas habilidades relacionadas con la capacidad del individuo para procesar la información y obtener a partir de ella los mejores resultados posibles. Gatti (2005) define las habilidades cognitivas como una estructura mental que le permite al individuo diferenciar entre objetos, actos o estímulos, identificar y clasificar conceptos formular o construir problemas, aplicar reglas y resolver problemas; permiten la estructuración de procesos mentales cada vez más complejos que capacitan al individuo para interactuar con su entorno. Las habilidades cognitivas son razonamiento, pensamiento analítico, pensamiento crítico, creatividad e innovación, resolución de problemas, aprendizaje activo y autoaprendizaje.
- **Habilidades Personales:** Se han agrupado en esta categoría aquellas habilidades que definen como es el comportamiento de un individuo en los diferentes roles donde se

desempeña, tales como trabajo, hogar, estudio, etc. Whetten y Cameron (2005) definen las habilidades personales como "habilidades que se concentran en asuntos que quizás no impliquen a otras personas sino que se relacionen con la administración del propio yo" (p.17). Las habilidades personales definen características del individuo que junto con las demás habilidades favorecen aptitudes y comportamientos que facilitan el trabajo en equipo, el aprendizaje y la convivencia en grupos sociales; las habilidades de tipo personal son liderazgo, iniciativa, persistencia, manejo de tiempo, toma de decisiones y profesionalismo.

- **Habilidades Interculturales:** Las habilidades interculturales están relacionadas con la aptitud del individuo para interactuar con personas con valores culturales distintos a los propios. Villa Sanchez y Poblete Ruiz (2007) definen las habilidades interculturales como la capacidad de "comprender y aceptar la diversidad social y cultural como un componente enriquecedor personal y colectivo para desarrollar la convivencia entre las personas sin incurrir en discriminación por sexo, edad, religión, condición social, política y/o étnica"(p.215). El desarrollo de habilidades interculturales permiten que los individuos asimilen a personas procedentes de otros grupos culturales o inmigrantes, como sujetos en el mismo nivel de derechos y oportunidades, con los que se pueden realizar interacciones de calidad; en esta categoría se encuentran empatía, colaboración y cooperación, mentalidad sostenible, comprensión de la sociedad digital y la ciudadanía digital y adaptabilidad.

Los procesos investigativos que fundamentan la presente propuesta, muestran que el desarrollo de las habilidades blandas, se logra mediante la formación transversal de las mismas, desde todas y cada una de las áreas de aprendizaje; las habilidades técnicas, pueden formarse desde el área de Tecnología e Informática, con la contribución de las áreas de Ciencias Naturales y Educación Artística.

La presente propuesta, plantea los estándares de competencias que debería lograr el área de Tecnología e Informática en el ciclo de Educación Media, para formar estudiantes con habilidades de 4RI, que contribuyen al desarrollo del país.

3. Estructura del Estándar

La presente propuesta, utiliza la misma estructura planteada por el Ministerio de Educación Nacional (2008), en la Guía Número 30: Ser competente en tecnología: ¡Una necesidad para el desarrollo!, en donde se plantearon cuatro componentes y para cada componente se estableció una competencia con sus respectivos desempeños.

Los cuatro componentes planteados por el MEN (2008) son: Naturaleza y evolución de la tecnología, que hace referencia a los conceptos básicos en tecnología, sus relaciones con otras áreas del aprendizaje, así como su proceso de evolución histórica y cultural, reconociendo las características y funcionalidad de los dispositivos tecnológicos.

El segundo componente es Apropiación y uso de la tecnología, que busca formar habilidades para el uso adecuado de la tecnología, aumentando la productividad y facilitando la realización de tareas.

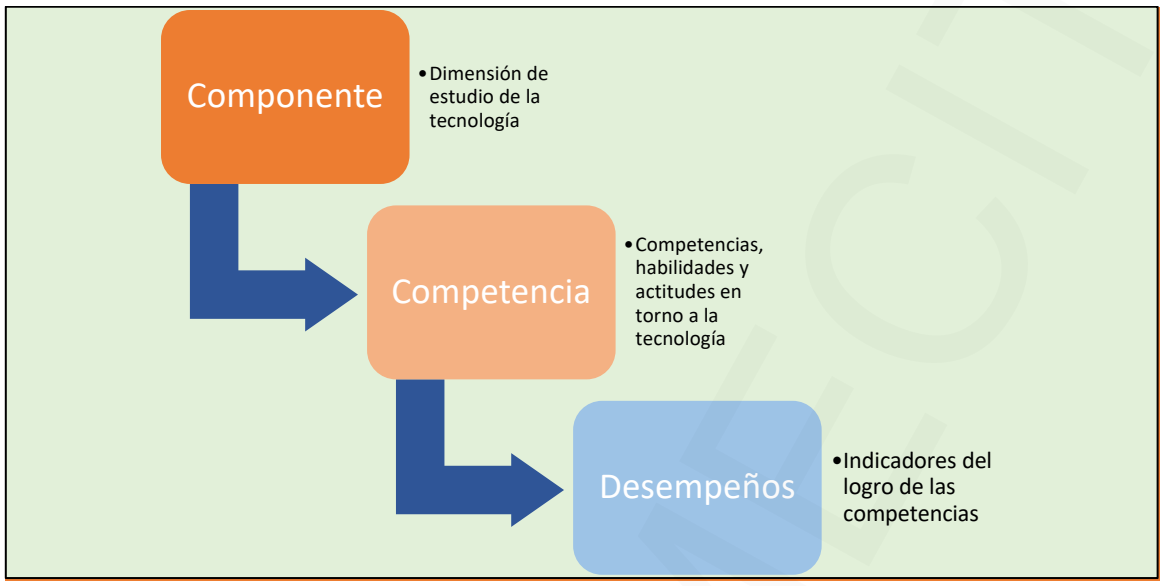
El tercer componente es Solución de problemas con tecnología, cuyo propósito es desarrollar habilidades para la selección y uso de las herramientas tecnológicas adecuadas en la solución de un problema.

El cuarto componente es Tecnología y sociedad, que busca desarrollar habilidades para el uso responsable de la tecnología, valorando las implicaciones, sociales, ambientales y culturales que conlleva el uso de determinado recurso tecnológico.

Cada componente plantea una competencia, que son los conocimientos, habilidades y actitudes que permiten el desempeño flexible, eficaz y con sentido, por parte del estudiante ante determinada tarea o situación.

Para cada una de las competencias se plantean varios desempeños, que son elementos indicadores de que el estudiante ha logrado una competencia, permitiendo evidenciar este logro como resultante de su proceso de aprendizaje.

La estructura de la presente propuesta, para los estándares de competencias, que conserva lo planeado por el MEN (2008) en la Guía 30 es la siguiente:



Como resultante, la estructura general de la propuesta, teniendo en cuenta los cuatro componentes establecidos por el MEN, es la siguiente:

Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Competencia 1	Competencia 2	Competencia 3	Competencia 3
• Desempeños para la Competencia 1	• Desempeños para la Competencia 2	• Desempeños para la Competencia 3	• Desempeños para la Competencia 4

Es importante recordar que los estándares de competencias aquí planteados, son para el ciclo educativo de Educación Media, es decir, va dirigido a los grados décimo y undécimo; las instituciones educativas tendrán la libertad de organizar sus planes de estudios, de modo que las competencias aquí propuestas, se alcancen en su totalidad al finalizar el grado undécimo.

4. Estándares de competencias para el ciclo de Educación Media

Naturaleza y evolución de la Tecnología	Apropiación y uso de la Tecnología
Conozco la utilidad, funcionalidad y estructura de las tecnologías de 4RI	Comprendo la arquitectura de las tecnologías de 4RI, su funcionamiento interno y la potencialidad que ofrecen.
• Comprendo la funcionalidad de las siguientes tecnologías, sus aplicaciones y su lógica de funcionamiento: - Transporte autónomo - Biotecnología - Electrónicos vestibles - Nanotecnología. • Interactúo con las siguientes tecnologías mediante simuladores, comprendo de su estructura y sus posibles aplicaciones: - Inteligencia artificial - Internet de las cosas - Realidad aumentada - Ciberseguridad - Blockchain - Big data - Robótica - Sitios web - Aplicaciones móviles - Diseño 3D.	• Identifico las tecnologías de base que permiten la construcción y puesta en marcha de dispositivos de 4RI y conozco su funcionamiento. • Represento gráficamente los sistemas internos de dispositivos de 4RI utilizando software para ese propósito (sistema eléctrico, sistema electrónico, sistema mecánico, sistema hidráulico, sistema neumático, software, etc.) • Identifico elementos de hardware y de software presentes en tecnologías 4RI, que podrían tener otras aplicaciones y doy ejemplos de su uso. • Propongo nuevos usos y aplicaciones para los elementos de hardware y de software presentes en dispositivos de 4RI.

Solución de problemas con tecnología	Tecnología y sociedad
Poseo habilidades técnicas de 4RI que me permiten resolver problemas mediante el desarrollo de nuevos productos tecnológicos.	Analizo y comprendo las implicaciones sociales, ambientales y culturales de las tecnologías 4RI, e intento minimizar el impacto negativo de estas tecnologías en mis diseños o generar productos que contribuyan a mejorar las implicaciones negativas.
• Propongo soluciones tecnológicas para problemas reales, evaluando la efectividad de las mismas mediante software simuladores. • Creo representaciones 3D de mis diseños tecnológicos. • Creo prototipos funcionales de mis diseños tecnológicos, utilizando las herramientas y materiales del aula taller de diseño. • Diseño y desarrollo programas de computadora en un lenguaje de programación determinado. • Diseño y construyo circuitos electrónicos y pequeños robots, utilizando las herramientas, materiales y software del aula taller de Robótica / Electrónica. • Diseño y construyo páginas web utilizando HTML y CSS • Diseño y construyo bases de datos y toda la plataforma backend de un sitio web. • Creo aplicaciones móviles sencillas utilizando un editor de Apps.	• Establezco el impacto negativo, ambiental, social o cultural que pudieran tener las tecnologías 4RI y propongo estrategias para minimizarlo. • Propongo soluciones tecnológicas que minimicen el efecto negativo a nivel ambiental, social o cultural que generan las diferentes actividades humanas. • Evalúo el impacto negativo, ambiental, social o cultural que pudieran tener los productos tecnológicos que diseño e intento reducirlo. • Creo diseños tecnológicos, programas, aplicaciones o sitios web que promuevan el uso responsable de la tecnología en mi comunidad. • Utilizo las tecnologías 4RI como un elemento que me permite contribuir al desarrollo del país.

5. Recomendaciones para la Implementación de esta Propuesta

La presente propuesta, además de la implementación de los estándares presentados en el numeral anterior, plantea la necesidad de llevar a cabo las siguientes recomendaciones, a fin de hacer realidad el logro de las competencias de 4RI, en los jóvenes que egresan del ciclo de educación media:

- Para el desarrollo de las competencias aquí propuestas, se requiere que las instituciones educativas cuenten con la siguiente infraestructura tecnológica básica: Conectividad a internet con ancho de banda suficiente para todos los estudiantes, Taller de diseño tecnológico, dotado con herramientas y un software de diseño, equipos de cómputo de última generación, taller de electrónica/robótica, dotado con materiales, herramientas y un software para simular y/o programar circuitos, Software para edición web, programación, gestión de bases de datos y diseño 3D.
- Se recomienda incluir en los estándares de competencias del área de Ciencias Naturales, las siguientes competencias:

  - Poseo habilidades técnicas de 4RI que me permiten resolver problemas mediante el desarrollo de nuevos productos tecnológicos

  - Analizo y comprendo las implicaciones sociales, ambientales y culturales de las tecnologías 4RI, e intento minimizar el impacto negativo de estas tecnologías en mis diseños o generar productos que contribuyan a mejorar las implicaciones negativas.

  Del mismo modo a fin de lograr esas competencias, se recomienda incluir los siguientes desempeños para la primera competencia sugerida:

  - Creo prototipos funcionales de mis diseños tecnológicos, utilizando las herramientas y materiales del aula taller de diseño.

- Diseño y construyo circuitos electrónicos y pequeños robots, utilizando las herramientas, materiales y software del aula taller de Robótica / Electrónica.
- Propongo soluciones tecnológicas que minimicen el efecto negativo a nivel ambiental, social o cultural que generan las diferentes actividades humanas.

Se recomienda incluir los siguientes desempeños para la segunda competencia sugerida:

- Evalúo el impacto negativo, ambiental, social o cultural que pudieran tener los productos tecnológicos que diseño e intento reducirlo.
- Creo diseños tecnológicos, programas, aplicaciones o sitios web que promuevan el uso responsable de la tecnología en mi comunidad.
- Utilizo las tecnologías 4RI como un elemento que me permite contribuir al desarrollo del país.

El objetivo es transversalizar estas competencias, que por su naturaleza son compatibles con el área de Ciencias Naturales, en específico con la asignatura de Física.

- Del mismo modo, se recomienda que en los lineamientos del área de Educación Artística se incluyan la siguiente competencia:

  Poseo habilidades técnicas de 4RI que me permiten resolver problemas mediante el desarrollo de nuevos productos tecnológicos.

  Para lograr esa competencia, se recomienda incluir los siguientes desempeños a lograr transversalmente entre Tecnología y Educación Artística:

  - Creo representaciones 3D de mis diseños tecnológicos.
  - Diseño y construyo páginas web utilizando HTML y CSS
  - Creo aplicaciones móviles sencillas utilizando un editor de Apps.

  Aunque en apariencia los dos desempeños mencionados anteriormente, puedan parecer técnicos, el área de Educación Artística puede contribuir significativamente en su logro; en el primer desempeño, desde la conceptualización, representación de objetos en

2D y el uso los diferentes técnicas de perspectiva para representar objetos en 3D.

Para el segundo y tercer desempeño, es indispensable que el estudiante conozca de la teoría del color, así como la combinación de colores y estilos que permitan diseñar sitios webs o Apps agradables para el usuario y con características de usabilidad que brinden un mejor rendimiento de los mismos, por ello, es necesario el apoyo del área de Educación Artística para alcanzar ese desempeño.

- Las habilidades blandas de 4RI no se incluyen en el estándar de competencias de Tecnología e Informática, debido a que los hallazgos de la investigación que fundamenta esta propuesta, muestran que tales habilidades se logran de manera transversal en todas y cada una de las áreas de aprendizaje, por tanto se recomienda sugerir la inclusión de las habilidades blandas 4RI en los PEI institucionales para que estas hagan parte planes de estudios de todas las asignaturas.
- Se recomienda plantear un proceso de capacitación general en el desarrollo de habilidades blandas para todos los docentes, un proceso de capacitación a nivel avanzado de programación, diseño tecnológico, desarrollo web, diseño 3D, así como manejo y análisis de datos para los docentes de Tecnología, un proceso de capacitación al menos a nivel intermedio de diseño tecnológico y diseño y construcción de circuitos para los docentes del área de Ciencias Naturales y un plan de capacitación de diseño web y diseño 3D al menos a un nivel inicial para los docentes de Artes.

PREPUBLICACIÓN

6. Bibliografía

Abdelrazeq, A., Janssen, D., Tummel, C., Richert, A., & Jeschke, S. (2016). *Teacher 4.0: requirements of the teacher of the future in context of the fourth industrial revolution.* Aquisgrán - Alemania: ICERI.

Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., y otros. (2019). *EDUCAUSE Horizon Report | 2019 Higher Education Edition.* Louisville -USA: EDUCAUSE.

Alianzared. (17 de Febrero de 2019). *Estadísticas Marketing Movil 2018-2019*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Alianzared: https://www.alianzared.com/estadisticas-marketing-movil-2018/

Alonso - Calpeño, M., Santander - Castillo, J., Ramirez - Chocolatl, Y., & Alanis - Teutle , R. (2019). *Cómputo en la niebla aplicado a la manufactura inteligente bajo el contexto de la industria 4.0: desafíos y oportunidades.* México: ECORFAN.

Alvarado Andrade, M., Chávez Luna, M., & Lazarte Rivera, J. (2018). Estrategias de Aplicación de Industria 4.0 en las Empresas Peruanas. *16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion"* (págs. 1-9). Lima: LACCEI.

Alvarez Mendez, J. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir.* Madrid: Ediciones Morata.

Amaya Aragon, R. (2019). *La revolución industrial 4.0: transformaciones en las organizaciones y la gestión humana en el periodo 2015 - 2019.* Bogotá: Universidad Piloto de Colombía.

Anderson, J., Reder, L., & Herbert, S. (1996). Situaded Learning And Education . *Educational Researcher* , 5-11.

Apple Inc. (2020). *Soporte Xcode*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de developer.apple.com: https://developer.apple.com/es/support/xcode/

Area, M. (1991). *Los medios, los profesores y el currículo.* Barcelona: Sendai Ediciones.

Arnaz, J. (1981). *La planeación curricular.* México: Trillas.

Arredondo, V. (1979). *Propuesta de cambio del plan de estudios.* México: UNAM.

Arroyo, D., Diaz, J., & Hernandez, L. (2019). *¿Qué sabemos de? Blockchain.* Madrir: CSIC - Catarata.

Balashova, E., & Gromova, E. (2018). Russian industrial sector in the conditions of the Fourth Industrial Revolution. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* , 1-5.

Balasingham, K. (2016). *Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies.* Enschede - Holanda: University of Twente.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory.* New Jersey: Prentice Hall.

Bandura, A. (1998). *Self-Efficacy.* New York: Academic Press.

Barboza Norbis, L., & Rivas Díaz, J. (2017). *Vieojuegos un nuevo sistema emergentes: un nuevo sistema educativo emergente.* Montevideo: Universidad de Montevideo.

Barrera, M. F. (2010). *Modelos epistémicos en investigación y educación.* Caracas: Quirón Ediciones.

Barrio, M. (2018). *El internet de las cosas.* Madrid: REUS Editorial.
Barrows, H. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education* , 481-486.
Beltrán Prieto, Y., & Giraldo Bedoya, E. (2019). *Transformación del modelo 4.0 en los sectores productivos en colombia.* Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.
Benavides Suescun , C. (2007). *Habitat escolar más allá de la infraestructura educativa.* Bogotá: Secretaría de Educación del Distrito Capital.
Benitez, R., Escudero, G., Kanaan, S., & Masip, D. (2013). *Inteligencia artificial avanzada.* Barcelona: Editorial UOC.
Berchon, M., & Luyt, B. (2016). *La impresión 3D. Guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general* . Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.L.
Bermejo, M., & Serena , P. (2017). *Los riesgos de la nanotecnología.* Madrid: CSIC - Catarata.
Bobbit, F. (1918). *The currículum.* New York: Houghton Mifflin Company.
Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education implications for policy and practice.* Sevilla: Joint Research Centre.
Böhm, W. (2010). *La historia de la pedagogía. Desde Platón hasta la actualidad.* Córdoba: Editorial Universitaria Villa María.
Bramer, M. (2016). *Principles of dana mining.* Londres: Spring.
Bruner, J. (1960). *The process of education.* Cambridge: Harvard University Press.
Bruning, R., Schraw, G., & Norby, M. (2011). *Cognitive Psychology and Instruction.* Boston: Pearson.
Bustinduy, I. (2015). *La gestión del tiempo.* Barcelona: Editorial UOC.
C Glenn, J., Florescu, E., & Millenium Project Team. (2016). 2015-16 State of the Future. *Journal of Socialomics , 5* (3), 1-7.
Caballo, V. (2007). *Manual de Evaluación y Entrenamiento de las Habilidades Sociales* . Madrid: Siglo XXI de España Editores S.A.
Cabero, J., Leiva, J., Moreno, N., Barroso, J., & Lopez, E. (2016). *Realidad aumentada y educación. Innovación en contextos formativos.* Barcelona: Octaedro, S.L.
Cabuya Padilla, D. (2018). Relación de la industria 4.0 con la competitividad industrial. *Revista de la ciencia y la investigación , 12*, 143-174.
Cama, A., De la Hoz, E., & Cama, D. (2012). Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las cosas. *Revista INGE CUC , 8*, 163-172.
Castañares, W. (2011). Realidad virtual, mímesis y simulación. *CIC Cuadernos de Información y Comunicación , 16*, 59-81.
Castaño, R. (2011). Las adaptaciones curriculares y otras medidas de carcater general en el contexto de la LOE respecto a la diversidad de los alumnos. *Hekademos Revista Educativa Digital* (9), 21-36.
Castells, M. (2012). *Comunicación y Poder.* México: Siglo XXI Editores.
Castillo, J. (2018). *Big Data. IFCT128PO.* Málaga: IC Editorial.
Cegarra, J. (2012). *La tecnología.* Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
Celaya, A. (2014). *Cloud: Herramientas para trabajar en la nube.* Málaga: ICB, S.L.
Cepeda, J. (2004). Metodología de la Enseñanza Basada en Competencias. *Revista Iberoamericana de Educación* , 1-9.

Charatan, Q., & Kans, A. (2019). *Java in two semesters. Fourth Edition.* Nature - Suiza: Spring.
Chau, M., Wong, A., Wang, M., Lai, S., W.Y. Chan, K., M.H. Li, T., y otros. (2013). Using 3D virtual environments to facilitate students in constructivist learning. *Decision Support Systems* , 115-121.
Chica, F. (2017). *Currículo desde la perspectiva del aprendizaje autónomo.* Bogotá: Universidad Santo Tomás.
Chickering, A., & Gamson, Z. (1987). Seven principles for good practice. *AAHE Bulle-tin , 39*, 3-7.
Chung, M., & Kim, J. (2016). The Internet Information and Technology Research Directions based on the Fourth Industrial Revolution. *KSII Transactions o. internet and information systems , 10* (3), 1311-1320.
Coicaud, S. (2003). La organización del curriculum escolar. Algunos criterios de análisis. *Educación, Lenguaje y Sociedad , 1* (1), 49-66.
Colciencias. (30 de 11 de 2019). *Presupuesto de Colciencias*. Recuperado el 23 de 12 de 2019, de Colciencias: https://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/presupuesto-colciencias
Comenio, J. (1988). *Didáctica Magna.* México: Porrúa.
Compañ - Rosique, P., Satorre - Cuerda, F., Llorens - Largo, F., & Molina - Carmona, R. (2015). Enseñando a programar: un camino directo para desarrollar el pensamiento computacional. *Revista de educación a distancia* , 1-15.
Corcoles, J., & Montero, F. (2014). *Diseño de interfaces web.* Madrid: Ra-Ma, S.A.
Cork, C. R. (2015). Conductive fibres for electronic textiles. *Electronic Textiles* , 3-20.
Crovi Druetta, D. (2017). Estudiantes ante la apropiación de espacios digitales. En P. Avila Muñoz, & C. Rama, *Internet y educación: amores y desamores* (págs. 131-153). México: INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías.
Curso de Robótica. (2008). *Herramientas Para Electronica.* Recuperado el 30 de Abril de 2020, de cursoderobotica.com: https://www.cursoderobotica.com/herramientas-para-electronica/
Darder, P., Salmurri, F., Royo, M., Carpenna, A., Sala, J., Marzo, L., y otros. (2014). *Aprender y educar con bienestar y empatía.* Barcelona: Ediciones Octaedro, S.L.
Davidoff, L. (1984). *Introducción a la Psicología.* México: McGraw Hill.
Delgado, M. (1998). La calidad y la innovación tecnológica en la biotecnología aplicada a la salud. *Revista de Ingeniería de Organización* , 125-132.
Dewey, J. (1916). *Democracy and Education.* Pennsylvania: Pennsylvania State University.
Dewey, J. (1989). *Como pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento y proceso educativo.* Barcelona: Paidós.
Diaz Barriga, A. (2006). La educación en valores: Avatares del currículum formal, oculto y los temas transversales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa , 8* (1), 1-15.
Diaz Barriga, F. (1993). Aproximaciones metodológicas al diseño curricular hacia una propuesta integral. *Tecnología y Comunicación Educativas* (21), 19-39.
Diez, P. (2016). Más sobre la interpretación (I). Razonamiento y verdad. *Revista Asociación Española de Neuropsiquiatría* , 363-382.
Dinov, I. (2018). *Data science and predictive analytics.* Michigan: Spring.

Dombrowski, U., & Wagner, T. (2014). Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. *ScienceDirect* , 100-105.
DuBrin, A. (2008). *Relaciones Humanas. Comportamiento Humano en el Trabajo.* México: Pearson Education.
Eberhard, B., Podio, M., Perez Alonso, A., Radovica, E., Avotina, L., Peiseniece, L., y otros. (2017). Smart Work: The Transformation of the labour market due to fourth industrial revolution. *International Journal Bussines and Economic Sciences Aplied Research , 10* (3), 47-66.
Ecured. (22 de Agosto de 2019). *Habilidades Para la Comunicación*. Recuperado el 5 de Abril de 2020, de Ecured.cu: https://www.ecured.cu/Habilidades_para_la_comunicación
Ecured. (23 de Julio de 2019). *Circuito electrónico*. Recuperado el 30 de Abril de 2020, de ecured.cu: https://www.ecured.cu/Circuito_electrónico
Ecured. (5 de Julio de 2013). *Red Inalámbrica*. Recuperado el 5 de Abril de 2020, de Ecured.cu: https://www.ecured.cu/Red_inalámbrica
Educación 3.0. (11 de Noviembre de 2018). *Las aplicaciones educativas más populares para dispositivos Android*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de educaciontrespuntocero.com: https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/aplicaciones-educativas-android/
Eisenberg, N. (2000). Emotion, Regulation, and Moral Development. *Annual Review of Psychology* , 665-697.
El Mundo. (7 de Octubre de 2019). *¿Cuántos sitios web existen en el mundo?* Recuperado el 7 de Abril de 2020, de Elmundo.es: https://www.elmundo.es/tecnologia/innovacion/2019/10/07/5d96133321efa00f4f8b45a4.html
El País. (27 de Febrero de 2018). *El número de líneas móviles supera por primera vez a la población mundial*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de elpais.com: https://elpais.com/tecnologia/2018/02/27/actualidad/1519725291_071783.html
Elliot, A., McGregor, H., & Gable, S. (1999). Achievement goals, study strategies and exam performance: A mediational analysis. *Journal of Educational Psychology , 91* (3), 549-563.
Engels, F., & Marx, K. (2006). *Ludwing Feurerbach y el fin de la filosofía clásica alemana.* Madrid: Fundación de Estudios Socialistas Federico Engels.
Equipo Vortice. (2010). *Técnicas Avanzadas de Diseño Web.* Málaga: Ediciones Vórtice.
Escolano Ruiz, F., Cazorla Quevedo, M., Alfonso Galipienso, M., Colomina Pardo, O., & Lozano Ortega, M. (2003). *Inteligencia Artificial. Modelo, Técnicas y Áreas de Aplicación.* Madrid: Thompson Ediciones Spain.
Escotet, M. (1996). *Universidad y devenir. Entre la certeza y la incertidumbre.* Buenos Aires: Lugar editorial.
Esteve Mon, F., Adell Segura, J., & Gisbert Cervera, M. (2014). Diseño de un entorno 3D para el desarrollo de la competencia digital docente en estudiantes universitarios: usabilidad, adecuación y percepción de utilidad. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa , 13* (2), 35-47.
Estrini, J. (2010). *Como encender la chispa de la creatividad en una economía global.* México: McGraw Hill.
Fay, B. (1987). *Critical social science: Liberation and its limits.* Cambridge: Polity.

Flores Alanis, A., Chavez Gonzalez, G., & Rodriguez Hernandez, J. (2018). Educacion 4.0: Transformación del aula tradicional en las escuelas de educación básica en México. *Conference Proceedings EDUNOVATIC 2018: 3rd Virtual International Conference* (págs. 144-147). Eindhoven - Holanda: EDUNOVATIC.

Fonseca , J. (2003). El Diseño Curricular Flexible y Abierto: Una vía de Profesionalización del docente. *Revista Digi-tal de Educación y Nuevas Tecnologías Contexto Educativo* (27), 1-7.

Freire, P. (1973). *Education for critical consciousness.* New York: Seabury.

Frey, C., & Osborne, M. (2013). *The future of employment: how susceptible are jobs to Computerisation?* Oxford -UK: Oxford University.

FUNIBER. (2020). *Infraestructura Tecnológica de Software*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de funiber.org: https://www.funiber.org/infraestructura-tecnologica-de-software

Furnemont, D., & Vanloubbeeck, P. (2007). *Las competencias en la educación.* México: Fondo de Cultura Económica.

Gabucio, F., Domingo , J., Lichtenstein, F., Limon, M., Minervino, R., Romo, M., y otros. (2005). *Psicología del pensamiento.* Barcelona: Editorial UOC.

Gagne, R. (1966). *The conditions of learning.* New York: Holt, Rinehart, & Winston.

Galindo Arranz, F., Ruiz Blanco, S., & Ruiz San Miguel, F. (2017). Competencias digitales ante la irrupción de la Cuarta Revolución Industrial. *Estudos em Comunicação , 1* (25), 1-11.

Galván Morales, P., Asato España, J., & Molina Castro, J. (2019). Perspectiva académica para la transición de la educación superior al paradigma de la industria 4.0. *Pistas Educativas , 41* (134), 1455-1465.

Gan, F., & Triginé, J. (2012). *Gestión del Tiempo.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Garcia, P. (2018). *Criptoderecho. La regulación de blockchain.* Madrid: Wolters Kluwer España, S.A.

Gartner. (2001). *Gartner Glossary*. Recuperado el 8 de Abril de 2020, de gartner.com: https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data

Gatti, B. (2005). *Habilidades Cognitivas y Competencias Sociales.* París: UNESCO.

Gaxiola, J. (2015). *Adaptación psicológica humana.* Hermosillo Sonora - México: Pearson.

Geary, D. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical develop- ment and instruction. *American Psychologist* , 24-37.

Ghislieri, C., Molino, M., & G. Cortese, C. (2018). Work and Organizational Psychology Looks at the Fourth Industrial Revolution: How to Support Workers and Organizations? *Frontiers in Psychology , 9*, 1-6.

Ghislieri, C., Molino, M., & G. Cortese, C. (2018). Work and Organizational Psychology Looks at the Fourth Industrial Revolution: How to Support Workers and Organizations? *Frontiers in Psychology , 9*, 1-6.

Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). *Additive Manufacturing Technologies.* New York: Springer.

Glazman, R., & De Ibarrola, M. (1978). *Diseño de planes de estudio.* México: CISE-UNAM.

Godoc, E. (2014). *SQL los fundamentos del lenguaje.* Barcelona: Ediciones ENI.

Gonzalez Garcia, M. (2018). *Definición de estrategias de adopción de la cuarta revolución industrial por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en Colombia.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
Gonzalez Garcia, M. (2018). *Definición de estrategias de adopción de la cuarta revolución industrial por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en Colombia.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
Gonzalez, F., Orozco, E., Carro, J., & Vilaragut, L. (2008). *Intervención en el currículo oculta en un programa de educación a distancia.* La Habana: Sexto congreso internacional de educación superior.
Goñi, J. (2014). *Creatividad y talento para la innovación.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
Grob, B. (1983). *Circuitos electrónicos y sus aplicaciones.* México: McGraw Hill.
Guisa, J. (1998). *Electrónica Digital.* México: Instituto Politécnico Nacional.
Habermas, J. (1984). *Ciencia y técnica como "ideología".* Madrid: Tecnos.
Hargreaves, A., & Fullan, M. (2012). *Capital profesional. Transformar la enseñanza en cada escuela.* Madrid: Ediciones Morata.
Hari, P. K. (2012). Types and properties of fibres and yarns used in weaving. *Woven Textiles* , 3-34.
Harvard Bussines Review. (2019). *Empatía.* Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
Hernandez Fuentes, A. (2019). *La cooperación digital y la reducción de la brecha tecnológica en Colombia en la Cuarta Revolución Industrial.* Madrid: Instituto Universitario de Investigación Ortega y Gasset y Universidad Internacional Mendez Pelayo.
Hernández, C. (2013). Educación digital y comportamiento responsable: tratamientos de referencia para mejorar la calidad de la información médico-sanitaria en Internet. *BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació* (31), 1-9.
Hernandez, J., Garcia - Leal, O., Rubio, V., & Santacreu, J. (2004). La persistencia en el estudio conductual de la personalidad. *Psicothema , 16* (1), 39-44.
Herrera Hernández, N., Calderón Campos, P., & Almanza Jiménez, R. (2019). Impacto de la industria 4.0 en el comportamiento organizacional de las instituciones educativas de nivel superior de lázaro cárdenas. . *Multidisciplinas de la Ingeniería , 8* (10), 12-24.
Herrero, J. (2016). *Elementos del pensamiento crítico.* Madrid: Ediciones jurídicas y sociales S.A.
Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). *Design Research in Information Systems.* Hamburgo: Springer.
Hiemenz, J., & Stratasys, I. (2011). *La impresión 3D con FDM. ¿Como Funciona?* Rheinmüster - Alemania: Stratasys Europe.
Hillert, F., Ameijeiras, M., & Graziano, N. (2011). *La mirada pedagógica para el siglo xxi: teorías, temas y prácticas en cuestión. Re exiones de un encuentro.* Buenos Aires: Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras de la universidad de Buenos Aires.
Hoyos, 1. (1990). Prólogo. En M. Diaz, & J. Muñoz, *Pedagogía, discurso y poder* (págs. 1-13). Bogotá: CORPRODIC.
IBM. (15 de Agosto de 2015). *Computación en la nube: Una guía completa*. Recuperado el 8 de Abril de 2020, de ibm.com: https://www.ibm.com/cloud/learn/cloud-computing
Igual, L., & Segui, S. (2017). *Introduction to data science.* Cham - Suiza: Spring.
Jackson, P. (1960). *La vida en las aulas.* Madrid: Morata.

Jae-Han, R., & Yen-Yoo, Y. (2018). The Fourth Industrial Revolution Core Technology Association Analysis Using Text Mining. *Journal of Digital Convergence , 18* (8), 129-136.
Jiménez, C., López, A., & León, C. (2010). Metodología para el diseño electrónico dentro de prácticas obligatorias de laboratorio. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación* (37), 19-27.
Jimenez, L. (2008). Enfoque curricular centrado en la persona. *Revista Educación , 32* (1), 63-76.
Johnson, M. (1977). *Intentionality in education: A conceptual model of curricular and instructional planning and evaluation.* New York: Center for Curriculum Research and Services .
Jorquera , A. (2017). *Fabricación digital: introducción al modelado e impresión 3D.* Madrid: Ministerio de educación Cultura y Deporte. Gobierno de España.
Juganaru, M. (2014). *Introducción a la programación.* Méxido: Grupo editorial Patria.
Kemmis, S. (1988). *El currículo más allá de la teoría de la reproducción.* Madrid: Ediciones Morata.
Kemmis, S., & Carr, W. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza.* Barcelona: Martinez Roca.
Koontz, H., Weihrich, H., & Cannice, M. (2012). *Administración. Una perspectiva global y empresarial.* México: McGraw Hill.
Kurniawan, E., Muslim, S., Rahmadyanti, E., Aribowo, W., Kusumawati, N., Ismayati, E., y otros. (2019). Vocational students readiness in the face of the Industrial Revolution 4.0 and the demands of life in the 21st Century Skills. *Celebes Education Review , 1* (1), 40-52.
La Nación. (26 de Octubre de 2017). *Estas son las 50 aplicaciones más populares en Android*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de lanacion.com.ar: https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/estas-son-las-50-aplicaciones-mas-populares-en-android-nid2076553
La República. (11 de Enero de 2020). *Vehículos autónomos y eléctricos, la tendencia en movilidad para las ciudades inteligentes*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de larepublica.co: https://www.larepublica.co/internet-economy/vehiculos-autonomos-y-electricos-la-tendencia-en-movilidad-para-ciudades-inteligentes-2950616
LaMeres, B. (2017). *Introduction to logic circuits & logic design.* AG - Suiza: Springer.
Lee, M., Yun, J., Pyka, A., Won, D., Kodama, F., Schiuma , G., y otros. (2018). How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* , 1-24.
Leon, R., & Galan, R. (2014). *Introducción a la movilidad :4G/LTE y el desarrollo de aplicaciones Android.* Madrid: Dextra Editorial S.L.
Lerma - Blasco, R., Murcia, J., & Mifsud, E. (2013). *Aplicaciones Web.* Madrid: McGraw Hill Education.
Liao, Y., Peirin Ramos, L., Saturno, M., Deschamps, F., Rocha Loures, E., & Szejka, A. (2017). The Role of Interoperability in The Fourth Industrial Revolution Era. *ScienceDirect* , 12434-12439.

Liao, Y., Rocha Loures, E., Deschamps, F., Brezinski, G., & Venâncio, A. (2018). *The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison.* Curitiba - Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
Liponnen, L. (2002). Exploring foundations for computer-supported collaborative learning. *Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning* , 72-81.
Liu, C. (2017). International Competitiveness and the Fourth Industrial Revolution. *EBER - Entrepreurial Business and Economics Review , 5* (4), 111-133.
Lopez, J. J., & Zarza, G. (2017). *La ingeniería del bid data. Como trabajar con datos.* Barcelona: Editorial UOC.
Lopez, V. (2015). Profesionalismo: ¿huellas de un currículo oculto? *Revista Iberoamericana de Educación , 69* (1), 147-166.
Lozano, J., Martinez, O., & Romera, M. (2013). *Destrezas sociales.* Madrid: McGraw Hill.
Lubis, A., Absah, Y., & Lumbanraja, P. (2019). Human resource competencies 4.0 for generation z. *European Journal of Human Resource Management Studies , 3* (1), 95-105.
Luna, E., & Lopez, G. (2011). El currículo: concepciones, enfoques y diseño. *Revista Unimar* (58), 65-76.
Lundgren, U. (1992). *Teoría del currículum y escolarización.* Madrid: Ediciones Morata.
Macías, E., Cruz, M., Cotera, G., & Párraga, J. (2019). Uso de Cloud Computing en la Educación. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software , 9* (2), 5-9.
Mandado Perez, E., & Maldonado Rodriguez, Y. (2008). *Sistemas Electrónicos Digitales.* Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas.
Manpower Group. (2018). *Solving the Talent Shortage Build, Buy, Borrow and Bridge.* Milwaukee- USA: Manpower Group.
Mantaras, R., & Meseguer, P. (2017). *Inteligencia Artificial.* Madrid: CSIC.
Mantilla Avendaño, L., & Gonzalez-Perez, M. (2015). *Industria 5.0: ¿Vuelve el hombre al centro de los procesos de producción?* Medellín: Universidad EAFIT.
Manyika, J., Chui , M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., y otros. (2017). *A future that works: automation, employment, and productivity.* New York- EUA: McKinsey & Comapany.
Marketing Publishing. (1995). *Toma de decisiones eficaces.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
Martinez, C., Tasso, M., Sanchez, M., & Riaño, I. (2017). Pediatras sólidos en tiempos líquidos. Reanimando la profesionalidad. *Anales de pediatría* , 354.e1-354.e4.
Martinez, M. (2012). *La negociación.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
Martinez, M. (2012). *Liderazgo.* Madrid: Ediciones Diáz de Santos.
Mayer - Schonberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big Data. La Revolución de los Datos Masivos.* Madrid: Turner Publicaciones S.L.
Mayer, J., & Cobb, C. (2000). Educational policy on emotional intelligence: the case for ability scales. *Educational Psychology Review , 12* (2), 163-183.
Mendieta, C. (2003). *Técnicas Avanzadas de Negociación* . Barcelona: Universitat de Barcelona.
Merlo-Vega , J. (2009). Servicios de referencia para una sociedad digital. *El profesional de la información , 18* (6), 581- 586.

Miglena, T. (2018). Studying the leadership style of business management under the conditions of the fourth industrial revolution . *Asia Pacific Journal of Research in Business Management , 9* (2), 1-15.
Miglino, O., Nigrelli, M., & Luigia, S. (2013). *Videojuegos de rol, simulaciones por ordenador, robots y realidad aumentada como nuevas tecnologías para el aprendizaje.* Castellon de la Plana: Publicaciones de la Universidad de Jaume.
Ministerio de Educación Nacional. (1994). *Ley general de educación.* Bogotá: Congreso de la República de Colombia.
Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Decreto 1278 de 2202.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Guía 30: Ser competente en tecnología: ¡una necesidad de desarrollo!.* Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. (2008). *Autonomía e iniciativa personal en educación primaria.* Madrid: secretaría General Técnica.
Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España MINETAD. (2018). *Agenda para el fortalecimiento del sector industrial.* Madrid: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España MINETAD.
Ministerio de las TIC. (2019). *Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados SINERGIA Línea base y metas de Gobierno 2018-2022.* Bogotá: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
Ministerio de las TIC. (s.f). *Ciudadanía digital*. Recuperado el 2 de Mayo de 2020, de colombiatic.mintic.gov.co: https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36666.html
Minsky, M. (2010). *La máquina de las emociones: Sentido común, inteligencia artificial y el futuro de la mente humana.* Barcelona: Random House Mondadori.
Monereo, C., & Castello, M. (1997). *Las estrategias de aprendizaje. Cómo incorporarlas a la práctica educativa.* Barcelona: Edebé.
Montoya, J., España, G., & Chacon, J. (2007). *El circuito básico.* Santiago: El cid Editor.
Moody, P. (1991). *Toma de decisiones gerenciales.* Bogotá: McGraw Hill.
Morales Zuñiga, L. C. (2014). El pensamiento crítico en la teoría educativa contemporánea. *Revista electrónica "Actualidades Investigativas en Educación" , 14* (2), 1-24.
Morcillo, G., Cortes, E., & Garcia, J. (2013). *Biotecnología y alimentación.* Madrid: Ediciones Universidad Nacional a Distancia España.
Moreno Muñoz, M. (2016). Opciones de mejora cognitiva no convencional como respuesta al desempleo estructural en el contexto tecnológico de la cuarta revolución industrial. *Gazeta de Antropología , 32* (2), 1-20.
Moreno, J. C. (2014). *Programación.* Madrid: Ra-Ma, S.A.
Moreno, N., Roman, I., Bernal, C., & Lopez, E. (2017). Geolocalización y realidad aumentada en escenarios formativos desde una perspectiva innovadora. En J. Leiva, E. Lopez, M. Castro, & E. Vasquez, *Investigaciones innovadoras hispano - lusas en ámbitos universitarios. Una mirada española y portuguesa.* Sevilla: Afoe.
Morrar, R., Arman, H., & Mousa, S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. *Technology Innovation Management Review , 7* (11), 12-20.

Moscovici, S., Mugny, G., & Perez, J. (1991). *La Influencia Social Inconsciente.* Barcelona: Editorial Anthropos.
Moya, A. (2012). El profesorado de apoyop en los centros ordinarios. Nuevas funciones, nuevas contradicciones. *Educatio Siglo XXI , 3* (1), 71-88.
Mozilla. (26 de Abril de 2020). *HTML%.* Recuperado el 28 de Abril de 2020, de developer.mozilla.org: https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5
Murazzo, M., Millán, F., Rodríguez, N., Segura, D., & Villafañe, D. (2010). *PLataformas educativas implementadas con cloud computing.* Córdoba - Argentina: XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
Navarro, F., Martinez, A., & Martinez, J. (2018). *Realidad virtual y realidad aumentada. Desarrollo de aplicaciones.* Madrid: Ra-Ma Ediciones.
Nosich, G. (2003). *Aprender a pensar. Pensamiento analítico para estudiantes.* Madrid: Prentice Hall.
O'regan, G. (2017). *Concise guide to software engineering.* Cham - Suiza: Springer.
ONU. (1987). *Nuestro Futuro Común.* San Francisco: ONU.
Oosthuizen, J. (2017). *The determinants of fourth industrial revolution leadership dexterity: a proposed framework for 4ir-intelligence and subsequent 4ir leadership development.* Johannesburg - Sudáfrica: Milpark Business School.
Ortega, L., Jimenez - Blanco, A., & Parejo, L. (1998). *Manual de derecho administrativo.* Barcelona: Ariel.
Osorio Villegas, M. (2017). El curriculo: Perspectivas para acercarnos a su comprensión. *Revista del Instituto de Estudios en Educación y del Instituto de Idiomas Universidad del Norte* , 140-151.
Packer, M., & Goicoechea, J. (2000). Sociocultural and Constructivist eories of Learning: Ontology, Not Just Epistemology. *Educational Psychologist* , 227-241.
Padilla, A. (2012). El sistema modular de enseñanza: una alternativa curricular de educación superior universitaria en México. *Revista de Docencia Universitaria* , 71-98.
Pansza, M. (1989). *Pedagogía y currículo.* México: Ediciones Gernika.
Parés, N., & Parés, R. (2010). *Realidad Virtual.* (E. UOC, Ed.) Barcelona.
Park, O. (2018). A Study on the Changes of Libraries and Directions of Librarian Education in the era of the Fourth Industrial Revolution . *Revista de la Sociedad Coreana de Biblioteconomía y Documentación* , 285-311.
Patacsil, F., & Tablatin, C. (2017). Exploring de importance of soft and hard skills as perceived by internshio students and industry: A gap analysis. *Journal of Technology and Science Education* , 347-368.
Pedraza-Jimenez, R., Codina, L., & Guallar , J. (2016). *Calidad en los sitios web.* Barcelona: Editorial UOC.
Pedroza, R. (2001). La flexibilidad académica en la universidad pública. *Revista de la Educación Superior. México , XXX* (119), 19-41.
Pérez Betancur, N. (2016). El SENA a la vanguardia de la cuarta revolución industrial. *Revista Finnova , 2* (4), 35-50.
Pernia, R. (2017). La Escuela de Frankfurt: “Pensar en la Sociedad para Transformarla”. *Mucuties Universitaria* , 153-170.
Petrillo, A., De Felice, F., Cioffi, R., & Zomparelli, F. (2018). Challenges, and Opportunities Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities. *INTECH* , 1-20.

Piaget, J. (1991). *Seis estudios de Psicología.* Barcelona: Labor S.A.
Pinto, G. (2007). *Aprendizaje activo de la Física y de la Química.* Madrid: Equipo Sirius.
Pipkin, D. (1998). La capacitación Docente: Políticas y prácticas en el periodo 1995-1996. *Quinto Sol* (2), 143-164.
Platzi. (2018). *Que es Front End y Back End*. Recuperado el 4 de Abril de 2020, de Platzi.com: https://platzi.com/blog/que-es-frontend-y-backend/
Portela, H. (2012). La formación en un currículo como trayecto fenomenológico. *Hallazgos* , 79-96.
Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad Aumentada y Educación: Análisis de Experiencias Prácticas . *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación.* (46), 187-203.
Prieto , M., Alvarez, J., & Herraez, P. (2013). *Empresa i iniciativa emprenedora.* Madrid: Macmillan Iberia, S.A.
Prieto, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales , 64* (124), 173-196.
Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *J. Engr. Education , 93* (3), 223-231.
ProArgentina. (2005). *Biotecnología.* Buenos Aires: Ministerio de Economía y Producción. República Argentina.
Pruet Putjorn. (2015). *OBSY. Observation Learning System*. Recuperado el 25 de Abril de 2020, de obsy.spidyhero.com: http://obsy.spidyhero.com/#home
Pujol, M. (2008). *Actuaciones interculturales del profesor en la enseñanza a inmigrantes adultos.* Cáceres: XIX Congreso Internacional de la ASELE.
Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología... un mundo pequeño. *Cuaderno 42 | Centro de Estudios en Diseño y Comunicación* , 125-155.
Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española, 23.ª ed.* Recuperado el 3 de Abril de 2020, de RAE.es: https://dle.rae.es/habilidad
RAE. (2019). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado el 23 de Abril de 2020, de dle.rae.es: https://dle.rae.es/técnico#ZIkyMDs
RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de dle.rae.es: https://dle.rae.es/?formList=form&w=tecnolog%C3%ADa#
RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 28 de Abril de 2020, de dle.rae.es: https://dle.rae.es/usar?m=form
RAE. (2020). *Diccionario de Español Jurídico*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de dej.rae.es: https://dej.rae.es/lema/hardware
RAE. (2020). *Diccionario de Español Jurídico*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de dej.rae.es: https://dej.rae.es/lema/software
Reyes, F. (2011). *Robótica. Control de robots manipuladores.* Méxido: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
Riba, C. (2002). *Diseño Concurrente.* Barcelona: Ediciones UPC.
Rincon, A., & Avila, D. (2016). Una aproximación desde la lógica de la educación al pensamiento computacional. *Sophia: Colección de filosofía de la educación* , 161-176.
Rivas Navarro, M. (2008). *Procesos Cognitivos y el Aprendizaje Significativo.* Madrid: Subdirección General de Inspección Educativa de la Viceconsejería de Organización Educativa de la Comunidad de Madrid.

Robles, J. (2009). *Ciudadanía Digital. Una introducción a un nuevo concepto de ciudadano.* Barcelona: Editorial UOC.
Robles, M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communication Quarterly , 75* (4), 453-465.
Rodriguez, J. (2003). *Introducción a la programación. Teoría y Práctica.* Alicante: Editorial Club Universitario.
Rolon, V. (2016). Enfoques curriculares en la educación superior. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades , 3* (1), 1-10.
Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, A., y otros. (2016). Towards an operator 4.0 typology: A human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies . *Proceedings* , 1-11.
Rosales, J., Caparros, B., Molina, I., & Alonso, S. (2013). *Habilidades Sociales.* Madrid: McGraw Hill.
Rozo, S., & Abaunza, M. (2010). Liderazgo transaccional y transformacional. *Avances en Enfermería , 28* (2), 62-72.
Rué, J. (2010). *El aprendizaje autónomo en educación superior.* Madrid: Narce S.A.
Sacristan, J. G., Feito Alfonso, R., Perrenoud, P., & Clemente, M. (2012). *Diseño, desarrollo e innovación del curriculum.* Madrid: Edicionesa Morata.
Sae-Lim, P., & Jermsittiparsert, K. (2019). Is the Fourth Industrial Revolution a Panacea? Risks toward the Fourth Industrial Revolution: Evidence in the Thai Economy. *International Journal of Innovation, Creativity and Change , 5* (2), 732-752.
Salgado, R. (2019). *Vehículos Autónomos ¿Un vehículo que se conduce solo?* Recuperado el 9 de Abril de 2020, de sabermas.umich.mx: https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/196-numero-2462/381-vehiculos-autonomos-iun-vehiculo-que-se-conduce-solo.html
Sanchez Guzman, D. (2019). Industria y educación 4.0 en México, un estudio exploratorio. En V. Menéndez Domínguez, M. Campos Soberanis, A. Zapata Gonzalez, D. Sanchez Guzman, B. Sanchez Alba, S. Escobedo Orihuela, y otros, *Implicaciones de la industria 4.0 en la educación superior* (págs. 39-66). México: Innovación Educativa.
Santamaría-Puerto, G., & Hernández-Rincón, E. (2015). Aplicaciones Médicas Móviles: definiciones, beneficios y riesgos. *Revista Científica Salud Uninorte , 3* (3), 599-607.
Sasson, A. (1984). *Las biotecnologías: desafíos y promesas.* París: UNESCO.
Schawb, K. (2017). *The fourth industrial revolution.* Geneva: Currency.
Schiro, M. (2008). *Curriculum Theory. Conflicting visions and eduring concerns.* Los Angeles: Sage publications.
Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa.* México: Pearson.
Schwab, J. (1983). Un enfoque práctico como lenguaje para el curriculum. En J. Gimeno, & A. Perez, *La enseñanza, su teoría y su práctica* (págs. 197-208). Madrid: Akal.
Scriven, M. (1967). The Methodology of Evaluation. En R. Tyler, R. Gagne, & M. Scriven, *Perspectives of curriculum evaluation* (págs. 39-83). Chigago: Rand McNally & Company.
Secretaría de Movilidad de Bogotá. (2 de Octubre de 2019). *La movilidad también está en tus manos: cada 5,6 minutos ocurre un accidente*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de bogota.gov.co: https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/analisis-de-accidentes-viales-en-bogota-en-2019

Serena, P., & Correira, A. (2003). Nanotecnología: el motor de la próxima revolución tecnológica. *Apuntes de Ciencia y Tecnología* , 32-42.
Servicio de innovacion educativa. (2008). *Aprendizaje Basado en Problemas.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
Shuell, T. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research* , 411-436.
Silberschatz, A., Korth, H., & Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de las Bases de Datos.* Madrid: McGraw Hill.
Simon, H. (1996). *The Sciences of the Artificial.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
Skiena, S. (2012). *The algorithm design manual.* New York: Spring.
Slyozko, T., & Zahorodnya, N. (2017). *The Fourth Industrial Revolution: The Present and Future of Accounting and the Accounting Profession.* China: Science and Research Institute of Social and Economic Development.
SoftwareLab. (2020). *¿Qué es un sitio web y una página web?* Recuperado el 24 de Abril de 2020, de softwarelab.org: https://softwarelab.org/es/sitio-web/
Sook Young, C. (2018). A Study on the Digital Competency for the Fourth Industrial Revolution. *Revista de la Sociedad de Educación Informática de Corea , 21* (5), 25-35.
Soria, E., Martin, J., & Gomez, L. (2004). *Teoría de circuitos.* Madrid: McGraw Hill.
Spirovska, E. (2015). Integrating soft skills in higher education and the EFL classroom: Knowledge beyond language learning. *SEEU Review* , 91-108.
Stenhouse, L. (1975). *An Introduction to Curriculum Research and Development.* Londres: Heinemann Educational.
Stenhouse, L. (1981). *Investigación y desarrollo del currículum.* Madrid: Ediciones Morata.
Stoppa, M., & Chiolerio, A. (2014). Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review. *Sensors* , 11957-11992.
Stout, M., Bartels, J., Koen, P. R., & Love, M. (2019). From austerity to abundance? Clarifying Collaborative Dynamics in Governance Networks. *Critical Perspectives on International Public Sector Management , 6*, 91-15.
Subir, K. (2008). *Introducción a la Robótica.* México: McGraw Hill Education.
Suganya, G. (2017). A Study on Challenges before Higher Education in the Emerging Fourth Industrial Revolution. *IJETSR - International Journal of Engineering Technology Science and Research , 4* (10), 1-3.
Suppes, P. (1974). The place of theory in educational research. *Educational Researcher* , 3-10.
Taba, H. (1974). *Elaboración del currículo.* Buenos Aires: Editorial Troquel S.A.
Taniguchi, N. (1974). *On the Basic Concept of Nanotechnology.* Tokio: Actas de la Internacional Conference on Production.
Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). *La Revolución Blockchain.* Barcelona: Grupo Planeta.
Tobon, S. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción Pedagógica* , 14-28.
Torres, J. (1998). *El curriculum oculto.* Madrid: Morata.
Torres, L. (2012). *Introducción a la robótica.* México: Grupo editorial Exodo.
Trumble, W., & Stevenson, A. (2002). *The Shorter Oxford Dictionary (fifth ed.).* Oxford: Oxford University Press.

Tyler, R. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction.* Chicago: University of Chicago Press.
UNESCO. (2005). *Capacity Building of Teacher Training Institutions in Sub-Saharan Africa.* París: UNESCO.
UNESCO. (2013). *Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015.* Santiago: UNESCO.
Universia. (7 de Abril de 2014). *Ya existen más de 80.000 aplicaciones educativas*. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de noticias.universia.es: https://noticias.universia.es/ciencia-nn-tt/noticia/2014/04/07/1093782/ya-existen-mas-80-000-aplicaciones-educativas.html
Urcuqui, C., Garcia, M., Osorio, J., & Navarro, A. (2018). *Ciberseguridad. Un enfoque desde la ciencia de datos.* Cali: Universidad Icesi.
Van de Ven, A. (1986). Central Problems in the Managment of the Innovation. *Management Science , 32* (5), 590-607.
Vara, J., Lopez, M., Graanada, D., Irrazabal, E., Jimenez, J., & Verde, J. (2014). *Desarrollo web en entorno cliente.* Madrid: Ra-Ma S.A.
Velasquez Romero, V., Martinez Guzman, A., & Diaz de Leon Flores, I. (2018). Impacto de la industria 4.0 en las pymes de coacalco, estado de México. *Revista Ciencia Administrativa , 5*, 211-222.
Velasquez Romero, V., Martinez Guzman, A., & Diaz de Leon Flores, I. (2018). Impacto de la industria 4.0 en las pymes de coacalco, estado de México. *Revista Ciencia Administrativa , 5*, 211-222.
Vera - Rojas, M., Illiachi, J., & Ponce, G. (2017). Fundamento teórico de las bases epistemológicas de la Pedagogía: Análisis crítico. *Boletín Virtual* , 38-52.
Vera-Rojas, M., Illicachi, J., & Ponce, G. (2017). Fundamento teórico de las bases epistemológicas de la Pedagogía: Análisis crítico. *BOLETÍN VIRTUAL , 6* (8), 38-52.
Vilches, N. (2004). Una revisión y actualización del concepto de Currículo. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales , 6* (2), 194-208.
Villa Sanchez, A., & Poblete Ruiz, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias: Una pro- puesta para la evaluación de las competencias ge- néricas.* Bilbao: Mensajero.
Villarino, J. (2018). *La privacidad en el entorno del cloud computing.* Madrid: Editorial REUS.
Villavicencio, L. (2004). *El aprendizaje autónomo en la educación a distancia.* Lima: Primer Congreso Latinoamericano de Educación a Distancia.
Vygostky, L. (1987). *Mind and Society.* Cambridge: Harvard University Press.
W3C. (2016). *HTML & CSS*. Recuperado el 4 de Abril de 2020, de w3.org: https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss
W3C. (2016). *JavaScripts Web APIS*. Recuperado el 4 de Abril de 2020, de w3.org: https://www.w3.org/standards/webdesign/script.html
Waters, G. (1998). Critical Evaluation for Education Reform. *Education Policy Analysis Archives , 6* (20), 1-38.
Waymo. (2020). *Let's Talk Self-DrivingLet's Talk Self-Driving About Self-Driving Safety Blog Who We Are*. Recuperado el 26 de Abril de 2020, de letstalkselfdriving.com: https://www.letstalkselfdriving.com/about-self-driving.html
Whetten, D., & Cameron, K. (2005). *Desarrollo de Habilidades Directivas.* México: Pearson.

Wilkesmann, M., & Wilkesmann, U. (2017). Industry 4.0 – organizing routines or innovations? *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems , 8* (2), 238-254.
Williamson, B. (2018). *Big data en la educación. El futuro digital del aprendizaje, la política y la práctica.* Madrid: Ediciones Morata S.L.
Wilson, P., & Teverovsky, J. (2012). New product development for e-textiles: experiences from the forefront of a new industry. *Woodhead Publishing Series in Textiles* , 156-174.
World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report 2018.* Geneva - Suiza: World Economic Forum.
Xercavins, J., Cayuela, D., Cervantes, G., & Sabater, A. (2005). *Desarrollo sostenible.* Catalunya: Ediciones UPC.
Yinghui, H., & Guanyu, L. (2010). *Descriptive Models for Internet of Things.* Dalian - China: IEEE International Conference on Intelligent Control and Information Processing.
Zambrano Garza, M., Habib Mireles, L., & Alfaro Cázares, N. G. (2019). *Educación superior en el contexto de la industria 4.0* . Acapulco: XV Congreso Nacional de Investigación educativa.
Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED. Revista de Educación a Distancia* (46), 1-47.
Zarzar, C. (2015). *Métodos y pensamiento crítico.* México: Grupo editorial patria.
Zimmermann, Y. (2002). *Del diseño.* Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
Zornoza, A., Ripoll, P., Orengo, V., & Gonzalez-Navarro, P. (2008). Los procesos de influencia social en entornos virtuales y su incidencia sobre la eficacia grupal. *Revista Latinoamericana de Psicología , 40* (2), 213-227.
Zuluaga, O., Echeverry, A., Martinez, A., Quiceno , H., Saenz, J., & Alvarez, A. (2011). *Pedagogía y Epistemología.* Bogotá: Magisterio.