



Análisis de la madurez de la automatización en el sector textil confección en Colombia

Presentado por
Olga Lucía Lopera Lopera

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Magister en Administración

Tutor:
Juan Vélez Ocampo Doctor en Administración

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Maestría en administración
Medellín
2021

Cita	(Lopera, Lopera, 2021)
Referencia	Lopera Lopera Olga L. (2021), <i>Análisis de la madurez de la automatización en el sector textil confección en Colombia 2020 – 2021</i> [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Sergio Ivan Restrepo Ochoa

Jefe departamento: Bernardo Ballesteros Díaz

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de la autora y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. La autora asume la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Resumen

En los últimos años diferentes industrias han adoptado modelos de automatización que les han permitido mejorar la calidad, aumentar la productividad y reducir costos consiguiendo operaciones más rápidas, personalizadas y conectadas con las necesidades del mercado. El sector textil confección (STC) a pesar de ser clasificado como un sector de baja tecnología, hace parte de cadenas de valor globales y ha presentado avances en automatización. Sin embargo, esa adopción de la automatización es muy dispar en diferentes países y regiones, lo que por un lado dificulta encontrar conclusiones generales sobre la automatización del STC y por el otro fomenta los estudios contextualizados en regiones que no han sido lo suficientemente analizadas. El objetivo principal del estudio es precisamente analizar el nivel de madurez de la automatización para la competitividad en 10 empresas STC en Colombia, involucrando elementos como la estrategia y organización, las fábricas inteligentes, las operaciones inteligentes, los productos inteligentes, los servicios basados en datos y los empleados.

Para la elaboración de este estudio se contó con 20 entrevistas semiestructuradas basadas en el instrumento IMPULS, además se revisó material de archivo, y se realizaron visitas empresariales. Los resultados obtenidos evidencian que las empresas seleccionadas para este estudio de caso se encuentran en un nivel intermedio de automatización, además se identificaron brechas, tales como: poca actualización en materia de recursos tecnológicos y en talento humano debidamente capacitado en habilidades digitales, escasa o nula integración entre máquinas que permitan la autonomía en los procesos y agreguen valor. Aspectos que hay que tener en cuenta para intervenir y de esta manera avanzar en el proceso de automatización óptimo para la competitividad. Se busca además que este estudio de caso sirva de punto de referencia para despertar en las empresas mayor motivación para incursionar en el proceso de automatización y propender por alcanzar una mayor madurez en los procesos.

Palabras Claves: Automatización, competitividad, procesos productivos, sector textil confección (STC).

Abstract

In recent years, different industries have adopted automation models that have allowed them to improve quality, increase productivity and reduce costs, achieving faster, more personalized operations that are connected to market needs. Despite being classified as a low-tech sector, the textile clothing sector (STC) is part of global value chains and has presented advances in automation. However, this adoption of automation is very uneven in different countries and regions, which, on the one hand, makes it difficult to find general conclusions about the automation of the STC and, on the other, encourages contextualized studies in regions that have not been sufficiently analyzed. The main objective of the study is precisely to analyze the level of maturity of automation for competitiveness in 10 STC companies in Colombia, involving elements such as strategy and organization, smart factories, smart operations, smart products, data-based services and employees.

For the preparation of this study, there were 20 semi-structured interviews based on the IMPULS instrument, in addition, archive material was reviewed, and business visits were made. The results obtained show that the companies selected for this case study are at an intermediate level of automation, and gaps were also identified, such as: little update in technological resources and human talent duly trained in digital skills, little or no integration between machines that allow autonomy in processes and add value. Aspects that must be taken into account to intervene and thus advance in the optimal automation process for competitiveness. It is also intended that this case study serve as a point of reference to awaken in companies greater motivation to enter the automation process and tend to achieve greater maturity in the processes.

Keywords: Automation, competitiveness, production processes, textile manufacturing sector (STC).

1. Introducción

En los últimos años varias industrias han dado pasos hacia la reducción de la intervención humana en la manufactura y el aumento de la automatización. La implementación de procesos de producción basados o apoyados en inteligencia artificial, robótica e internet de las cosas se ha incrementado recientemente (Kashyap & Kaghuvanshi, 2020). La producción automatizada ha atraído la atención no solo de empresarios sino también de académicos. La automatización es uno de los aspectos centrales de la llamada Cuarta Revolución Industrial, que surge de la digitalización e interconexión de actividades productivas con uso de tecnologías; esta revolución es entendida como “la integración técnica de los sistemas ciber-físicos en la manufactura y logística y en el uso de la Internet [...] en los procesos industriales” (Kagermann, et al., 2013, p. 14). La Cuarta Revolución Industrial genera el reto de utilizar la tecnología en beneficio de todos para avanzar en la fabricación de productos inteligentes generados a partir de procesos integrados, automatizados, optimizados y sostenibles.

Múltiples sectores han incorporado procesos automatizados que buscan, por ejemplo, aprovechar el potencial de las máquinas para agregar valor, reducir los tiempos de fabricación, aumentar la capacidad instalada y facilitar la comunicación entre proveedores, productores y clientes (Garrel & Guilera, 2019; López-García, 2018). Dicha incorporación de la automatización industrial desarrolla una serie de ventajas y nuevas capacidades en todos los actores de la industria textil (Adhikari, 2018). Por ejemplo, según Bernat y Karabag (2019), algunas de las ventajas de la automatización industrial para los empresarios son el mejoramiento de la calidad, tipo y variedad de productos, la disminución de rechazos y desperdicios, la minimización de la necesidad de mano de obra, el incremento de la productividad, el mejoramiento de los procesos de manufactura existentes, el incremento de la vida útil de las máquinas, la minimización de las pérdidas horas-hombre por accidentes o enfermedades, la aplicación de las nuevas tecnologías de alta velocidad, el aprovechamiento del trabajo continuo de robots libres de fatiga, la manipulación de materiales en complejas tareas de ensamblaje, la realización de tareas peligrosas y monótonas con alta precisión y la reducción de costos de mantenimiento. Además, con el descubrimiento de nuevos materiales, nano materiales, grafeno y los sistemas informáticos integrados, la ingeniería promete un crecimiento en aplicaciones y capacidades para la automatización (World Economic Forum, 2016).

Estos procesos automatizados presentan variaciones en las diferentes industrias, por ejemplo, la impresión 3D en el sector de la construcción, la soldadura automatizada en el sector petrolero, e

incluso la producción de órganos bioartificiales y la implementación de cirugías a distancia y computarizadas en la industria médica (Martínez, et al., 2019). En el Sector Textil Confección (STC), a pesar de ser caracterizado por la alta intensidad de mano de obra y el bajo nivel de desarrollo tecnológico, también se ha venido implementando cambios que representan un acercamiento a la automatización. Algunos de esos cambios se relacionan con la implementación de sistemas de tejido tridimensionales, la manufactura robotizada, la impresión 3D de suelas de zapatos, el corte láser y los sistemas automatizados de distribución de textiles, entre otros (Bertola & Teunissen, 2018; Dwivedi, 2013).

A pesar de ser un sector altamente globalizado, la incorporación de la automatización en el STC varía en diferentes países y regiones. Por ejemplo, Singh (2018), Tseng, et al., (2011) y Chong (2019) sostienen que la industria textil asiática tiene una alta incorporación de la robótica, especialmente si se le compara con otras regiones; sin embargo, al compararla con otras industrias, aún resulta incipiente la automatización de esta industria. Por su parte, tanto Bernat y Karabag (2019), como Zamfirescu, et al., (2012), afirman que a pesar de ser productores de tecnología, en la Unión Europea se tiene un nivel medio de madurez de la automatización en el STC. Según Scott y Sayem (2018) Norteamérica está en un nivel medio de madurez de automatización del STC. Mientras que según Sánchez y Pizarro (2010) y Kemper, et al., (2017), en Suramérica se tiene un nivel bajo de incorporación de la automatización, pues la mayoría de los países suramericanos poseen pequeñas cuotas de participación en el mercado textil internacional, lo que le resta capacidad y capital para invertir en renovación tecnológica y automatización.

De acuerdo con Bertola y Teunissen (2018), la competencia en los mercados internacionales tiene mayores exigencias que en los nacionales y exige gran flexibilidad y rapidez en las gestiones de los negocios, de tecnología y de innovación. En el caso particular del STC recaen presiones en conflicto que se agudizan con elementos como la alta inserción del sector en cadenas de valor globales, la competitividad de los países asiáticos basada en estrategias de liderazgo en costos y en automatización y desarrollo de nuevos productos, y las dificultades de empresarios de otros países emergentes para actualizar su tecnología y desarrollar capacidades que les permita competir internacionalmente (Grieco et al. 2017; Hood, et al., 2016). En Colombia, por ejemplo, sobre el STC recae una exigencia constante por mejorar la calidad, aumentar las ganancias e incrementar la productividad para poder competir en los mercados globales y abastecer mínimamente el 35% de la demanda interna (Inexmoda, 2019).

En Colombia este sector es uno de los principales generadores de empleo en manufactura. Según datos de Textiles Panamericanos (2019), el STC genera aproximadamente 200.000 empleos directos y alrededor de 600.000 indirectos, lo que representa más del 13% del total del empleo en el sector de la manufactura en el país. Sin embargo, teniendo en cuenta la inserción del sector en las cadenas de valor globales, la competitividad del mercado internacional, la relación entre la implementación de automatización y la productividad, y la pérdida de empleos que puede generar la automatización (Gallardo, 2019; Kugler et al., 2020) se hace necesario conocer el estado actual de la incorporación de la automatización para posteriormente proponer soluciones conjuntas entre el Estado y los empresarios para que garantizar la subsistencia y el desarrollo del STC (Toudert, 2019).

En ese sentido, el objetivo de este trabajo es analizar el nivel de madurez de la automatización para la competitividad en un conjunto de 10 empresas del STC en Colombia. Este trabajo y su elección metodológica se justifican en tres aspectos principales. El primero es que, si bien hay algunas investigaciones previas que analizan la madurez de las capacidades de innovación o de la incorporación de la automatización en Colombia, estas investigaciones todavía no son concluyentes y varias de ellas no son específicas del STC. Por ejemplo, Arias-Pérez y Castaño-Ríos (2014) analizaron los modelos de madurez y capacidades de innovación en cinco empresas de diferentes industrias y encontraron que, aunque se ubican en un nivel intermedio de madurez, tienen un nivel de estancamiento que les impide llegar a la integración, sinergia y autonomía.

Adicionalmente, en un estudio comparativo sobre la productividad, el uso de tecnologías y la eficiencia energética en el STC en Alemania y Colombia, Pardo Martínez (2010) encontró que las mejoras en productividad del STC alemán recaen con mayor énfasis en la tecnificación de procesos y en inversiones estratégicas, mientras que en Colombia se lograban mejores resultados a través de las inversiones en investigación y desarrollo y la adquisición de nuevas tecnologías. Más recientemente, Kugler et al., (2020) encontraron que la robotización de la producción de empresas estadounidenses del STC con operaciones en Colombia, tiene dos efectos principales: la reducción en número de empleados y el aumento de los incentivos para devolver la producción a Estados Unidos al no poder aprovechar completamente las ventajas específicas de locación relacionadas con los bajos costos de mano de obra en Colombia.

El segundo aspecto que justifica este estudio se relaciona con la elección metodológica. Un estudio de caso múltiple puede ser de utilidad en esta situación si se tiene en cuenta que los estudios previos en el contexto colombiano no son concluyentes y que el STC mundial está teniendo una

transformación sustancial (Chong, 2019). Según De Masis y Kotlar (2014) los estudios de caso permiten hacer una investigación de fenómenos en tiempo real, especialmente, cuando hay cambios estructurales que aún no son suficientemente entendidos, como los que está viviendo el STC con la automatización, robotización y digitalización. Los estudios de caso como este son útiles para describir, descubrir y analizar fenómenos poco analizados, de tal manera que los hallazgos puedan utilizarse para iluminar investigaciones o intervenciones futuras (Runfola, et al., 2017; Vissak, 2010).

Finalmente, el tercer argumento que justifica esta investigación es el interés de diversas instituciones en mejorar la competitividad del STC colombiano a través de la automatización. Por ejemplo, alrededor de la Mesa Sectorial para el Sector Textil y la Mesa Sectorial de Diseño, Confección y Moda, ambas creadas en 2014, se reúnen 285 empresas del STC. Estas mesas tienen dentro de sus objetivos el análisis de nuevas tendencias ocupaciones con los cambios tecnológicos y el análisis de brechas frente a la adopción de nuevas tecnologías. Por su parte, instituciones como Inexmoda y el Cluster Moda y Fabricación Avanzada también tienen dentro de sus propósitos promover el crecimiento y la actualización tecnológica del sector basados en tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial. Este estudio entonces aporta a ese interés en la productividad y la automatización a través de un estudio de caso cuyos hallazgos tienen implicaciones prácticas para otras empresas del sector que estén necesiten conocer experiencias previas.

Para este estudio se utilizó como instrumento un cuestionario adaptado a partir del modelo alemán IMPULS. Este instrumento arroja tres niveles de madurez de la incorporación de la automatización que se definen así: a) nivel principiante: empresas que incorporan la automatización de sus actividades, procedimientos y procesos en máquinas, b) nivel intermedio: empresas que implementan interfaces para intercomunicar todas esas máquinas, y c) nivel de líder: empresas que integran todos los procesos de la fábrica, donde se puedan dar órdenes desde un dispositivo fuera de la fábrica y se cumplen los requisitos de producción.

Este trabajo se divide en las siguientes secciones. A continuación, se presentan los objetivos de la investigación y el marco teórico con respecto a la incorporación de la automatización en el STC. Posteriormente se presenta la metodología utilizada para desarrollar este estudio de caso múltiple a partir del instrumento de análisis de la madurez de la incorporación de la automatización. Después se presentan los hallazgos, su respectivo análisis, y las conclusiones y, para finalizar, se presenta una propuesta basada en un plan de acción que integra recomendaciones para las empresas del STC y

diferentes actores de la cadena que permitan superar las primeras nieves de la madurez de la incorporación de la automatización.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Analizar el nivel de madurez de la automatización para la competitividad en 10 empresas del Sector Textil Confección (STC) en Colombia.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el nivel de madurez del liderazgo de las empresas del STC en la automatización de los procesos para su competitividad.

- Determinar el nivel de madurez de la transformación digital para la conectividad en sistemas y máquinas con protocolos de seguridad competitivos.

- Identificar el nivel de madurez de la capacitación y actualización permanente a los empleados en las tecnologías 4.0 que mejoren su competencia.

3. Marco teórico

Con el objetivo de contextualizar el análisis del nivel de automatización para la competitividad en 10 empresas del STC en Colombia, este marco teórico se divide en cinco apartados de la siguiente manera: el primero hace referencia a la definición de Industria 4.0, digitalización y sistemas ciberfísicos, el segundo describe el concepto de automatización, los procesos productivos y niveles de madurez de la automatización, en tercer lugar se hace mención a la automatización en Colombia, en un cuarto apartado se enfatiza en la automatización en el STC, seguido de un quinto y último apartado que describe el panorama del STC en Antioquia.

3.1. Industria 4.0, digitalización y sistemas ciberfísicos

A través de la historia la industria se ha visto sometida a múltiples transformaciones que han aportado a la construcción de lo que hoy se conoce como la cuarta revolución industrial, denominada por algunos autores como la era de la digitalización o Industria 4.0; este cambio en la industria está asociado a un vertiginoso aumento de la tecnología y por supuesto a los esfuerzos que las empresas ha hecho para avanzar en la implementación (Rozo, 2020).

La cuarta revolución industrial es un concepto acuñado por Klaus Schwab en el año de 2016 (Corzo & Álvarez, 2020), sin embargo, sus orígenes pueden ser rastreados desde la llamada tercera revolución industrial, con la introducción de tecnologías digitales que surgen desde mediados del siglo pasado y se estructura el concepto como una fusión tecnológica que borra las líneas que separan los ámbitos físicos, digitales y biológicos (Xu et al., 2018, citado por Corzo & Álvarez, 2020)

En el año 2016 desde el Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés) se comienza a acuñar el concepto de cuarta revolución industrial como una transformación de la economía mundial debida a la rápida evolución tecnológica, principalmente asociada a la Inteligencia Artificial (IA) y robótica, lo que generó una creciente preocupación sobre el proceso de "destrucción creativa" en cuanto al papel en el que el ser humano juega frente a las máquinas automatizadas, de ahí que surja la pregunta fundamental de cómo las personas, las empresas y las industrias deben responder a este cambio revolucionario.

Según Rozo (2020) la fusión de los sistemas físicos con los sistemas digitales y biológicos es una característica que determina esta era, buscando así generar una red de producción inteligente que

demuestre la interacción y colaboración que pueda existir entre sí, cambiando sustancialmente la forma como el hombre se relaciona e interactúa con el mundo.

En concordancia con lo anterior la digitalización de los sistemas y de los procesos industriales aprovecha la oportunidad que en la actualidad brinda el internet de las cosas y el internet de los servicios, para conseguir una mayor agilidad en los procesos productivos mediante la utilización de tecnología de punta con características de flexibilidad y autonomía. En otras palabras, la digitalización se relaciona con la forma en la que las tecnologías digitales se usan para transformar procesos empresariales (Arias-Pérez, et al., 2021). Por lo tanto, nos enfrentamos a una nueva visión del concepto de fábrica del futuro o fábrica inteligente cimentada en el uso de nuevas tecnologías.

Se puede decir también, que la digitalización es una nueva visión de la fábrica del futuro o fábrica inteligente, además implica la transformación digital de la industria y de las empresas con la integración de las tecnologías innovadoras que se caracterizan por la fuerza técnica y de calidad necesaria para romper paradigmas (Rozo, 2020).

Cortés (2016), citado por Corzo y Álvarez (2020), plantea que actualmente es posible identificar señales evidentes de la digitalización o sistemas ciber físicos, por ejemplo a través de la hiper-conectividad y las comunicaciones, el internet de las cosas (IoT), la fabricación personalizada y la nanotecnología, adicionalmente cita a Klaus Schwab para señalar tres áreas en las cuales los cambios van a ser significativos: trabajo, gobierno y empresa (Corzo & Álvarez, 2020). Su concepción se trata de una era con enormes retos donde la digitalización de sistemas, la automatización de la industria, la interconexión y las comunicaciones llevan a una nueva visión la de fábrica inteligente a través de tecnologías nuevas y disruptivas que alimentan la formación de Ciudades Inteligentes (Smart Cities). Con todo esto, se vislumbran nuevos retos con importantes aristas estratégicas en torno a la desigualdad, la privacidad, la propiedad intelectual y la ciberseguridad (Joyanes, 2017 citado por Corzo & Álvarez, 2020).

Por lo anterior, los sistemas Cyber-físicos o *Cyber-Physical Systems* (CPS) son un proceso que integra la computación con los procesos físicos. En tal sentido Chandy, (2010), expresa que el potencial social y económico que tienen los CPS es mucho mayor de lo que hasta el momento se ha pensado; en todo el mundo se están realizando grandes inversiones para desarrollar esta tecnología, pero los retos son considerables. Se trata entonces de generar recursos que se puedan tomar para el proceso de automatización de la industria, esta integración de software y hardware al servicio de la industria para generar más altos niveles de productividad y garantizar un proceso que conduzca a la

competitividad es tarea fundamental de la industria y en el caso particular de las empresas del STC que cada vez se enfrentan a mayores desafíos en materia de automatización como indicador de crecimiento y productividad (Pérez, 2015)

Así mismo, la robótica, apoyada en estos sistemas ciber físicos es considerada como “una de las expresiones de la tecnología que constituye el saber y el hacer sobre los robots y cuya aplicación se ha extendido a diversos contextos de la vida del hombre” (López & Andrade, 2013, p. 21). Además de sus diversas aplicaciones en la industria, entorno en el que hace presencia facilitando y mejorando actividades claves en lo que respecta a producción y organización, la robótica, se constituye en una de las áreas más características de la Inteligencia Artificial. En los últimos años, la robótica ha tenido un crecimiento sorprendente desde sus inicios hasta hoy en día, se han desarrollado progresos muy significativos en diversos campos de aplicación. Los robots se han convertido en una herramienta fundamental para producir, trabajar y realizar labores peligrosas en la tierra y fuera de ella (Quiñones, et al., 2015)

Según Parker (2008), Las aplicaciones de la robótica estaban enfocadas principalmente en el sector industrial (por ejemplo: la soldadura, el montaje, el procesado, manipulación de piezas, el corte de materiales mediante robot), donde el principal objetivo era la automatización masiva en los servicios para aumentar la productividad, la flexibilidad, la calidad, pero sobre todo, la mejora de la seguridad con el fin de disminuir el riesgo de las personas en la realización de tareas peligrosas. El avance de la tecnología y en especial de la robótica genera temores e incertidumbres entre los trabajadores por la posibilidad de perder sus puestos de trabajo, sin embargo, para autores como García (2019), la robótica también tiene el potencial de dar mayor seguridad y calidad laboral a los empleados de diferentes industrias manufactureras.

3.2. Automatización, procesos productivos y niveles de madurez de la automatización

La palabra automatización fue originalmente usada desde la gerencia de ingeniería de la Ford Motor Company en 1946 para describir la variedad de mecanismos, dispositivos de alimentación y transferencia automática (Dwivedi, 2013). La automatización industrial, surge como una de las tecnologías para el manejo de la información en las empresas, la toma de decisiones en tiempo real, incorporando la informática y el control automatizado para la ejecución autónoma y de forma óptima de procesos diseñados según criterios de ingeniería y, en consonancia, con los planes de la dirección empresarial (Colciencias, 2005).

La automatización hace parte del ecosistema digital, de tecnologías de información y de comunicación (TIC) donde siempre habrá un desarrollo y crecimiento de nuevas aplicaciones que mejoren los sistemas, las máquinas y los dispositivos para ayudar agilizar las tareas en los procesos productivos como consecuencia surgen nuevos perfiles profesionales, donde las personas tendrán más tiempo para dedicar a otras actividades mentales como la toma de decisiones para la solución de problemas en la organización y el desarrollo de nuevas competencias y habilidades (López, 2018).

Al mismo tiempo Dwivedi (2013, p.175) define la automatización como: “una técnica de control automático de operación de un aparato, procesos, sistema por medios mecánicos o dispositivos electrónicos que involucran la observación, esfuerzo y decisión del hombre”. En este contexto, la manufactura pasa de un desarrollo completamente manual a la mecanización, en la que los operadores son asistidos por máquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones de los operarios. Con la automatización, los métodos son asistidos por el uso de diferentes sistemas de control y la utilización de tecnología informática, se logra reducir de manera considerable el esfuerzo mental y sensorial del humano dentro de un proceso industrial (Kalpakjian & Schmid, 2008).

Así mismo la llamada *Intelligent Process Automation* (IPA) es la recopilación de tecnologías que se unen para gestionar, automatizar e integrar procesos digitales. Las tecnologías principales que componen IPA incluyen la Automatización de Procesos Digitales (DPA), la Automatización Robótica de Procesos (RPA) y la inteligencia artificial (AI). (Tim, 2020). A pesar de que los procesos de automatización, digitalización o robotización son considerados como una fuente de ventaja competitiva para las empresas, existen controversias asociadas a la automatización, especialmente por su potencial en la reducción de la necesidad de mano de obra (Schlogl & Sumner, 2020). Las empresas trabajan para incentivar la automatización, sin embargo, los empleados y algunos grupos de interés tienen el temor de perder sus puestos de trabajo (Montero Vilela & Arias 2019). Los proyectos de automatización sufren problemas en la comunicación del personal, pero el reto es seguir una mejora sostenible del proceso relacionando en conjunto con el rendimiento, el proceso, las buenas prácticas y el personal (Industria Alimenticia, 2008).

Por su parte, Kalpakjian y Schmid (2008) mencionan también algunas ventajas que pueden surgir luego de aplicar automatización a un proceso; en particular hacen hincapié en dos ventajas. En primer lugar, la sustitución de la mano de obra del operario por máquinas automáticas que ejecutan tareas repetitivas o de alto riesgo como el levantamiento de cargas pesadas, los trabajos en ambientes extremos, el manejo de una alta precisión, las tareas repetitivas con una misma posición por largas

jornadas, tareas estas en las que el operario es proclive al agotamiento y la desconcentración. En segundo lugar, el aumento de la producción, al mantener una línea de producción constante y automatizada, las demoras y contratiempos en el proceso son mínimos; el tiempo de ejecución de todo el proceso disminuye sustancialmente. Mientras que la línea de producción se mantenga constante, la inversión en automatización se recupera debido a los altos índices de ingresos.

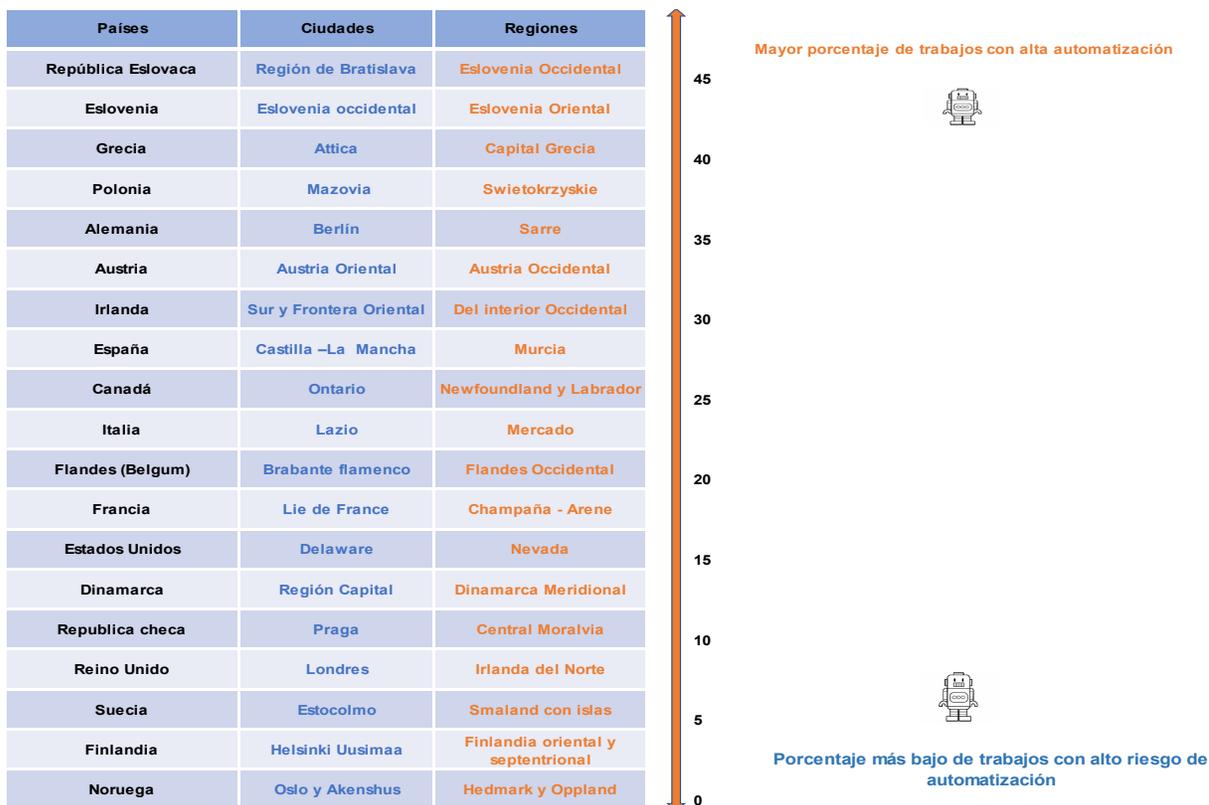
En el inicio de la era de la automatización industrial, el diseño de sistemas automáticos para el control de los procesos productivos se caracterizaba por el diseño de una arquitectura centralizada y jerárquica, basada en Controladores Lógicos Programables (PLC, por sus siglas en inglés), donde se tenía el control de todo el proceso (Mejía et al., 2019). Sin embargo, con el pasar del tiempo y la aparición de nuevas y mejoradas tecnologías y herramientas, han permitido que este tipo de diseño haya sido mejorado en favor de tener sistemas más robustos y dinámicos, como lo son los sistemas holónicos, donde cada uno de los componentes tienen funciones definidas en pro del funcionamiento del sistema, facilitando la dinámica de interacción entre ellos y el proceso (Chacón et al., 2009).

Los sistemas de información requieren de una alta arquitectura empresarial, lo que conlleva una adecuada integración de esfuerzos. El sistema integrado además de ser un conjunto de elementos tangibles (hardware) e intangibles (software) relacionados y conjugados de forma armónica, necesita de una alta capacidad organizacional para responder a cambios como por ejemplo el lanzamiento de un nuevo producto (Malleuve et al., 2015).

Los procesos de automatización industrial encaran un reto enfocado en la búsqueda de nuevas formas de adopción de tecnologías, encaminadas a la mejora de los resultados en las cadenas de producción (Tim, 2020). Un ejemplo de la implementación de mejoras tecnológicas en cadenas de producción, es la implementación del estándar IEC 61499, que consiste en bloques de funciones que recortan las limitaciones de otros estándares en términos de modularidad y distribución electrotécnico que define los conceptos básicos para el diseño de medición y distribución de procesos industriales y sistemas de control (IPMCS, por sus siglas en inglés) (Thramboulidis, 2005).

Con relación a lo anterior en la figura 1 se presenta los porcentajes de trabajo que determinan el nivel de automatización en diferentes países.

Figura 1: Porcentaje de trabajo con alta y baja automatización en los países y sus respectivas regiones.



Fuente: Tomado y adaptado de (OCDE, 2019)

Al mismo tiempo, en el contexto de América Latina, sumado a la baja incorporación de la automatización, hay elementos como la falta de marcas propias fuertes y reconocidas internacionalmente, la dependencia de los recursos naturales, y la falta de capacidad gerencial que dificultan la competitividad internacional (Cuervo-Cazurra & Ramamurti, 2014; Madhok & Keyhani, 2012). Competir con China es una desventaja para los países Latinoamericanos; más bien se propone que estos se especializan en productos segmentados que permitan atender una oferta diferenciada de acuerdo con los gustos, tendencias y preferencias de los mercados internacionales (López & Rodríguez, 2016).

Según Páez et al., (2018, p.2), el modelo de madurez se define como “un modelo conceptual que consiste en una secuencia de niveles de madurez discretos para una clase de procesos en uno o más dominios de negocio y que debe representar un camino evolutivo deseado o esperado respecto a lo que es una organización madura”. El comité técnico ISO en 2009 la define como “aquella que

tiene un desempeño eficaz y eficiente logrando el éxito con acciones que permitan satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, y por consiguiente realizar un debido control que permita identificar posibles áreas de mejora e innovación” (p. 2). El concepto de madurez es importante definirlo considerando su pertinencia para los sistemas de gestión de calidad, la madurez, es un indicador que muestra los esfuerzos de una organización para analizar y mejorar continuamente las actividades fundamentales, tales como fabricación, comercialización, comunicaciones y otros elementos importantes. Por esta razón, los modelos de madurez deben estar formulados de manera que puedan mostrar por dónde comenzar, asegurar el progreso y anticipar los resultados (Páez et al., 2018)

En concordancia con lo anterior, Montaña et al., (2010, p. 16) Definen la madurez como “la escala para medir las capacidades de la organización sirviendo de plataforma en el camino para conseguir una mejora. Cada nivel de madurez considera un conjunto de objetivos que una vez satisfechos caracterizan y estabilizan a la organización”.

Con respecto al proceso de automatización, Arias-Pérez y Castaño-Ríos (2014) presentan un estudio que busca determinar la madurez de las capacidades de innovación de cinco empresas. Para ello, utilizaron el modelo teórico de Essmann y Du Preez (2009), el cual se compone de tres dimensiones: constructo capacidad de innovación, escala de madurez, y constructo organizacional, con ello, se procedió a construir un índice de capacidad de innovación calculando los rangos de los tres niveles de madurez usando el análisis clúster (Jung et al., 2009); todo esto para intervenir las empresas seleccionadas para el estudio. Se obtuvo como resultado que las empresas se encuentran en el nivel de madurez formalizado y predecible. Este estudio concluye que si bien se han identificado e implementado las mejores prácticas asociadas a cada capacidad de innovación, no se ha logrado que los individuos se apropien y hagan uso de manera sistemática de las mismas (Arias & Castaño, 2014).

Es importante el resultado de este estudio para la presente investigación por su aporte desde los procedimientos y resultados para justificar la necesidad de crear una mentalidad innovadora desde los altos mandos en las empresas, incursionando en la automatización como manifestación de innovación empresarial y por supuesto que se evidencie en la maximización de los recursos organizacionales hacia el alcance de un nivel de madurez más apropiado en cuanto a procesos de gestión organizacional en general.

A propósito de la madurez de la incorporación de la automatización, Pérez et al., (2015) revisaron el nivel de madurez de las tecnologías de la información para confirmar que estén alineadas con la estrategia de la organización. Los resultados permitieron identificar las brechas que impiden la correcta alineación, ya que la tarea de incorporar las tecnologías de la información como generadoras de valor del negocio son una preocupación de los directivos para la toma de decisiones. Los autores con este modelo buscaban mejorar la gestión pública integrando las buenas prácticas de las tecnologías de la información.

En esta misma línea Jacques et al., (2018) citando a Cimini et al., (2017). coinciden en que el uso de modelos de madurez es de gran utilidad para la transformación de las áreas que requieren cambios para garantizar la calidad del negocio. Por lo tanto, de acuerdo al texto anterior, los modelos de madurez han sido desarrollados con el objetivo de convertirse en una herramienta que asista a las empresas en la identificación de estrategias para reducir costos, de mejorar la calidad y en la reducción del tiempo de comercialización de manera que puedan obtener y conservar una ventaja competitiva.

Así mismo, Carballo et al., (2019), presentan los resultados de un proyecto cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico de procesos con enfoque de madurez de pequeñas empresas manufactureras en México, con la intención de obtener datos de su situación actual como insumo para el futuro planteamiento de propuestas de mejora. En este estudio se identificó que actualmente existen metodologías, estándares, modelos de madurez y guías que pueden ayudar a una organización a mejorar su modo de operar (Carballo, et al., 2019)

Por su parte, Aguirre y Córdoba (2008) presentan los resultados del proyecto de investigación mediante el cual se diagnosticó la madurez de los procesos de negocio, de acuerdo con el modelo de madurez de capacidad (CMM, por su sigla en inglés) de un grupo de empresas medianas colombianas para determinar su estado respecto al grado de estandarización, el mejoramiento de los procesos y el uso de metodologías, medios y herramientas que se aplican e implementan para tal fin. Se encontró un bajo grado de madurez de los procesos en el grupo de empresas analizadas, lo que conlleva una baja estandarización de los procesos y falta de iniciativas de aplicación de herramientas de mejora. Esto no genera un ambiente de mejoramiento continuo e innovación de procesos. Este estudio plantea cómo se puede impulsar el mejoramiento en la madurez de los procesos en las pymes colombianas para mejorar su productividad y eficiencia.

3.3. Automatización en Colombia.

La economía basada en el conocimiento es un discurso generado a mediados de los setenta por autores como Bell (1976), quien menciona que “la sociedad del conocimiento puede considerarse como una transformación de las formas de producir, comercializar y consumir de toda la sociedad” (p. 23). En la actualidad existen pocos estudios sobre el avance de la automatización de la industria manufacturera en Colombia, por lo que es necesario acudir para obtener más información de fuentes no necesariamente académicas o resultados de investigación, como por ejemplo análisis a través de medios de comunicación, informes de entidades nacionales y los reportes industriales. Adicionalmente, algunos de los estudios sobre automatización en Colombia no son recientes, por lo que no se cuenta con un análisis completo y actualizado del nivel de incorporación de la automatización en el país.

En concordancia con lo anterior, “en Colombia es necesario definir políticas sectoriales para fortalecer el mercado nacional, con capital humano capaz de generar desarrollo científico y tecnológico propio para la seguridad, supervivencia de las empresas y el incremento en la productividad en el país” (Lozano, 2010, p.23). En un estudio divulgado en el Foro Económico Mundial de Davos en Suiza, la automación puede extinguir cerca de 7,1 millones de empleos en las 15 mayores economías globales hasta 2020 (Rydlewski, 2018). “Por lo tanto el avance de la automatización y de la robotización alcanzará no solo las tareas rutinarias, sino también posiblemente en menor medida las no rutinarias (manuales y cognitivas)” (Mendizabal, 2018, p. 23). Todavía creemos que las nuevas tecnologías destruirán empleos, pero lo que se pretende en definitiva con ello, es que muchas tareas sean sustituidas por robots en la Industria 4.0. y es por esto que, la sociedad del futuro requerirá más tareas de todo tipo y en especial cognoscitivas.

Es importante destacar que de acuerdo con el estudio realizado en la identificación de brechas de las empresas del sector metalmecánico en el departamento de Caldas (Rey, 2009) solo el 10% de las organizaciones tienen alguna aplicación robótica, las demás no cuentan con procesos robóticos implementados. Otro aspecto relevante es que el 40% de las empresas tienen niveles medios de automatización, el 10% se encuentran en categoría media- altas y el 50% tienen una mayor brecha por los niveles bajos de automatización encontrados, esto por el carácter manual de las operaciones en la cadena de valor (Rey, 2009).

Según Dinero (2017), para el año 2020 se proyectaba que el grado de automatización en el sector empresarial colombiano sería de entre el 25% al 30%, lo cual implica un gran reto en materia

de apropiación de la tecnología y mejoramiento de las competencias de los empleados. Otra tendencia importante es la sostenibilidad de la industria textil, soportada en la automatización como una palanca para el cambio y su escalabilidad. En esta industria, los modelos de negocio que reducen el desperdicio, así como las tecnologías verdes (greentech) que minimizan el consumo de recursos, y también el hecho de que la conectividad facilita el conocimiento y seguimiento de la producción, lo que posibilita una gestión más eficiente y ayuda tanto a la trazabilidad y transparencia a lo largo de las complejas cadenas de suministro como en su competitividad, además hacen que la automatización sea una de las áreas claves para el correcto desarrollo de la industria (Martínez et al., 2019).

En Colombia la cadena de valor del STC la integran los siguientes eslabones: en primer lugar, los proveedores que instalan en el mercado los insumos primarios de la industria incluyendo materiales y fibras (naturales como algodón y lana y/o sintéticas como poliéster y nylon); en segundo lugar se identifican las empresas textiles (hilatura, tejeduría) quienes tienen a su cargo el proceso de manufactura con la preparación y transformación del Hilo (Tejido, acabado, bordado, estampado, teñido, etc.); seguido de las empresas de confección encargadas de la elaboración de productos finales y oferta de servicios complementarios para diferentes industrias (Industria de ropa, productos de hogar, entre otras); finalizando la cadena se encuentran las empresas dedicadas a la comercialización (por mayor y por menor) mediante diferentes canales y el consumidor final (Vélez et al., 2013)

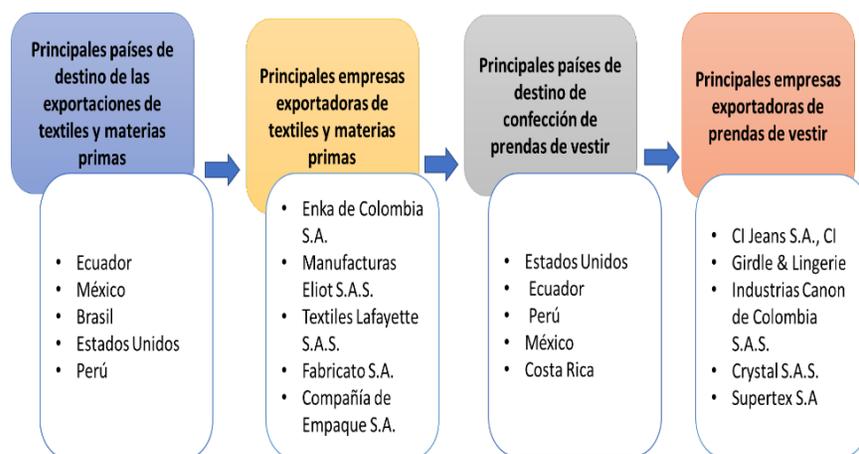
Las empresas de este sector están interconectadas en un clúster textil para fortalecerse y ser más competitivas, de tal forma que este clúster representa el 2,5 % del PIB departamental, y 17 % del valor agregado de la industria antioqueña. La actividad textil-confección es liderada desde el municipio de Medellín y su área metropolitana, en donde se genera el 45,5 % del total de clúster nacional (Semana, 2017).

Los productos colombianos que más se exportan en el STC son filamentos sintéticos o artificiales, tejidos de punto, tejidos impregnados recubiertos, algodón y tejidos especiales con pelo (Inexmoda, 2020). El producto con mayor aporte al crecimiento real en diciembre de 2019 fue la ropa interior para mujer con el 10.41%. La tela denim continúa siendo una de las más demandadas en la industria de la moda debido a su versatilidad, comodidad y resistencia. Los productos más comunes elaborados en esta tela son jeans, camisas y chaquetas (Inexmoda, 2019).

En materia de comercio exterior, para el 2017 en la fabricación de productos textiles se observó una variación positiva de 1.1%, para la confección de prendas de vestir fue del 9,6%

(Superintendencia de Sociedades, 2019). En la figura 2 se muestra el mercado de exportaciones del STC.

Figura 2: Mercado de Exportaciones



Fuente: Inexmoda, 2020.

Mientras que las exportaciones aumentaron considerablemente para el 2018 en comparación que el año anterior en productos textiles con el 6,1% y confección de prendas corresponden al 7.1% (Inexmoda, 2019).

En junio de 2018 las exportaciones del grupo de manufacturas aumentaron 7,7% al pasar de US\$663,6 millones FOB en el mes de junio de 2017 a US\$714,6 millones FOB en el mismo mes de 2018. La variación de 39,7% en las exportaciones de hilados, tejidos, artículos confeccionados de fibras textiles, y productos conexos se explicó principalmente por el incremento en las ventas externas a Estados Unidos y Ecuador, que contribuyeron en conjunto 34,2 puntos porcentuales (DANE, 2018).

En el contexto de Colombia, en junio de 2020 se declararon ventas al exterior por US\$2.278,1 millones de dólares en valor FOB, de los cuales US\$1.490,0 millones se embarcaron durante el mismo mes, US\$436,0 millones en mayo, US\$157,2 millones en abril, US\$91,0 millones en marzo, US\$65,3 millones en febrero, US\$17,2 millones en enero y US\$21,5 millones en meses anteriores (DANE, 2020).

A continuación, en la Figura 3 se muestra el valor de las exportaciones para el periodo comprendido entre el año 2015 y julio de 2020.

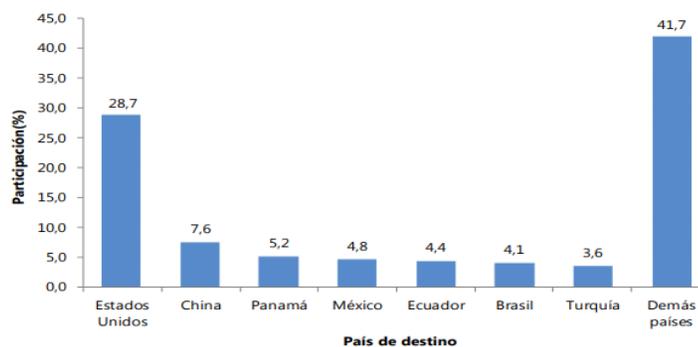
Figura 3: Participación de exportaciones textiles 2015-2020



Fuente: DANE (2020)

En el periodo enero-junio de 2020, Estados Unidos fue el principal destino de las exportaciones colombianas, con una participación de 28,7% en el valor total exportado; le siguieron en su orden de participación: China, Panamá, México, Ecuador, Brasil y Turquía. En la Figura 4 se presenta de manera porcentual del valor FOB de las exportaciones según país de destino Enero-junio 2020.

Figura 4: Participación de FOB según exportaciones



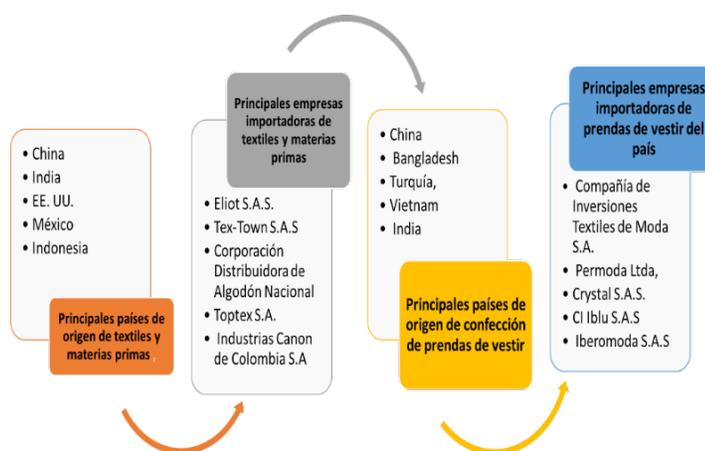
Fuente DANE (2020)

En 2018, los principales importadores de textiles fueron Estados Unidos (\$118 Billones de dólares), Alemania (\$61.3 Billones de dólares), Japón (\$36.5 Billones de dólares), Francia (\$35.3 Billones de dólares) y Reino Unido (\$34.6 Billones de dólares). El arancel promedio para Textiles

fue de 15.4%. Así mismo, los países con los aranceles de importación más altos para los textiles son Irán (60,4%), Siria (29,9%), Etiopía (28,9%), Bahamas (28,7%) y Sudán (26,8%). Los países con los aranceles más bajos son Hong Kong (0%), Singapur (0%), Suiza (0%), Mauricio (0,42%) y Sri Lanka (0,59%) (Observatorio Complejidad Económica de MIT, 2020).

Para el 2018 la importación de productos textiles evidenció un mayor crecimiento del 24,9%, en comparación con la confección de prendas de vestir que corresponde al 14,5%. (Superintendencia de Sociedades, 2019). En la figura 5 se muestra el mercado de importaciones del STC.

Figura 5: Mercado de Importaciones.



Fuente: Inexmoda, (2020).

Las importaciones en este sector han aumentado principalmente por la entrada de productos de otros países a muy bajo costo, fenómeno que se conoce como contrabando técnico. Los países de donde más se importan estos productos son China y Panamá (Observatorio de Desarrollo Económico, 2015). Por otro lado, la Cámara Colombiana de la Confección y Afines (CCCyA), la Federación de Comerciantes (Fenalco) y la Asociación Nacional de Comercio Exterior (Analdex) exigieron al gobierno medidas proteccionistas por los altos aranceles en los textiles colombianos por que incentivan el contrabando y reclamaron las reformas arancelarias planteadas por medio de una demanda interpuesta a la Presidencia en noviembre de 2019, con los Artículos 274 y 275 del Plan Nacional de Desarrollo (PND) (Fashion Network, 2020).

Sin embargo, la presencia de los mercados internacionales con menores costos de producción, sumando el contrabando, genera una serie de inconvenientes en el STC reflejándose en la disminución en la competitividad a nivel nacional e internacional (Mesa Sectorial y SENA, 2017).

Uno de los principales problemas que debe enfrentar el STC es el contrabando que afecta todo el eslabón de la fabricación y comercialización consiguiendo incluso que una de sus principales empresas decidiera suspender su producción durante dos semanas en el año 2017 argumentando que los resultados del primer semestre del año no habían sido los mejores por lo que resultó necesario recortar costos de producción.

Según el DANE, para 2017 el STC tuvo una participación del 4,34% del PIB de manufactura con \$243.469 millones de pesos, y la participación de la industria nacional es del 35%, siendo el STC dentro de la manufactura el más intensivo en mano de obra y el de más baja estructura de tecnologías informáticas y automatización (DANE, 2020).

Por otro lado, es de considerar en la hoja de ruta propuesta por el Instituto Tecnológico Textil-AITEX (2016) que el STC debe tener un crecimiento a través de la reconversión tecnológica, el valor agregado y un empleo mucho más cualificado. A continuación, en la tabla 1, se resume la hoja de ruta, con los datos de infraestructura y sostenibilidad, así como los factores claves para el avance del sector en un futuro cercano:

Tabla 1: Hoja de ruta propuesta por AITEX (2016) para el STC

Infraestructura y sostenibilidad	Factores claves para el avance del sector	Oportunidades que tiene el sector
El 40 % de las empresas no dispone de un sistema informatizado de gestión (principalmente microempresas, con un 70 %). El 50 %, aproximadamente, no dispone de página web. Tan solo un 17 % en Textil y un 19 % en Confección realiza ventas on-line. Tres de cada cuatro empresas consideran que es necesaria la implantación de medidas y herramientas informáticas para mejorar la gestión de compras, de la organización, de la producción, del almacén y de stocks de la	La escasez de mano de obra. La imagen del país, el alza del dólar. Las relaciones políticas con países vecinos, crecimiento de las tasas de interés, elevados impuestos, la falta de financiación por parte del Estado, las deficientes infraestructuras viales, restricciones a las importaciones, el contrabando y el proceso de paz.	Los Tratados de Libre Comercio. La existencia de un grupo importante de empresas líderes e impulsoras del sector. Los avances del sector a nivel de tecnología productiva (procesos más eficientes y competitivos). Las perspectivas de consolidación de la demanda interna y el crecimiento de la

<p>empresa. En Confección tiene especial interés la gestión del diseño.</p> <p>Cuatro de cada cinco empresas entrevistadas consideran que es necesaria la implantación de medidas para mejorar la eficiencia energética y así reducir costos. Destacan sobre todo las medidas de optimización de procesos focalizadas en la reducción de costos energéticos en el subsector de teñidos y acabados.</p> <p>Cuatro de cada cinco empresas entrevistadas consideran que es necesario implementar buenas prácticas sociales.</p> <p>La gestión hídrica y de residuos industriales es considerada clave por un 20 %, y además se ha identificado como un factor crítico para el sector a medio y largo plazo.</p>	<p>La inversión en nuevas tecnologías, más respetuosas con el medioambiente, leyes ambientales complejas y exigentes, afectación de factores climáticos (calentamiento global) y falta de recursos humanos especializados en materia medioambiental.</p> <p>El mejoramiento de la eficiencia productiva, la falta de modernización de la industria, Investigación y Desarrollo Tecnológico para el sector, fuentes de financiación complejas y la reducción de la informalidad.</p>	<p>demanda externa en países de oportunidad.</p> <p>La creciente importancia de la logística y las TIC como motor competitivo del sector.</p> <p>El poder de negociación de clientes y proveedores.</p>
--	---	---

Fuente: Elaboración propia basada en AITEX (2016)

3.4. Automatización en el STC.

El STC tiene una historia que se remonta desde principios del siglo XX, cuando empezó la creación de las primeras empresas de tejidos en el país, como son Fábrica de Hilados y Tejidos El Hato, Compañía de Tejidos de Bello, Fábrica de Tejidos Hernández y Compañía Colombiana de Tejidos (Coltejer). Posteriormente, en los años 50, se crearon empresas para productos específicos como Leonisa. En 1980 se trató de internacionalizar el sector creando Inexmoda y, en 1989, las ferias de Colombiamoda y Colombiatex de las Américas, enfocadas en que el sector se conociera mundialmente, impulsando así los intercambios comerciales y las negociaciones internacionales (Inexmoda 2019).

En el STC, la automatización y otras tecnologías han sido utilizadas por años, pero de manera aislada y al ser utilizados en la industria manufactura potencializan y transforman, integran los procesos productivos con el fin de mejorar la eficiencia operativa y el desempeño organizacional (Ynzunza et al., 2017). En los procesos textiles de hilatura como el *picking* o alistamiento de los pedidos y el desmotado han sido transformados de procesos manuales a automatizados. Al mismo

tiempo en el proceso de algodón para lograr la uniformidad, longitud, resistencia y alargamiento del hilo se han evidenciado mejoras con la automatización. En los procesos logísticos como el transporte, el paletizado, el embalaje, el control del inventario y los pedidos también se han implementado soluciones de automatización. Así mismo, hay que destacar que en las máquinas con la ayuda de la automatización y la microelectrónica se ha optimizado y mejorado la calidad en la producción, reduciendo costos en la mano de obra. También procesos como el teñido en sus múltiples etapas han incluido la automatización para controlar el consumo de productos químicos y la uniformidad y coincidencia de colores en las telas (Nitin et al., 2016). Como se puede observar en la Tabla 2, diferentes etapas del STC han presentado avances en la automatización.

Tabla 2: Avances de la automatización en los procesos del STC.

Etapas	Avances en la Automatización
Hilatura	La automatización en la hilatura ha tenido lugar en varios procesos, como la recolección y desmotado, que fueron completamente manuales. El sistema de instrumentos de alto volumen (HVI) ha permitido realizar la prueba de fibra de algodón en segundos, que solía tomar horas antes. Las pruebas de HVI han mejorado la precisión en la medición de las longitudes de grapas, grado de color, resistencia, alargamiento e índice de uniformidad del algodón. La mezcla de algodón se ha automatizado para que se pueda lograr la uniformidad en el hilo.
La Ropa	Las tecnologías que se emplean en la fabricación automática de prendas de vestir son dispositivos de manipulación robóticos reconfigurables, mesa de corte con descarga automática, sistema de transporte inteligente, predicción de fabricación, prueba virtual, diseño de prendas 3D, etc. piezas de tela donde se recogen y entregan al sistema de transporte automatizado para transferirlo a la siguiente etapa.
Costura	Las máquinas de tejer han sido testigos de muchas mejoras en las últimas tres décadas, lo que ha resultado en una mejor calidad y producción. Los desarrollos importantes como la lanzadera automática y los telares sin lanzadera han llevado a la industria a un nivel diferente. Las máquinas sin lanzadera han hecho posible la producción de tela sin fallas de manera eficiente. Se han realizado

	desarrollos para máquinas sin lanzadera en tres principios básicos de selección, es decir, estoque, proyectil, chorro de aire y chorro de agua. Las características clave de las máquinas sin lanzadera son mayor velocidad, mayor ancho.
Tintura	El proceso de teñido tiene múltiples etapas, desinfección, limpieza, blanqueo, impresión y acabado. La automatización ayuda al proceso de teñido al proporcionar un control preciso sobre varios factores que son críticos para la calidad, como la presión, la temperatura, el tiempo de tratamiento, el nivel de agua, etc. Se están utilizando robots para recoger las bobinas de hilo y transportarlas con la ayuda de uno mismo. El bobinado portador de bobinas a las máquinas de tintura y secado.
Procesos logísticos	Los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP, por si sigla en inglés) se utilizan ampliamente en la industria textil para gestionar el inventario, los pedidos, la producción, la logística, las ventas y el marketing y las finanzas, etc. Existen muchas soluciones genéricas de ERP y soluciones ERP personalizadas para la industria textil. La solución ERP ayuda a integrar los procesos operativos y establecer sinergias entre varios recursos de las industrias textiles. También se están desarrollando sistemas automatizados para la comunicación efectiva entre la planta de producción y otros sistemas de control de supervisión.

Fuente: Tomado y adaptado de Papoutsidakis, et al., (2019)

Al mismo tiempo en el diseño textil, así como en la simulación de las telas se utiliza el CAD/CAM (Diseño por Computador y Fabricación ayudada por Computadoras), son sistemas automatizados asistidos por computador para dar soluciones óptimas para cumplir con los procesos desde el diseño, producción hasta la comercialización (Dwivedi, 2013).

Por otro lado, para una efectiva entrega real del producto al cliente debe existir sincronización de la producción de los textiles como en logística de entrega del pedido al cliente, es por esto que debe existir inversión en las tecnologías de la industria 4.0. Además de la automatización, la robótica, los Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS) es decir, la suma de procedimientos físicos, computadoras con dispositivos integrados y las redes, también es importante incluir el manejo de datos masivos o

big data que permite acceder a grandes cantidades de información sobre los clientes y los procesos de producción, el Internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés) ayudando a los trabajadores y las máquinas en la ejecución de las tareas en los procesos de producción textil y los procesos logísticos (Imran et al., 2018).

3.5. Panorama del STC en Antioquia.

Partiendo de que en Colombia las empresas que forman parte del sector industrial generan un significativo porcentaje de empleo, hay que decir que “Antioquia ha sido el departamento que más ha aportado a este sector, desempeñando un papel fundamental en su economía” (Montoya et al., 2020, p.18), En este departamento se realizan algunos de los eventos más importantes del STC en la región, como por ejemplo Colombiamoda y Colombiatex. Según Montoya et al., (2020) estos espacios generan la posibilidad de adquirir nuevos clientes y proveedores, además generan expectativas de los empresarios de diferentes países y turistas, lo que representa un gran dinamismo para la economía de esta región, generación de empleo y crecimiento económico.

En concordancia con lo anterior, en el STC, se puede identificar que Antioquia es fundamental para el aporte económico del país, dado que, con la realización de eventos de talla internacional, generan una gran atracción al público incrementando la visita de personas extranjeras, clientes potenciales y empresarios dispuestos a invertir en el producto nacional.

Dada la importancia de construir un tejido empresarial que identifique esos determinantes de competitividad, Antioquia hace parte de las industrias de esta cadena que representan el 30,6 por ciento del empleo industrial del departamento y, solo en el Valle de Aburrá, generan cerca de 109.000 empleos (Semana, 2017). Si bien el STC se desarrolla en casi todo el territorio colombiano, los focos principales se ubican en Bogotá, Medellín y Cali. (Montoya et al., 2020, p.18), De acuerdo con la Superintendencia de Sociedades, (2019) el 49% de las empresas se concentran en Bogotá, 29% en Antioquía y 6% en el Valle del Cauca. En cuanto a los ingresos operacionales de las empresas del sector, Bogotá concentra 42% del país y Antioquía cuenta con el 38% según el Observatorio de Desarrollo Económico (ODE, 2015).

En el caso del departamento de Antioquia, Zuluaga et al., (2018) advierten que el STC representa el 30,6 % del empleo industrial del departamento, lo que representa cerca de 109.000 en el Valle de Aburra (Cámara de Comercio De Medellín - CCM, 2017). Las empresas de este sector están interconectadas en un clúster textil para fortalecerse y ser más competitivas, de tal forma que

este clúster representa el 2,5 % del PIB departamental, y 17 % del valor agregado de la industria antioqueña. La actividad textil-confección es liderada desde el municipio de Medellín y su área metropolitana, en donde se genera el 45,5 % del total de clúster nacional (Semana, 2017).

Tanto Antioquia como Cundinamarca vienen siendo desde hace muchos años los principales departamentos que dinamizan el Sector Textil (Carmona & Quintero, 2008) y por ello se hace necesario que desde los clústeres en ambos departamentos se diseñen las estrategias que permitan lograr mejores ventajas competitivas en toda la cadena, iniciando desde la adquisición de insumos, canales de comercialización y fortalecimiento de las exportaciones. Así mismo incluir en la cadena la formación del talento humano que refuerce para el mejoramiento de los procesos.

4. Metodología

4.1. Contextualización, criterios de inclusión y etapas del estudio de caso:

El estudio de caso contribuye al conocimiento de fenómenos individuales, organizacionales, sociales y políticos. En este sentido, permite una investigación que conserva lo holístico y el sentido característico de los eventos de la vida real como ciclos de vida individual, organizacional y procesos administrativos, relaciones internacionales y la maduración de industria (Yin, 2014). Según Kotlar y De Massis (2013) los estudios de caso son “una estrategia particular para investigación empírica que permite una investigación en profundidad de un fenómeno contemporáneo dentro de su vida real o en contexto” (p.16). Así mismo, los estudios de caso son particularmente relevantes para la organización y estudios de gestión porque promueven “comprender las dinámicas presentes en entornos únicos” (Eisenhardt, 1989, p. 533).

Respecto a su propósito, las investigaciones realizadas con el método de estudio de caso pueden ser: descriptivas, si lo que se pretende es identificar y describir los distintos factores que influyen en el fenómeno estudiado o exploratorias, si a través de las mismas se pretende conseguir un acercamiento entre las teorías inscritas en el marco teórico y la realidad objeto de estudio (Martínez Carazo, 2006). Para los propósitos de esta investigación, este estudio de caso múltiple tiene un propósito descriptivo. También cabe anotar que el estudio de caso es una forma de aproximarse ante un hecho, fenómeno, situación o acontecimiento y profundizar en su contexto, para dar una mejor comprensión de la complejidad y aprendizaje del fenómeno estudiado. Es por esto que permite múltiples fuentes de datos y métodos, resaltando cualidades con enfoque transparadigmático y transdisciplinario (Durán, 2012).

La metodología de este trabajo de investigación se aplicó teniendo en cuenta los pasos y procedimientos de estudio de caso propuestos por varios autores (e.g. Eisenhardt (1989); Sinkovics y Adolphi (2012); y Yin (2014)). Para la elaboración de un estudio de caso, de acuerdo con Sinkovics y Adolphi (2012), se deben abordar las etapas y el enfoque progresivo de investigación cualitativa, teniendo en cuenta los siguientes pasos. En el Paso 1 correspondió a la identificación de la base teórica y consistió en la elección de un tema, la revisión de la literatura, desarrollo de fundamentos teóricos conceptuales y objetivos de investigación.

El Paso 2 consistió en el diseño de la investigación, la elección de la metodología, la selección de un instrumento de recolección de información y la determinación de los casos a analizar. El

instrumento de recolección de información seleccionado fue el IMPULS (Lichtblau et al., 2015), que consta de 21 preguntas, mientras que los criterios de selección que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes: empresas del STC que pertenecieran a la Mesa Sectorial para el Sector Textil y/o a la Mesa Sectorial de Diseño (285 empresas en total), instituciones interesadas en promover la automatización del sector; además, los casos seleccionados debían tener algún tipo de presencia internacional bien sea a través de importaciones, exportaciones o inversión extranjera directa, de tal manera que al tener un contacto con otro tipo de mercados las empresas seleccionadas estuvieran más expuestas, e incluso presionadas, a incorporar tecnologías en sus procesos productivos.

Un criterio de inclusión adicional fue la selección de compañías que ya tuvieran algún nivel de implementación de procesos de automatización en su producción. Finalmente, otro criterio de inclusión fue contar con el interés manifiesto de la gerencia de la compañía para participar en el estudio, lo que implicaba la autorización de una visita a las instalaciones de la empresa y la participación en dos entrevistas. Se encontraron que aproximadamente 60 empresas del STC cumplían con los tres primeros criterios de inclusión, después de abordar a los gerentes, aproximadamente 45 de ellos, manifestaron su interés en participar en el estudio. Por razones de facilidad de acceso a información primaria, se seleccionaron 10 empresas ubicadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El número de casos seleccionado se decidió con base en la recomendación de Eisenhardt (1989) de incluir entre 4 y 10 casos. A continuación, en la tabla 3, se presenta un perfil general de los casos seleccionados.

Tabla 3: Descripción de los casos seleccionados.

Empresas Seleccionadas del Sector Textil-Confección STC						
Cód.	Empresa	Especialidad	Fundación	Empleados	Impor/Expor	Producto
A	Colhilados	Hilandería	2003	300	Exportador	Hilaza
B	Color y Diseño	Estampación Digital	2008	72	Importador	Tintas especiales y colorantes
C	Creytex	Prendas de vestir	1971	400	Exportador	Ropa deportiva Casual

D	Crystal	Prendas de vestir	1945	7.500	Importador	Materias primas
E	Fabricato	Materias primas y telas	1920	2.100	Exportador	Tela
F	Leonisa	Prendas de vestir	1956	3.000	Exportador	Prendas de vestir
G	Línea Directa	Prendas de vestir	2004	2.800	Importador	Telas
H	Pelco	Tintorería	1987	60	Importador	Químicos y tintas
I	Teñimos	Tintorería	1971	188	Importador	Químicos y tintas
J	Tincol	Tintorería	1977	115	Importador	Químicos y tintas

Fuente: Elaboración propia.

En el Paso 3, se trabajaron las pruebas piloto de recolección de información y el acceso intencional, el contexto de la investigación y la negociación de acceso, en este paso, como lo recomienda Eisenhardt (1989) se hizo el análisis preliminar de la información recolectada de los cuatro primeros casos que aparecen en la tabla 3, de tal manera que se puedan tener hallazgos iniciales y corregir dificultades en la recolección de información y el análisis final de los datos primarios y secundarios. El Paso 4 correspondió a la recolección y preparación de los datos del trabajo de campo, como se detallará más adelante en esta sección de metodología, se realizó una visita empresarial y dos entrevistas para cada uno de los casos. Finalmente, en el Paso 5 se realizó el análisis, triangulación y comparación constante de los datos con el objetivo de la investigación, lo que dio origen a la discusión de los resultados, las conclusiones y las limitaciones.

4.2. Criterios de calidad del estudio de caso y el instrumento IMPULS

Existen diferentes orientaciones teóricas y filosóficas abordadas por los estudios de caso. Por ejemplo, según Welch et al., (2011), los estudios de caso se pueden abordar desde las dimensiones positivista empirista, positivista falsacionista, interpretativo constructivista y crítico realista. Cada uno de estos enfoques conlleva diferencias en los criterios de calidad recomendados, la naturaleza de

la causalidad, el papel del contexto y, especialmente, en la actitud hacia la generalización. En este estudio en particular, se adoptó una orientación positivista falsacionista en la que se pretende una generalización analítica, es decir, un aporte a la teoría más que una generalización a la población (Yin, 2014). En otras palabras, en estudios de caso como este, no se busca que los hallazgos sean generalizables a la población, sino hacer un aporte teórico o conceptual, también llamado generalización analítica (Yin, 2014), que permita iluminar futuras investigaciones.

Según Cuervo-Cazurra et al., (2016), hay tres dimensiones en las que se presta especial atención para aumentar la calidad y la confianza de estudios de caso cualitativos. La primera dimensión es el contexto de la investigación; en este caso, la presente investigación se limita a analizar el nivel de madurez de la automatización en 10 empresas del STC en un país emergente. La segunda dimensión es el diseño de la investigación; según estos autores, esta dimensión debe dar cuenta de los criterios de selección de los casos, la replicación y triangulación de los datos. En esta investigación, los criterios de selección de casos fueron presentados en el apartado anterior, mientras que la replicación y la triangulación de datos se garantizó a través de la inclusión de datos primarios (20 entrevistas y 10 visitas empresariales) y datos secundarios representados en 20 documentos que incluyen informes de la Mesa Sectorial para el Sector Textil, la Mesa Sectorial de Diseño y documentos proporcionados por las empresas participantes.

La Tabla 4, siguiendo un formato inspirado en el estudio de caso de Grøgaard et al., (2019), presenta un resumen de las fuentes de datos cualitativos y su uso en este trabajo de grado.

La tercera dimensión corresponde al análisis empírico, que en este caso se basó en el instrumento IMPULS desarrollado a partir de análisis de la literatura y de talleres con expertos y con empresas de manufactura y de ingeniería mecánica en Alemania (Lichtblau et al., 2015). En el proceso de diseño de este instrumento participaron las consultoras IW Consult y FIR, especializadas en el trabajo interdisciplinario, en soluciones relevantes y en cerrar brechas entre la teoría y la práctica (IW Consult, 2021; FIR, 2021).

El instrumento IMPULS fue seleccionado por varias razones. En primer lugar porque a diferencia de otros instrumentos disponibles, como *Industry 4.0 Self Assessment* de PWC, y el *Industry 4 Readiness Assessment Tool* desarrollado por la Universidad de Warwick en colaboración con Crimson & Co y Pinsent Masons, el IMPULS tiene como ventajas la claridad de sus preguntas, la validación en 200 empresas alemanas, y su especial orientación hacia empresas de manufactura. Adicionalmente, como lo afirman Axmann y Harmoko (2020), los instrumentos de PWC y la

Universidad de Warwick presentan dimensiones y métricas muy específicas que resultan complejas para su aplicación en empresas pequeñas, además el instrumento de PWC está más enfocado en la medición de la madurez de automatización en empresas digitales. Otro de las ventajas de este instrumento es que además de medir el nivel de madurez en la automatización también proporciona recomendaciones específicas a partir de las barreras encontradas, un elemento adicional que según Soni y Naik (2019) no proporcionan otros instrumentos. Una desventaja de este instrumento es que no mide el nivel de compromiso de la alta gerencia con las actividades de automatización, sin embargo, como en este estudio, uno de los criterios de inclusión es la autorización de la gerencia, se consideró que esa falencia no representaba un impedimento mayor para la selección del instrumento.

Tabla 4: Resumen de varias fuentes de datos cualitativos y su uso.

FUENTE DE DATOS	TIPO DE DATOS	USO EN ANÁLISIS
<p>2 entrevistas por cada caso para un total de 20 entrevistas.</p>	<p>20 entrevistas semiestructuradas a profundidad basadas en el instrumento IMPULS (Lichtblau et al., 2015) y visitas a cada una de las empresas.</p> <p>Se contó con 10 entrevistas a los gerentes, fundadores o directivos de las empresas y 10 entrevistas a los empleados de mandos medios como jefes, supervisores, entre otros.</p> <p>El tiempo promedio de duración de las entrevistas fue de 40:25 minutos.</p>	<p>Las entrevistas realizadas a los 20 participantes (Gerente y mandos medios) de las 10 empresas seleccionadas sirvió para comprender las percepciones de ellos sobre cómo tienen incorporada o planeada la estrategia automatización en cada empresa, buscando analizar el nivel de madurez de la automatización para la competitividad en estas empresas del STC.</p> <p>Se pudo percibir cómo han venido desarrollando e implementado la estrategia de automatización y cómo lo han enfrentado en particular. Además, el contraste de las entrevistas permitió identificar las similitudes y diferencias entre las respuestas de los dos participantes por cada caso.</p> <p>Las entrevistas y permitieron identificar el nivel de madurez de la automatización para la competitividad de cada compañía y clasificarlas en los niveles de principiante, intermedio o líder, en cada una de las seis dimensiones o categorías del modelo IMPULS: estrategia y organización, fábricas inteligentes, operaciones inteligentes, productos inteligentes, servicios basados en datos y empleados.</p> <p>Además, las visitas permitieron contrastar los datos de las entrevistas e identificar los retos de automatización y las actividades actuales que están desarrollando las empresas observadas.</p>

Datos secundarios	20 documentos de estrategia de automatización.	Con esta información se comprendió mejor a qué se dedica cada empresa y el nivel de documentación de su estrategia de automatización.
Observaciones	Adicional a las entrevistas, se tuvo conversaciones informales con gerentes y empleados para conocer más detalles sobre el nivel de automatización en las empresas participantes.	Estas conversaciones permitieron conocer a fondo su actividad económica y las estrategias que tienen implementadas en lo relacionado con la incorporación de la automatización. Esto también se pudo utilizar para respaldar y triangular los datos de las entrevistas. Estas conversaciones ayudaron a generar confianza y acceso a información clara y permitió validar las interpretaciones preliminares y aclarar análisis previos.

Fuente: Elaboración propia inspirada en la Tabla 1 de Grøgaard et al., (2019).

Para evitar el sesgo de élite (Myers & Newman, 2007) en la fase de entrevistas, se tuvo contacto con dos empleados diferentes de cada una de las empresas, un gerente sénior y otro participante que representa a los empleados de nivel medio. El empleado de nivel medio se seleccionó partiendo de su conocimiento y cercanía en el proceso de automatización de los casos analizados. En este punto, es importante aclarar, que en otros estudios cualitativos publicados recientemente en revistas de alto impacto se ha contado con un número de entrevistas similar a las que se realizaron para el desarrollo de este trabajo de grado. Por ejemplo, en 21 entrevistas en Yan et al., (2020), 13 entrevistas en Bandeira-de-Mello et al., (2016), 14 entrevistas en Grøgaard et al., (2019), y 29 entrevistas en Liu y Huang (2018).

4.3. Codificación, categorización y categorías de análisis.

La codificación y categorización de diferentes fuentes de información primaria y secundaria son procedimientos esenciales en el análisis de los datos y la generación de los nuevos enfoques o perspectivas teóricas (Monge Acuña, 2015). En este estudio de caso múltiple, la codificación y categorización de la información de las respuestas de los participantes, las notas de las visitas empresariales y la información secundaria se codificó y categorizó para encontrar la información subyacente.

Es importante tener en cuenta que el código es el enunciado corto, simple, preciso y analítico de los conceptos teóricos; los códigos también clasifican y sintetizan los datos y varían de acuerdo a los niveles de abstracción y de la perspicacia del investigador en el momento del proceso de

investigación. Teniendo en cuenta la metodología de investigación a partir de los datos cualitativos, en este estudio se trabajó la codificación y categorización de la información, utilizando el código como la unidad central de trabajo para los datos (Monge Acuña, 2015).

Para iniciar con el proceso de codificación inicialmente se transcribieron las entrevistas y las notas de las visitas empresariales, posteriormente, se tomaron las respuestas a las preguntas 1, 2, 3, 4, 7, 9, 15, 18 y 20, y se codificaron. Estas respuestas se seleccionaron por ser las más cercanas al objetivo del presente estudio. El proceso de codificación se hizo siguiendo las recomendaciones de Erlingsson y Brysiewics (2017), en el que se parte de unidades de significado con bajos niveles de abstracción, es decir, ideas tomadas literalmente de las respuestas de los participantes, para después agrupar y condensar esas ideas en códigos y categorías o temas. Al igual que en otros estudios de caso (e.g. Grøgaard et al., 2019; y Kotlar & De Massis, 2013), en la figura 3 se presentan los códigos o categorías de primer orden, los códigos o categorías de segundo orden y los temas o categorías generales. Este proceso de codificación y categorización en la última columna arrojó 3 temas o categorías generales que se destacan en la información que se identificó de acuerdo con las respuestas de los participantes de las empresas del STC. El detalle y análisis de los tres temas o categorías generales serán presentados en la sección de hallazgos de este trabajo de grado.

En este punto es importante aclarar que, como se mencionó en la tabla 4, el instrumento utilizado, IMPULS (Lichtblau et al., 2015), tiene seis dimensiones o categorías, a saber: estrategia y organización, fábricas inteligentes, operaciones inteligentes, productos inteligentes, servicios basados en datos y empleados. Este estudio tiene dos conjuntos de categorías, el primero correspondiente a las del instrumento utilizado y el segundo es el resultado del proceso de codificación y categorización de las entrevistas y visitas empresariales cuyo resultado aparece en la tercera columna de la figura 7 de la sección de resultados.

Según Lichtblau et al., (2015) la categoría de *estrategia y organización* incluye cuatro criterios principales: la implementación de una estrategia de adaptación a la industria 4.0, la operacionalización y revisión de esa estrategia a través de un sistema de indicadores, el nivel de inversión relacionado con la estrategia y el uso de tecnología y gestión de la innovación. La categoría de *fábricas inteligentes* hace referencia a un sistema interconectado en el que los sistemas de producción se comunican directamente con los sistemas tecnológicos. Por su parte, las *operaciones inteligentes* se refieren al nivel de interconexión horizontal con miembros internos y externos de la

cadena de valor, en esta interconexión se tienen en cuenta cuatro elementos: la información compartida, el uso de almacenamiento en la nube, la seguridad tecnológica y los procesos autónomos.

Los *productos inteligentes* se consideran la base de las fábricas y las operaciones inteligentes, que corresponde a productos físicos equipados con tecnologías de la información y la comunicación, lo que los hace identificables unitariamente y les da la posibilidad de interactuar con el entorno a través de sensores. Los *servicios basados en datos* son medidos a través del cumplimiento de tres criterios: disponibilidad de servicios basados en datos, generación de utilidades a partir de servicios basados en datos y proporción de datos compartidos. Finalmente, la dimensión o categoría de *empleados*, se refiere a las habilidades de los empleados y los esfuerzos de la compañía en adquirir nuevas habilidades.

En cada una de estas dimensiones o categorías, se establecieron 3 tipos de calificaciones con las siguientes etiquetas: 1P = Principiante, nivel bajo, comienza la experiencia de automatización, los montajes de pruebas piloto; 2I = Intermedio, aprendiz nivel medio, comenzaron una implementación de automatización, pero está en desarrollo, observación y en evaluación de la misma; y 3L = Líder, nivel alto, desarrollos completos y extendidos con éxito, que pueden replicarse en la organización. En la Tabla 3 de la sección de hallazgos se presenta un resumen de la clasificación de las empresas participantes en cada una de estas dimensiones.

5. Resultados

Teniendo en cuenta las 10 empresas del STC que fueron seleccionadas para el estudio, bajo los criterios de automatización vigente en ellas. Se diseñó y aplicó una entrevista semiestructurada a 20 representantes del nivel directivo y mandos medios de estas empresas, (ver tabla 5) obteniendo información pertinente para valorar el STC respecto a la incorporación de la automatización.

Como resultado de aplicar y procesar el cuestionario se detectaron brechas con las dimensiones analizadas evidenciando un desinterés en los entrevistados para manejar los cambios fundamentalmente en los recursos tecnológicos y personal capacitado, evidenciándose, además, desintegración de la infraestructura tecnológica y las aplicaciones, algunos sin enfoque hacia el cumplimiento de los objetivos de la empresa, así como desaprovechamiento de las tecnologías para la gestión de la información.

Como se puede observar en la tabla 5, se presentan los perfiles de los entrevistados e información de las entrevistas resaltando la ocupación de cada participante, fecha y duración de cada entrevista, al mismo tiempo se realiza una selección de las citas más relevantes en las temáticas de automatización. Esta tabla está inspirada en la Tabla 2 del estudio de Bandeira-de-Mello et al., (2016).

Tabla 5: Perfiles de las personas participantes en la aplicación de la entrevista.

Caso y participante	Posición actual del Entrevistado	Descripción de la ocupación	Fecha y duración de entrevista	Frasas relevantes del Entrevistado
Caso A Participante 1	Gerente.	Gerente por más de 15 años en la empresa, responsable por diseñar la estrategia y fijar objetivos para el crecimiento de la organización, controlar presupuestos y optimizar gastos y asegurarse de que los empleados estén motivados y sean productivos.	Fecha: octubre de 2019 Duración: 35 minutos	“Para poder ser competitivos en el sector, tenemos que estar metidos en el cuento. Acorde a la demanda de todas las tecnologías digitales y de inteligencia de datos, pues van a ser parte de la competitividad de la empresa”. “Estamos automatizando muchas variables y otras las medimos y estamos en crecimiento y queremos seguir avanzando”
A2	Supervisor de Tecnología de Información	Profesional en sistemas con especialización ingeniería de software, experiencia de más de 10 años en desarrollo de programas, mantenimiento de hardware y software. Responsable de garantizar un adecuado y oportuno soporte tecnológico a cada una de las operaciones dadas en los procesos de producción y proyectos de la compañía.	Fecha: octubre de 2019 Duración: 45 minutos	“La visiono como una empresa automatizada en casi un 90%”
B1	Director Ejecutivo	Director y dueño de la compañía con 10 años de experiencia cuya responsabilidad principal es tomar las decisiones de alto	Fecha: octubre de 2019 Duración: 50 minutos	“Cuando estamos metidos en automatización nos ayuda a tener datos en

		nivel sobre política y estrategia empresarial y velar por el crecimiento y generar utilidades para la empresa.		línea para tomar decisiones en tiempo real y no después de haber pasado las cosas”. “Los que no se montan en este cuento de automatización, desaparecen.” “Si claro, todos los productos son a medida, con software automatizados, pero el cliente no los diseña, nosotros sí”.
B2	Jefe de investigación, desarrollo e innovación	Profesional con especialización en gerencia de proyectos e innovación. Experiencia laboral de 5 años en la compañía. Es responsable por dirigir y coordinar las actividades de investigación y desarrollo, Además, dirige y gestiona las actividades del personal de investigación y desarrollo y se encarga de supervisar proyectos de investigación.	Fecha: octubre de 2019 Duración: 35 minutos	“En este momento en sector textil requiere implementación de automatización para poder competir y estar al nivel de las mejores.” “Veo el sector que si al 2025 los que producen textiles si no tienen sistemas que hagan cambios rápidos, tienden a desaparecer. Tenemos que tener procesos que agreguen valor.” “No son del todo automáticos, seguimos dependiendo del factor humano”.
C1	Director comercial	Experto y especialista en administración y gestión comercial, con más de 20 años de experiencia en cargos directivos, se encarga de direccionar, planificar, y coordinar las actividades de ventas y comercialización de la Compañía. Su prioridad es la atención y satisfacción de necesidad de los clientes externos.	Fecha: octubre de 2019 Duración: 35 minutos	“Creytex es una empresa vanguardista en todos los procesos de automatización y en cada proceso estamos implementando alta tecnológica para ver en tiempo real para tomar decisiones. Tenemos ese plus. “Si tenemos sistemas que nos soportan el tema de analítica, son sistemas automáticos que nos dan información en tiempo real.”

C2	Jefe de Operaciones	Profesional con más de 15 años de experiencia en el sector productivo, encargado de la administración de los recursos necesarios para el correcto funcionamiento de su empresa. Planifica, implementa y supervisa el desarrollo óptimo y la ejecución de todas las actividades y procesos productivos para que se desarrollen con la mejor calidad.	Fecha: octubre de 2019 Duración: 25 minutos	<p>“La automatización, si está relacionada con la sostenibilidad, nos hace más competitivos con el tiempo.”</p> <p>“Ya estamos en automatización, aunque vamos rápido, desde la muestra, información en tiempo real, en 2025 aumentaremos el porcentaje de automatización e inteligencia artificial.”</p> <p>“Estamos en un tema de transformación digital muy importante de la industria 4.0 y nos estamos enfocando mucho en la información de puntos de venta y co-creando con el cliente.”</p>
D1	Director de abastecimiento	<p>Director con experiencia por más de más de 20 años. Cuya función principal es orientar su trabajo hacia el desarrollo de estrategias de compras y negociaciones, que estén conformes a las estrategias y objetivos de la empresa.</p> <p>Su labor fundamental es encargarse del abastecimiento de toda la empresa y de igual manera conseguir y mantener su cooperación en abastecer la empresa para que esta cumpla con su propósito.</p>	Fecha: octubre de 2019 Duración: 40 minutos	<p>“Nosotros venimos desarrollando automatización en el tema de tejido, pero no ha crecido al ritmo que quisiéramos y debemos meternos cada vez más en estos proyectos.”</p> <p>“Con respecto al año 2025, el sector requiere más inversión, trabajo duro y un cambio de mentalidad, y no creo que esto se logre dentro de 5 años.”</p>
D2	Coordinador de compras	Profesional con amplia experiencia por más de 10 años en varias organizaciones del sector textil, tiene amplio	Fecha: octubre de 2019 Duración: 40 minutos	“No está automatizada en un 100%, es solo por fases”

		<p>conocimiento y especialización en adquisiciones</p> <p>Coordina y Asesora la logística de transporte de la empresa para la recolección y entrega de materiales.</p>		<p>“Si actualizamos los empleados en cada proceso nuevo.”</p>
E1	Director de operaciones	<p>Ejecutivo que tiene amplia experiencia en cargos directivos en sector textil, ha sido gerente por muchos años y se desempeña en su rol hace más de 25 años.</p> <p>Se encarga de las actividades y operaciones diarias de la empresa, es decir, es el que direcciona todas las operaciones de la compañía y cuenta con un número alto de empleados (más 2000) a su cargo.</p> <p>Hace parte de la Junta directiva de la empresa y participa de manera activa en la toma de decisiones estratégicas y gestión de presupuesto para alcanzar metas de la compañía.</p>	<p>Fecha: septiembre de 2019</p> <p>Duración: 55 minutos</p>	<p>“En los últimos 10 años hemos hecho cambios sustanciales y también en este aspecto de automatización. Y tiene efectos negativos, teníamos 7 mil empleados y hoy tenemos 2 mil empleados. Todo está relacionado con la tecnología y si uno no la incorpora en todos los niveles, en los procesos, en la logística, en la administración, esto no podrá tener futuro.”</p> <p>“Hay varios planes y programas andando y que van a colocar la empresa en un nivel de automatización alto, aunque la empresa es muy antigua, sabemos que es difícil cambiarla, pero nos pusimos la tarea que sea una empresa más ágil y la automatización es necesaria y para el 2025 se volverá más eficiente. Como por ejemplo con automatización de procesos administrativos y otras áreas productivas.”</p>

				“Tenemos una estrategia de eficiencia y esta está relacionada con la automatización.”
E2	Jefe de teñido de hilos	Profesional en química o textil con especialización en tintorería, con experiencia de más de 5 años en empresa textilera. Es responsable de velar por la calidad y colorantes de los textiles, almacenamiento y teñido de prendas, así como despacho de producto con calidad para los clientes.	Fecha: septiembre de 2019 Duración: 35 minutos	“En la medida en que uno tiene automatizados y controlados los procesos hace que sean más sostenibles y perduren el tiempo”. “Por supuesto que sí, desde la eficiencia se tiene productividad con la automatización de procesos”. “En las teñidoras, si una variable no cumple, la máquina automáticamente regula y ajusta y las máquinas de blanqueos.”
F1	Director de abastecimiento	Con experiencia por más de 20 años en cadena de suministro de empresas textiles, se encarga de gestionar todas aquellas actividades concernientes a la cadena de suministro. Es decir, le corresponde adquirir, producir y distribuir los productos que se ponen a disposición de los clientes.	Fecha: octubre de 2019 Duración: 45 minutos	“Constantemente nos estamos automatizando.” “Se requiere inversión y cambio de mentalidad, falta asimilar este tema de automatización más rápido, es un tema de doble vía. No creo que al 2025 estén montados.”
F2	Coordinador de planeación	Profesional en administración con experiencia de más de 5 años en el área de logística con conocimientos en compras de productos textiles. Responsable del	Fecha: octubre de 2019 Duración: 30 minutos	“Hay cambios en los mercados y se requiere velocidad en la información inteligente para rapidez y confiabilidad.”

		manejo de proveedores, planea, coordina, dirige y controla todo lo relacionado con la logística en cuanto a los procesos de abastecimiento y distribución y transporte, análisis y rotación de inventarios.		<p>“Es una de las pocas empresas que avanza en rapidez para el cambio.”</p> <p>“Si el sector textil le apuesta a la automatización, creo que hay como competir a nivel mundial, porque estamos muy demorados en adaptar modelos nuevos. Si se le hace puesta bien seria puede lograrlo.”</p>
G1	Gerente Industrial de producción	<p>Con amplia experiencia en cargos directivos en empresas textiles por más de 30 años. Se encarga de planeación, administración y control de la producción y sobre todo vela por la calidad y costos de producción.</p> <p>Direcciona todas las actividades de su empresa y tiene a su cargo más 3.000 empleados.</p>	<p>Fecha: octubre de 2019</p> <p>Duración: 60 minutos</p>	<p>“Sabemos que necesitamos automatizar y no para sacar personas sino para mejorarlas, tenemos presupuestada una rata de personas para que nos dé más competitividad en medio para el mercado.”</p>
G2	Jefe de operaciones	<p>Tiene experiencia de más de 20 años en el sector textil.</p> <p>Se encarga de las actividades y operaciones, direcciona todas las operaciones de su empresa y cuenta con un número alto de empleados (más 1000) a su cargo.</p>	<p>Fecha: octubre de 2019</p> <p>Duración: 30 minutos</p>	<p>“Nos estamos quedados en tecnología solo falta conciencia de inversión y cambiando rápido la mentalidad para ser competitivos.”</p>

H1	Gerente y fundador	Ejecutivo con amplia experiencia en cargo directivo en empresa del sector textil por más de 30 años, es fundador de la empresa y su responsabilidad está enmarcada en administrar y dirigir en su totalidad la empresa, siendo el que toma las decisiones estratégicas de crecimiento de la misma.	Fecha: septiembre de 2019 Duración: 50 minutos	<p>“Lo que quiero decir con los procesos de automatización es que si no se captura información no se toma decisión.”</p> <p>“Innovar o morir”</p> <p>“Nos falta todavía, hay que hacer un trabajo grande y esto impacta cien por ciento en la productividad. Estamos lentos en esto.”</p>
H2	Supervisor de producción	<p>Profesional en ingeniera industrial con experiencia por más de 5 años en el cargo de supervisión de producción en el sector textil.</p> <p>Vela por la calidad y manejo de personal para cumplir los objetivos establecidos. Genera informes diariamente de materia prima y vela para que su personal a cargo asuma las funciones con eficiencia.</p>	Fecha: octubre de 2019 Duración: 25 minutos	<p>“Todavía falta integración entre máquinas.”</p> <p>“Los capacitamos según las habilidades digitales que necesitamos.”</p>
I1	Gerente	<p>Con amplia experiencia en cargos directivos en empresas del sector textil por más de 20 años.</p> <p>Se encarga de la planeación, administración y control de la producción y sobre todo vela por la calidad y costos de producción.</p> <p>Hace parte de la Junta directiva en la toma de decisiones estratégicas. Y se encarga de gestionar los recursos de la empresa.</p>	Fecha: septiembre de 2019 Duración: 70 minutos	<p>“Este año nos embarcamos en un proyecto que se llama ruta 4.0 y buscamos en el 2023 ser una empresa 4.0 y tenerla toda conectada y que los clientes monten sus pedidos en la plataforma sin que tengan que salir de su oficina.”</p> <p>“El sector todavía está rezagado, hay unos que ven las oportunidades de negocio y otros que se quedaron en el pasado como años melancólicos del pasado. Estamos</p>

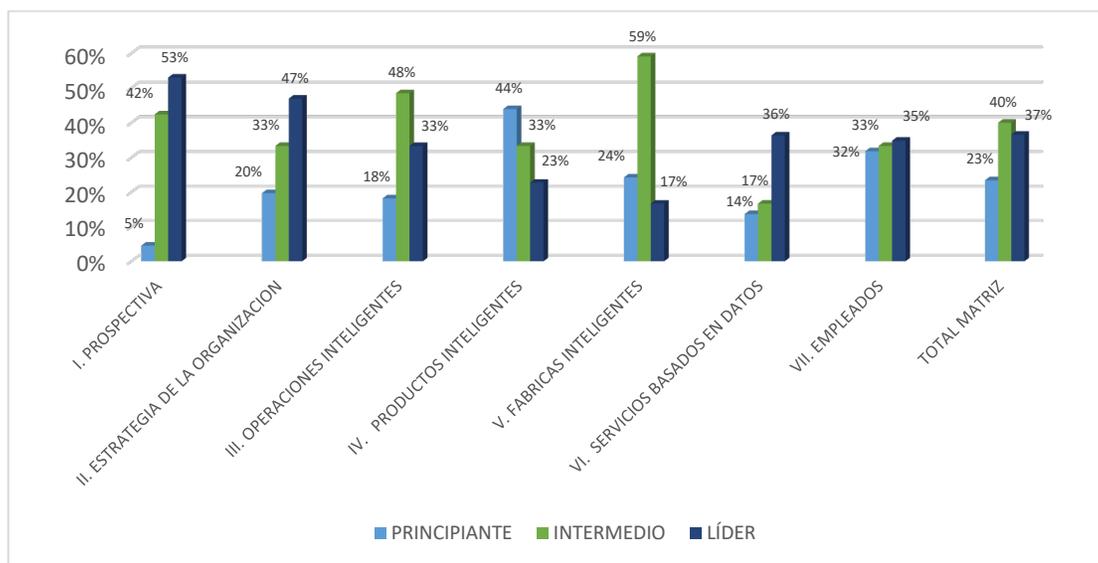
				en dos contrastes, empresas que creen y otras que tienen muerte lenta.”
I2	Jefe de tintorería	Profesional en química textil con experiencia de más de 3 años en empresa textilera de tamaño mediano. Su función es velar por el desempeño eficiente del personal a su cargo y garantizar la calidad y colorantes de los textiles, almacenamiento y teñido de prendas, así como despacho de producto con calidad para los clientes.	Fecha: septiembre de 2019 Duración: 35 minutos	<p>“Con la automatización logramos tener en este mercado como ejemplo, un lote llega y todo el mundo tiene los ojos sobre él, por su efectividad en la entrega porque hay que competir con velocidad en la entrega.”</p> <p>“Estamos avanzando en mejorar la tecnología, la veo como una de las mejores tintorerías del valle de Aburrá por ser la más rápida.”</p> <p>“Respecto a la automatización, se viene dando una mejoría, mejorando la maquinaria y no dependeremos tanto de los extranjeros.”</p>
J1	Gerente y fundador	Directivo con amplia experiencia en cargos ejecutivos en empresas del sector textil por más de 25 años, es fundador de la empresa. Encargado de administrar y dirigir su empresa tomando decisiones estratégicas de crecimiento y controlando de manera administrativa y operativa para ser más competitiva.	Fecha: septiembre de 2019 Duración: 50 minutos	<p>“Este año nos embarcamos en un proyecto que se llama ruta 4.0 y buscamos en el 2023 ser una empresa 4.0 y tenerla toda conectada y que los clientes monten sus pedidos en la plataforma sin que tengan que salir de su oficina.”</p> <p>“Una empresa que no comienza a implementar la automatización, se quedará fuera, como los arrieros que vieron llegar los camiones.”</p>

J2	Supervisor producción	Profesional en ingeniería y productividad. Con experiencia de más de 10 años en el cargo. Supervisa los procesos de producción para que se hagan con calidad y maneja personal exigiendo cumplir las metas asignadas de manera eficiente y productiva. Genera informes diariamente de materia prima.	Fecha: septiembre de 2019 Duración: 35 minutos	“Pienso que la empresa que no automatice se quedará atrás. La tecnología hace que todo sea más rápido y que los tiempos sean más efectivos. Es un sistema que advierte. Llevamos 2 años implementando esta tecnología.” “En el 2025 de que nos tenemos que volver productivos o sino los países como china que nos ataca y que los costos son menos.”
----	-----------------------	--	---	--

Fuente: Elaboración propia inspirada en la tabla 2 de Bandeira-de-Mello et al., (2016). .

La información presentada en la siguiente gráfica 3 corresponde al análisis de 7 dimensiones o categorías que fueron fundamentales a la hora de evaluar el nivel de automatización aplicado en las empresas que se realizó sobre las entrevistas a las diferentes personas que laboran en cargos directivos y mandos medios que participaron activamente en esta investigación y que hacen parte de las empresas observadas del STC.

Figura 6: Niveles de automatización en la Industria Textil



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas.

La figura 6 muestra un comparativo de las dimensiones analizadas y teniendo en cuenta las respuestas dadas por los representantes de la empresa se obtuvo en primer lugar que en la primera dimensión, correspondiente a la **prospectiva** el 53% de estas personas entrevistadas consideraron que esta dimensión está en un nivel alto en todas las empresas y se obtiene que el 53% en la dimensión **prospectiva** considera que las empresas están en un nivel líder, dando como argumento que el STC en 5 años estará muy avanzando en materia de automatización de procesos.

En concordancia con lo anterior, los resultados obtenidos en el trabajo de campo dejan ver que las empresas tienen una visión optimista frente al tema de automatización y lo que ella implica para su crecimiento y competitividad, “para poder ser competitivos el sector tiene o debe estar metido en el cuento de la automatización para estar en el mercado. Porque nosotros desarrollamos productos con alto valor agregado y con las tecnologías de la industria 4.0 todas las empresas serán parte de la competitividad, y para ello, deben estar en la historia de la automatización y de acuerdo

a la demanda todas las tecnologías digitales y de inteligencia de datos van a ser parte de la competitividad de la empresa” afirma el participante A1. La digitalización, entonces, es una necesidad de las compañías del STC y es prioritario que los gerentes asuman una actitud visionaria que les permita orientar los recursos a su cargo hacia la modernización de procesos, buscando mayor productividad y por supuesto garantizando un alto nivel de competitividad.

En la estrategia de la organización el 47% de las empresas participantes se sitúan en un nivel intermedio, en esta dimensión que no estuvo muy alta, se evaluaron varios aspectos: las tecnologías que utilizan, alineación estratégica e indicadores. La automatización exige para su efectividad contar con modelos de negocio nuevos, que se ajusten a las nuevas tecnologías, encontrando en ellas la oportunidad de avanzar en cultura organizacional. Existen factores como los competitivos, los cuales según Bravo et al., (2019) representan otro elemento estratégico a considerar en el diagnóstico organizacional externo, debido a que según estos autores, en los últimos años se ha asumido la idea de la competencia en el mercado, la cual no se desarrolla al considerar sólo las condiciones de cada organización, es decir, se expande hasta el contexto global de los sectores industriales pertenecientes a una economía.

En cuanto a **operaciones inteligentes** el 48% consideran que las empresas están en un nivel intermedio, se explica esto porque en la actualidad las empresas no tienen las máquinas interconectadas unas con otras, sino por fases, y así lo manifestaron en la entrevista “No tenemos procesos autónomos, en un 100% que respondan automáticamente en tiempo real, es solo por fases” (D2) lo que implica la gestión directa del factor humano. “No son del todo automáticos los procesos, porque dependemos del factor humano” (B2).

Las empresas entrevistadas dan muestra de que todavía falta avanzar en el aspecto de estrategia de la organización y está demostrando que el STC Colombia requiere de una urgente evolución tecnológica la cual debe ser considerada por las organizaciones desde su dirección, como una estrategia de mayor productividad y garantía de un alto nivel competitivo. En consecuencia, además de evolucionar tecnológicamente, se requiere cambiar de paradigmas, enfrentando la globalización de una forma más firme con las exigencias que esto trae para el desarrollo empresarial. El desarrollo de tecnología aplicada a cualquier producto puede originar un efecto directo sobre el nicho de mercado. Productos avanzados logran ampliar la base de clientes de una empresa, revitaliza el crecimiento y amplía el grado de diferenciación de sus productos. Según Serna (2017) los avances tecnológicos tienen el poder de revolucionar cualquier industria y

un ejemplo de ello es el internet, que funge como un “motor global de los negocios” (Serna, 2017, p. 73), esto permite el estímulo de la productividad de los países y sirve como medio para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

En cuanto a la dimensión de **productos inteligentes**, según la gráfica 3, el 44% de los entrevistados consideraron que está en un nivel de principiantes. La evaluación en esta dimensión se centró en aspectos como: catálogos y manuales digitales, procesos autónomos a lo largo de la producción, clientes que cuentan con un aplicativo para diseñar productos a la medida. En estos aspectos, se evidenció que las empresas no cuentan con estos recursos, o por lo menos no los tienen lo suficientemente implementados de manera digital. “Si tenemos algunos procesos que responden autónoma y automáticamente en tiempo real, por ejemplo, los telares...en las teñidoras, si una variable no cumple, la máquina automáticamente regula y lo ajusta” (E2). La realidad encontrada, da cuenta de la poca aplicación que tienen estos productos en el desarrollo de la gestión, todavía lo consideran innecesarios y se enfocan en procesos diferentes. “la autonomía de las máquinas ocurre en procesos específicos, pero no todos los procesos están encadenados...ejemplo: la máquina índigo dosifica el tinte y ajusta el color automáticamente” (E1).

Es desafortunado observar que en esta dimensión se encuentren las empresas en un nivel bajo, todo esto producto de la falta de recursos tecnológicos para el normal desarrollo de procesos digitales, falencia que ante la importancia de los procesos para atender los retos de la globalización le quita valor competitivo a las empresas del siglo XXI.

A propósito de la dimensión de **fábricas inteligentes**, el 44% de los participantes considera que es principiante, argumentando algunas empresas que ante todo “si, nosotros estamos interconectados con el ERP y tiene que tener comunicación con todos los programas y máquinas” (G1) “Hay máquinas con software, pero no estamos integrados al 100%” (G2). La automatización hace parte del ecosistema digital, por supuesto, es exigencia de la competitividad de las empresas adherirse a este sistema para satisfacer sus necesidades y lograr objetivos más sólidos.

Ante estos resultados se debe considerar la imperante necesidad de implementar la industria 4.0 que permita una producción distribuida y altamente automatizada. Al contrario que en una producción tradicional, componentes inteligentes controlarán y monitorizará el proceso de producción pudiendo, en su última expresión, trabajar incluso autónomamente. Esto es lo que ocurre en la fábrica inteligente, un entorno donde los sistemas de producción y los de logística se organizan así mismos sin intervención humana. Para ello se basan en sistemas ciber-físicos (CPS),

que enlazan el mundo físico y el mundo virtual mediante comunicación a través de infraestructura TIC, el Internet de las Cosas. Además, la industria 4.0 implica el modelado digital a través de la recolección, almacenamiento y procesado inteligente de datos. En este sentido, el concepto de fábrica inteligente implica que la información se transmite y que los recursos se usan más eficientemente. Para ello es necesaria colaboración empresarial en tiempo real entre sistemas de producción, sistemas de información y personas.

Según Corzo y Álvarez (2020), El desarrollo tecnológico y la digitalización se encuentran convulsionando al mundo debido a su crecimiento exponencial, tanto que, los últimos 10 años han tenido más cambios que los anteriores 50. La disrupción tecnológica marca importantes brechas socioeconómicas, principalmente en poblaciones vulnerables (Serrano et al., 2019). La mitigación de tales cambios se hace fundamental en muchos sectores donde el cambio y la adaptación se vuelven más complicados por sus estructuras organizacionales complejas (Spremolla, 2018). Por estas razones, el ámbito social ampliamente afectado, desde la misma base por cambios que marcan generaciones con menor espacio de tiempo, ha generado propuestas como la reconstrucción del humanismo cooperativo, la cultura en la sociedad para el gozo individual y colectivo, e instalar el buen vivir en las ciudades como si de un reglamento orgánico se tratara (Cortés & Activa, 2016 citado por Corzo & Álvarez, 2020).

En la dimensión de **servicios basados en datos**, se obtuvo como resultado que el 36% de los entrevistados consideró que la empresa es líder en este aspecto, en cuanto a esta dimensión se evaluó a partir de la utilización de protocolos de seguridad de información, suministro de información en internet para los clientes en cuanto a datos de las máquinas y de producción. “Hay sistemas que se comunican y me permite saber desde un computador como están los salones de producción, pero una máquina con otra máquina no se comunica.” (E1)

En tal sentido, se puede ver que las empresas tienen claro la utilidad de la virtualidad en sus procesos de comunicación con el cliente... “si los clientes por medio de un aplicativo diseñan sus productos, pero estamos en prueba piloto, todavía no lo tenemos” (C1). Según este resultado que es muy bajo para la importancia que tiene esta dimensión, se podría decir que están todavía muy obsoletos y poco o nada familiarizados con el concepto y utilidad de la automatización. Sin embargo, hay que rescatar de esta dimensión que todas las empresas manejan protocolos de seguridad para el manejo y control de la información.

Los servicios basados en datos son fundamentales para recolectar información y tomar decisiones con base en esa información, lo que lleva a pensar que mientras más organizada esté la información se van a tomar decisiones más acertadas y se tiene una visión más integral de la organización. Las empresas del STC, ante la necesidad de comunicar, procesar y seleccionar datos, se enfrentan a las necesidades de dotación de dispositivos que les permitan el manejo de datos ajustado a los requerimientos del proceso de automatización, incorporando los sistemas ciberfísicos a su cotidianidad, procurando el manejo de dispositivos tecnológicos con la finalidad de ofrecer soluciones cada vez más especializadas. Dejando claro que la estabilidad de internet y el desarrollo de nuevas tecnologías de la comunicación y de la información han sido dos factores determinantes para el sector.

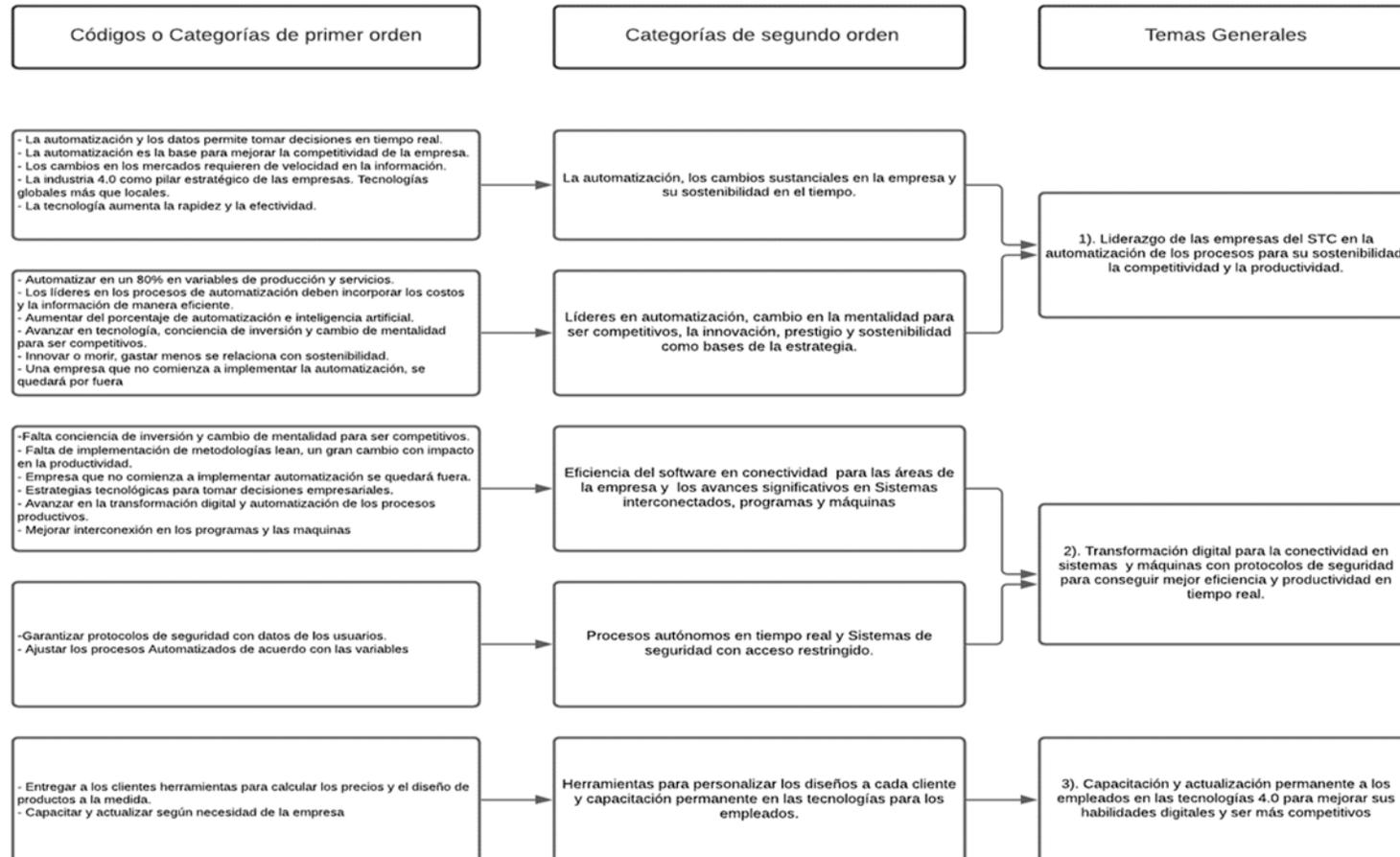
Finalmente, en cuanto a la última dimensión de **empleados**, que fue evaluada a partir de: Habilidades digitales del talento humano, actualización y reconocimiento o estímulo a las habilidades digitales. Esta dimensión fue reconocida por un 35% de los entrevistados en un nivel alto (líder). Se evidenció que estas empresas proceden a la formación de sus empleados de acuerdo a las necesidades que se tengan a nivel de tecnología, en cuanto al reconocimiento y estímulos por tener y aplicar las habilidades digitales, es muy bajo. “Si actualizamos a los empleados, sobre todo en cada proceso nuevo. Claro que sí, estamos capacitando a todo el personal” (F2); “Capacitamos a los empleados según las habilidades que necesitamos” (J1).

En cuanto a esta dimensión hay que decir que el talento humano en las empresas es y seguirá siendo muy importante, por no decir imprescindible, porque para llevar a cabo un proceso de automatización, es fundamental contar con personal idóneo, capacitado en el campo de la tecnología, independiente de la función que le corresponda en la empresa. Las organizaciones empresariales que tengan claro cuál es la importancia de la competitividad en tiempos de globalización y desarrollo tecnológico, deben asegurar un talento humano idóneo y capacitado que les permita enfrentarse a los desafíos de la automatización.

A continuación, en la Figura 7 se presenta el resultado del análisis de contenidos realizado tomando como referencia el trabajo de Groggaard, et. al. (2019). En la primera columna están incluidos los códigos, también llamadas categorías de primer orden, en la segunda columna se presentan las categorías o códigos de segundo orden, y en la tercera columna aparecen los temas generales.

Este proceso de codificación y categorización en la última columna arrojó 3 temas que se destacan en la información que se identificó de acuerdo con las respuestas de los participantes de las empresas del STC.

Figura 7 Codificación, categorización y temas generales (categorías).



Fuente: Elaboración propia inspirada en la figura 2 de Grogard, et al. (2019)

Al mismo tiempo se pudo hacer un contraste de los tres temas generales presentados en la figura 7 como resultado final de la codificación con otros estudios realizado por otros autores en cada una de las temáticas.

a. Tema general o categoría identificada 1: Liderazgo de las empresas del STC en la automatización de los procesos para su sostenibilidad, competitividad y productividad.

Partiendo del concepto de liderazgo como la habilidad de las empresas para enfrentar los retos de la automatización, de manera coherente con los objetivos organizacionales, se puede decir que, en este aspecto, las empresas todavía no se pueden considerar como líderes consolidadas, se debe hablar de líderes que apenas se están proyectando, dando comienzo a la implementación de la automatización como parte importante de sus aspiraciones como empresas competitivas. “Completamente considero que se relaciona la automatización con la sostenibilidad y perdurabilidad de las empresas” (E1).

Las empresas frente al reto de la automatización deben ser objetivas a la hora de considerar sus ventajas, no se pueden negar a incursionar en un ámbito que poco a poco se convierte en una necesidad, si las intenciones es llegar y permanecer en el mercado. En concordancia con lo anterior, si se trata de valorar el STC respecto a la incorporación de la automatización, es fundamental que los directivos y mandos medios adquieran conciencia frente a los retos que les impone la implementación de la automatización y de esta manera pensar en que se trata de una inversión que a corto y/o mediano plazo proporcionará utilidades significativas para la organización. “Se requiere inversión y cambio de mentalidad, falta asimilar este tema más rápido” (F1).

En consecuencia, hay rastros de una mentalidad positiva frente a la implementación del sistema, aunque algunas empresas también manifiestan que no cuentan con los recursos disponibles para hacer la inversión, “yo pienso que en parte de automatización todavía nos falta, , hay que hacer un trabajo grande y esto impacta cien por ciento en la productividad” (H1).

En definitiva, en el tema de liderazgo se encuentran elementos que dejan entrever la disposición que se tiene para enfrentar los retos, pero se evidencia cierto temor o angustia para dar el primer paso, que es querer involucrarse con la automatización. No dejando de reconocer que los directivos y mandos medios en general son conscientes que, para ser líderes en el campo empresarial, requieren de la implementación de la automatización, como componente definitivo en la consolidación de una imagen competitiva en el sector. Por ejemplo, Buendía (2013, p. 8) sostiene

que “La automatización apoya la competitividad de una industria por medio de mejorar en la productividad, que pueden llegar por tres distintas vías: mejoras en los procesos, cambios en los productos e introducción de nuevos modelos de negocio”.

b. Tema general o categoría identificada 2: Transformación digital para la conectividad en sistemas y máquinas con protocolos de seguridad para conseguir mejor eficiencia y productividad en tiempo real.

Según Schwab (2015), como se citó en Pernía, (2017) los mercados emergentes están llamados a la implementación de la automatización, teniendo en cuenta que se requiere de un proceso dinámico, integral y competitivo, el cual garantice a las empresas la transformación de las nuevas tecnologías al servicio de ellas, procurando responder de esta manera a las exigencias del mercado globalizado.

En concordancia con lo anterior, las empresas manifiestan tener clara la pertinencia de la transformación digital como referente al momento de desarrollar la estrategia organizacional. “Nuestra estrategia está totalmente alineada con la automatización de la empresa, porque estamos en un tema de transformación digital muy importante, de industria 4.0 y nos estamos enfocando mucho en la información de puntos de venta y cocreando con el cliente” (C2). Es pertinente pensar en la necesidad que las empresas tienen en materia de capacitación, en todos los niveles para incursionar en esta tarea de transformación, de no ser así, no será suficiente contar con los recursos físicos y financieros para llevar a cabo este proceso.

Según Baily y Montalbano, (2016), se obtendrán mejores resultados en materia de productividad y equidad ajustando las políticas de la organización a los retos de la era digital. Esto permite crear un mundo mejor, enfrentando la competencia e incentivando la innovación y la creatividad del recurso humano, en favor de la automatización, así mismo destacan la importancia de las capacitaciones profesionales de los trabajadores. Por lo tanto, la transformación digital, en todo su contexto, requiere que las empresas tengan en cuenta un conjunto de elementos que conjugados se conviertan en una fórmula para fortalecer los procesos y ser más productivas.

A propósito del tema de la relación automatización – sostenibilidad, “la automatización si se relaciona con la sostenibilidad y perdurabilidad de la empresa, porque tiene que ver con la cultura organizacional para luego hacer transformación digital, porque yo creo en eso y esto permite sostenibilidad y perdurabilidad de la empresa y el sector” (C2). Esta posición fundamenta

la importancia de poseer valores, principios y políticas que evidencian la posición y pensamiento de la empresa frente a la necesidad de implementar procesos digitales para el manejo de la información, construyendo una cultura organizacional que permita garantizar una comunicación efectiva y fluida que además garantice una adecuada atención al cliente, que finalmente es la razón de ser de este proceso.

Finalmente, hay que tener presente que la transformación digital de las empresas más que un proceso que las ponga a la vanguardia de las tecnologías de la información y la comunicación, se convierte en una necesidad para incursionar y permanecer en el mundo empresarial y atender a las exigencias de la economía globalizada. Si se tiene en cuenta que la virtualidad y sus ventajas se constituyen en una garantía para establecer una relación empresa/cliente con mejores resultados.

c. Tema general o categoría identificada 3: Capacitación y actualización permanente a los empleados en las tecnologías 4.0 para mejorar sus habilidades digitales y ser más competitivos.

Si se quiere ser líder en el mercado, hay que pensar definitivamente en una transformación digital que garantice la apropiación de los procesos de automatización al servicio de los intereses de la organización, por lo que es importante tener en cuenta que la capacitación y la actualización permanente de los empleados en estos temas, es fundamental y requiere que las empresas tengan una mentalidad abierta a estos temas, que minimicen el temor a enfrentar todo lo que implica transformar sus procesos que han venido desarrollando de forma manual y hacer de las máquinas y demás recursos tecnológicos parte fundamental de las herramientas para alcanzar su objeto social. “la automatización ya es una necesidad, y es necesario que lo entendamos y las entidades educativas deben capacitar a los empleados para que logren ser pertinentes y para que tengan las competencias” (E1). En tal sentido las empresas son conscientes que para atender las exigencias de la automatización se requiere de un recurso humano capacitado, dándole la importancia que este tiene y seguirá teniendo en el éxito de la empresa. “cuando necesitamos una capacitación específica, la empresa hace todo para que se haga y busca expertos. Tenemos un modelo de ideación y si hay buenas ideas se premian y se hace reconocimiento económico a empleados” (E2).

Según Saldivia y Calderón (2020), la era digital está muy relacionada con los avances industriales, esto en cuanto es muy significativo el aporte de las tecnologías al desarrollo de la industria, los cambios en el mercado laboral y por supuesto en el sistema educativo.

Indudablemente las tecnologías son reconocidas como un componente fundamental en el desarrollo industrial de las últimas décadas, y es por esta razón que se debe consolidar una cultura de transformación al interior de las empresas como parte de sus estrategias organizacionales, no se trata de pensar en un proceso de automatización, solo por incursionar en la era digital, se trata es de aprovechar las ventajas de la era digital al servicio de la productividad de las empresas.

Lo ideal entonces, es lograr que el personal se actualice y cualifique para ser muy competitivo a la hora de incursionar en el proceso de automatización, en donde la globalización hace presencia como imperativo para asegurar un alto nivel de competitividad, siendo esta una tarea que debe ser programada y ejecutada con la mayor diligencia y oportunidad posible por parte de la empresa.

En la tabla 6, se amplía y se muestran los 3 temas o categorías generales mencionadas en esta selección anterior, al mismo tiempo se da a conocer las categorías de preguntas, haciendo énfasis en los temas como resultado de la codificación y caracterización desarrollados en las entrevistas que se hicieron con los 20 participantes de las 10 empresas del STC, arrojando los temas específicos abordados en las entrevistas, la descripción y algunos ejemplos de preguntas que llevaron al tema, así como también las fuentes bibliográficas que plantean los temas seleccionados.

Tabla 6: Contraste entre los categorías o temas generales (resultado de la codificación y categorización) y las referencias.

Temas o categorías seleccionadas de las entrevistas	Especificación / descripción del tema seleccionado	Preguntas de la entrevista que llevaron al tema	Estudios / fuentes seleccionados que abordan el tema
1) Liderazgo de las empresas del STC en la automatización de los procesos para su sostenibilidad, competitividad y productividad.	<p>Ahora la automatización como una de las tecnologías de la Industria 4.0 ha tenido lugar en todos los procesos que involucran la fabricación de textiles, es decir, recolección, desmotado, hilado, tejido y procesamiento de algodón e incluso en cierta medida en la confección de prendas, lo que se traduce en enormes ganancias de productividad y eficiencia.</p> <p>Según el DANE, para 2017 el STC tuvo una participación del 4,34 % del PIB de manufactura con 243.469 millones de pesos, y la participación de la industria nacional es del 35 %, siendo el STC dentro de la</p>	<p>¿Considera usted la automatización como una de las tecnologías de la industria 4,0 se relaciona con la sostenibilidad y perdurabilidad de su empresa y del sector? Pregunta 1.</p> <p>¿Cómo visiona y proyecta su Empresa en 2025, respecto a la automatización? Pregunta 2.</p> <p>¿Cómo visiona y proyecta el sector Textil Confección en 2025, respecto a la automatización? Pregunta 3.</p> <p>¿Toma las decisiones gerenciales, se toman teniendo en cuenta la clasificación de los de los</p>	<p>(Drucker, 1955). (Lichtblau et al., 2015) (Romero, 2004). (Sánchez, & Pizarro, 2010).</p>

	<p>manufactura el más intensivo en mano de obra y el de más baja estructura de tecnologías informáticas y automatización (DANE, 2017).</p>	<p>datos de los clientes con su empresa? Pregunta 8.</p>	
<p>2) Transformación digital para la conectividad en sistemas y máquinas con protocolos de seguridad para conseguir mejor eficiencia y productividad en tiempo real.</p>	<p>La automatización industrial se constituye en uno de los pilares de mayor importancia para el sector productivo en cualquier país, lo cual ha permitido que esta área de la ingeniería se convierta en un campo de gran interés tanto para académicos como para industriales. La automatización en la industria permite la conjugación de diversas tecnologías con el objetivo de asegurar el control y buen comportamiento</p>	<p>¿Tiene su empresa procesos de producción que responden autónoma y automáticamente en tiempo real a los cambios en las condiciones de producción? Pregunta 9.</p> <p>¿Existe en su empresa, comunicación entre máquinas? Pregunta 11.</p> <p>¿Es posible la integración y colaboración con otras máquinas o sistemas? Pregunta 12.</p>	<p>(Behrends, 2016). (Lichtblau et al., 2015). (Revista AADECA, 2016).</p>
	<p>La cuarta revolución es una realidad y la cultura corporativa es un factor determinante en el modo en el que se realiza esa transición digital. este proceso de transformación le apunta a las oportunidades que se abren con la incorporación a lo que se denomina la industria 4.0.</p>	<p>¿Está la estrategia de su organización alineada con la automatización de su empresa? Pregunta 4.</p> <p>¿Utiliza indicadores para revisar la estrategia de la automatización en su empresa? Pregunta 6.</p>	<p>(Lichtblau et al., 2015) (Sastre, et. al. 2016). (López, et. al, 2020).</p>

		<p>¿Cuáles de estas tecnologías utiliza en su empresa? Técnica de sensores - Dispositivos móviles: -RFID (identificadores por radiofrecuencia)- sistemas de localización en tiempo real: - Grandes datos para almacenar y evaluar datos en tiempo real -Tecnologías en la nube Cloud como infraestructura de TI escalable: - Sistemas de TI integrados - el sistema de manejo de integración y los PLC y el internet en línea? Pregunta 5.</p>	
	<p>La evolución de las tecnologías de la información ha incrementado la posibilidad de tener una nueva visión acerca de los procesos de manufactura en el área de la automatización industrial, cuyo reto se centra en la flexibilidad y reconfiguración de éstos de manera que contribuya con mejor eficiencia y redundancia en la productividad.</p> <p>La Seguridad de la información busca prevenir y detectar los riesgos y amenazas que generan o aprovechan</p>	<p>¿Se intercomunican todas las tecnologías que posee la empresa, con un software de gestión interactivo? Pregunta 7.</p> <p>¿Están los procesos administrados por sistemas que pueden controlarse a través de las tecnologías de la información? Pregunta 10.</p> <p>¿Recopila datos de máquinas y procesos durante la producción (en cuanto a eficiencia, paros y producción)? Pregunta 13.</p> <p>¿Su empresa ya tiene casos de uso, en los que la pieza de trabajo se guía de forma autónoma a lo largo de la producción? Pregunta 17.</p>	<p>(Arteaga, F. 2019). (Cordero, et. al. 2016). (Larrieu. 2016). (Lichtblau et al., 2015)</p>

	vulnerabilidades del sistema, con el objetivo de garantizar la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de la información.	<p>¿Pueden sus clientes investigar por internet cómo va su pedido? Pregunta 14.</p> <p>¿Utiliza su Empresa un protocolo de seguridad para los datos empresariales y los datos de los clientes? Pregunta 15.</p> <p>¿Su empresa entrega catálogos, libros, manuales digitales a sus clientes? Pregunta 16.</p> <p>¿Pueden sus clientes, por medio de un aplicativo, diseñar los productos a la medida? Pregunta 18.</p>	
3) Capacitación y actualización permanente a los empleados en las tecnologías 4.0 para mejorar sus habilidades digitales y ser más competitivos	La era digital llama nuestra atención sobre los avances industriales, los cambios en el mercado laboral y en el sistema educativo, logrando que el personal se actualice y se cualifique para ser más competitivo.	<p>¿Posee personal con habilidades digitales para implementar la automatización que maneja y dispone? Pregunta 19.</p> <p>¿Su empresa actualiza sus empleados dependiendo de las tecnologías que maneja o dispone? Pregunta 20.</p> <p>¿Existe en su empresa planes de reconocimiento y escalamiento para sus empleados con habilidades digitales? Pregunta 21.</p>	<p>(Cathes, et. al. 2019).</p> <p>(De Matos, et. al. 2020).</p> <p>(Lichtblau et al., 2015)</p> <p>(Moreno, et. al. 2018)</p> <p>(Saldivia, et. al 2020).</p>

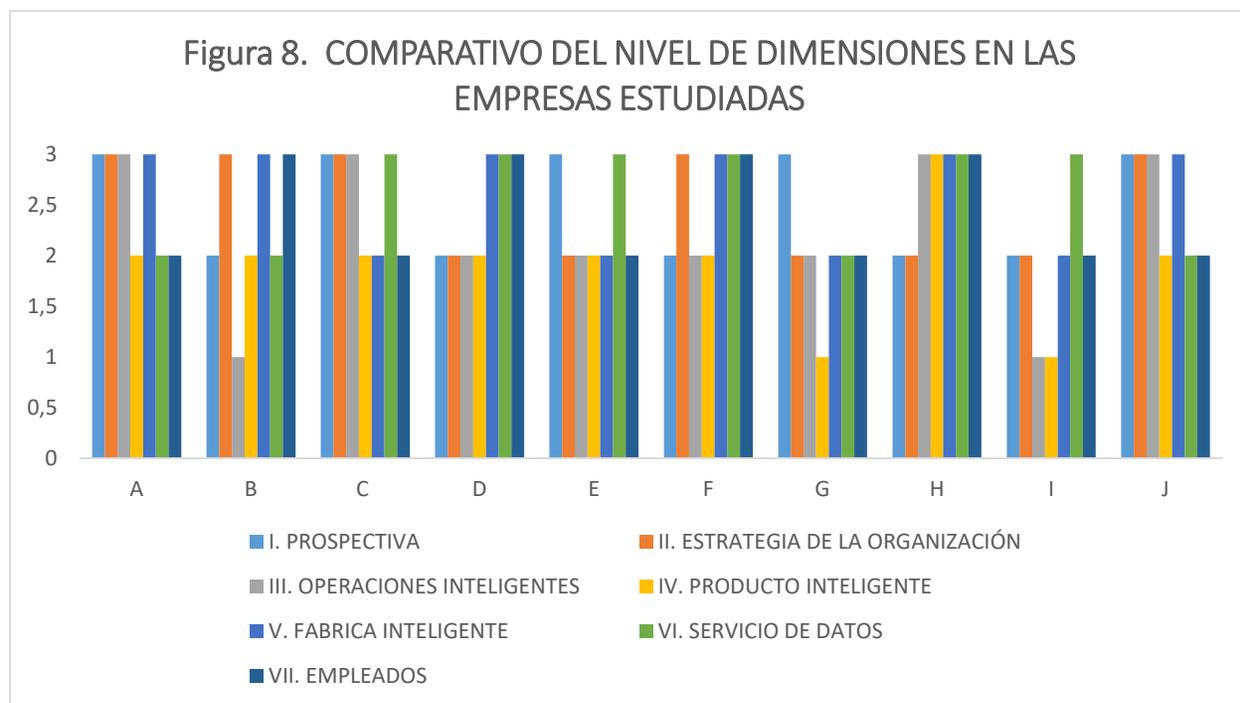
Fuente: Elaboración propia inspirada en la tabla 1 de Bandeira-de-Mello et al., (2016)

Se pudo evidenciar en el estudio, que las empresas del STC observadas incorporan en sus procesos sistemas automatizados, por medio de sensores y dispositivos que monitorean y garantizan la calidad, la eficiencia y la efectividad en tiempo real de las máquinas. Otro aspecto a destacar es que falta incorporar planes de desarrollo tecnológico para incluir las competencias y las habilidades digitales en las evaluaciones de desempeño al personal para su formación y desarrollo en la organización.

Otro aspecto importante dentro de la transformación digital, en concordancia con la Industria 4.0 y los procesos automatizados en las empresas del STC, es que se observa que falta implementarse o algunas de las empresas, se encuentran desarrollando sus productos y servicios de manera digital. Tampoco cuentan con aplicativos y software que le permitan al cliente realizar sus propios diseños.

Como ya se mencionó, en la entrevista se analizaron 7 dimensiones empresariales: estrategia de negocio (prospectiva), estrategia de la organización, fábrica inteligente, operaciones inteligentes, productos inteligentes, servicios basados en datos y empleados. A continuación, se presenta el comparativo de cada una de estas dimensiones con relación a cada una de las empresas que participaron en el estudio (Figura 8):

Figura 8: Comparativo análisis del nivel de dimensiones en las empresas estudiadas



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que algunas de las empresas en la escala de 2 a 3 como nivel avanzado, demuestran efectivamente un liderazgo en automatización con base a la visión que tienen al aplicar procesos automatizados en la Industria Textil y como se proyectan las empresas del STC en 5 años incrementando su nivel de incorporación de automatización, con sistemas interconectados que integran las capacidades de computación que beneficia la calidad y productividad y la competitividad de sus empresas, sumado a la dedicación de la parte directiva, estas empresas lograrán ser líderes en el mercado.

También es observable, el hecho de que casi todas las empresas, en la escala de 1 a 2, es decir, de principiantes a intermedios, y en un tiempo razonable, con un buen plan, con una buena inversión, y con dedicación de la parte directiva, se estima que las empresas lleguen a ser líderes.

De forma general, muestra la gráfica que las dimensiones más débiles en la mayoría de las empresas del STC son: operaciones inteligentes, productos inteligentes y fábrica inteligente, observándose bajo control de sus procesos con las Tecnologías de la Información relacionados y que interactúan con sistemas de alto nivel a lo largo de la cadena de valor de los sistemas de producción. “El desarrollo del liderazgo permite lograr el máximo rendimiento y acompañado de un enfoque sustentable para mejorar la productividad de la compañía, incluye un cambio de comportamiento e instrumentos apropiados para resolver problemas complejos y nuevos retos”, (Méndez, 2020)

Según Méndez (2020) el liderazgo 4.0 puede desarrollarse en tres niveles, el mayor impacto se genera cuando estos tres se combinan y son: 1. Capacitación: crecer en conocimiento y competencias nuevas en la transformación 4.0, usando las experiencias adquiridas en áreas piloto. Tomar cursos, talleres, diplomados y estar informado de los avances tecnológicos que pueden ayudar a la productividad de la compañía. El número 2. Implementación: aplicación metodológica de herramientas e instrumentos, mejorando las estructuras y procesos existentes. El 3. Coaching: reconocer hábitos antiguos, cambio de actitud y comportamientos activos tanto del líder, como del equipo de trabajo, crecer de una cultura mejorada ante el reto digital. y por último, bajar la información con los operadores y mandos medios para que no piensen que su trabajo está en riesgo. El liderazgo debe estar orientado a objetivos concretos, debe tener una elevada capacidad de adaptación a entornos cada vez más cambiantes, debe impulsar una nueva cultura corporativa fluida y transversal, y debe ejercer un papel motivador e inspiracional, que impulse la innovación en toda la organización.

La revolución tecnológica afecta no solo a la industria y a la economía, sino también a la política y a la sociedad en su conjunto. Ante este escenario incierto e inestable, los directivos deben convertirse en líderes que acepten estas ambigüedades, se apoyen en los valores de su empresa y alcancen sus objetivos. Su papel será clave a la hora de transmitir a los trabajadores los riesgos asociados a esta incertidumbre. Por tanto, es pertinente que los directivos desarrollen acciones que van a garantizar mejores resultados en los procesos de producción en favor de un alto nivel de competitividad, por lo cual se recomienda un plan de acción en el cual se involucren todas las dimensiones que se han analizado en el desarrollo del presente estudio.

A continuación, se detalla el plan de acción diseñado como propuesta para las empresas que deseen incursionar en el proceso de automatización o que requieren fortalecer sus procesos automatizados.

6. Discusión

Los resultados obtenidos de las empresas en las que se realizó este estudio de caso muestran que existe una concepción de la tecnología como herramienta de apoyo a los procesos, y no como sistemas que gestionan los procesos de negocio que dan valor de proactiva y eficiente, dirigiendo las actividades empresariales hacia el logro de los objetivos estratégicos. No hay una cultura bien definida frente a la implementación y uso de las tecnologías al servicio de la empresa y sus actividades.

Según Baily y Montalbano (2016), para obtener mejores resultados en materia de productividad y equidad, las políticas empresariales deben ajustarse a los retos de la era digital. La idea de los servicios basados en datos es posibilitar los futuros modelos de negocio e incrementar el beneficio del cliente. Cada vez más los negocios basados en servicios y los servicios post-venta se basarán en la evaluación y el análisis de los datos recolectados, así como en la integración global de las empresas. Los productos físicos deben equiparse con infraestructura física TIC para poder enviar, recibir o procesar la información necesaria para los procesos operativos. (Sain4, 2016), más aún, cuando la globalización se impone cada vez más como un condicionante para incursionar en los mercados internacionales, por lo tanto, si las empresas pretenden ser competitivas, llegar y permanecer en los mercados, no queda otra opción que pensar en la automatización como alternativa para enfrentar estos desafíos que se les impone.

Revisado el concepto y la pertinencia de la automatización, se encuentra una realidad en la cual confluyen muchos elementos que aportan directamente a la competitividad de las empresas, por esta razón no se puede obviar la importancia de este proceso y permanecer indiferentes frente a la importancia de la automatización como aporte significativo a la competitividad de las empresas, comenzando por la tarea de capacitar y adecuar las organizaciones con los equipos necesarios, tanto físicos como humanos. Las empresas colombianas con cierta prudencia han ido incursionando en este proceso de automatización, movidas por la necesidad de hacerse y permanecer más competitivas, sin embargo según los resultados del estudio de caso, no hay el suficiente compromiso con el cambio de mentalidad de los gestores de la administración para que las empresas logren tener los recursos y la estructura que les permita una gestión de la información que les facilite la toma de decisiones y el desarrollo de las actividades claves para la organización.

Es de anotar que, para cumplir con los objetivos que tienen la automatización como contribución al proceso de productividad y competitividad en las empresas, es fundamental que se realicen inversiones en tiempo, dinero y recurso humano, y de esta manera atender las dimensiones organizacionales que se verán afectadas de manera muy significativa cuando ya la organización pueda decir que la automatización es una realidad y por lo tanto, aspectos como: comunicaciones, relación empresa clientes, relación empresa/empleados, sean un claro ejemplo de agentes que unidos conforman una organización automatizada en favor de su objeto social y de manera importante en la relación empresa / entorno.

En concordancia con lo anterior, se puede crear un mundo mejor revitalizando la competencia e incentivando la innovación en la frontera tecnológica, así como ampliando su difusión a todas las economías, mejorando y actualizando las capacitaciones profesionales de los trabajadores.

Por otro lado, hay economistas que optan por no perder la posición en el mercado, donde las tecnologías por lo menos están frenando el problema que acarrea el desempleo; pero los desafíos son enormes para una economía emergente como Colombia, para poder ver los frutos de la incorporación de las tecnologías de la cuarta revolución industrial. Existen políticas que pueden promover la equidad y la productividad al mismo tiempo, y que se sugiere abordar en una agenda integral para los senadores, para que las políticas puedan ayudar a aprovechar las sinergias y mitigar los impactos.

Es de anotar que, para una economía emergente como la colombiana, el tema de la automatización de las empresas, se convierte en un gran desafío, sin embargo y retomando la condición de inversión que le queremos dar a la automatización, no se puede perder el impulso que ya se ha dado para que la automatización en Colombia sea una realidad. Contar con empresas que basan sus procesos en el manejo de la información y la comunicación apoyadas en tecnologías de punta, más que una meta debería de ser una realidad que propenda porque estas organizaciones vean la tecnología como un valor agregado y muy rentable para el desarrollo de sus objetivos organizacionales. “La competitividad actualmente en las empresas está dada por una alta capacidad de estas para adaptarse y ser flexibles ante los cambios” Malleuve et al., (2015 [en línea]. La empresa actual, enfrenta un constante y creciente fenómeno de cambio, fundamentalmente tecnológico como consecuencia del desarrollo vertiginoso de la llamada “era de la información y el conocimiento,

En consecuencia, al analizar el nivel de madurez de la automatización para la competitividad de 10 empresas del STC en Colombia se encontró una especial empatía de los directivos y mandos medios frente al impacto que genera automatizar las empresas con miras a alcanzar mejor productividad, mayor reconocimiento, posicionamiento de una imagen corporativa que se ajuste a sus expectativas de crecimiento y por supuesto una vía directa hacia el fortalecimiento de la atención al cliente como aspecto fundamental en el éxito empresarial.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se deja ver que el nivel de madurez de la automatización se encuentra en un nivel intermedio, lo que obligaría una actitud más decidida por parte de los gerentes para romper paradigmas y asumir los retos a los que se enfrentan las empresas del STC con mayor celeridad, esto si se tiene en cuenta que es precisamente desde la gerencia que deben surgir planes de acción que permitan el incursionar en la era de la automatización para garantizar la calidad de la gestión organizacional y por supuesto obtener mejores resultados en la productividad.

Al igual que la organización debe superar los silos y funcionar de forma transversal, sus líderes deben aprender a combinar las habilidades de gestión operativa, integración tecnológica y gestión de personas. Por ejemplo, los directivos de recursos humanos no solo deberán tener un conocimiento profundo del mercado del talento, sino que deberán tener perspectiva comercial y comprender las implicaciones de la revolución tecnológica. (Talent & Rewards, 2018).

Por lo anterior, el cambio tecnológico del STC se ha desarrollado a partir de tres innovaciones cruciales: 1) los materiales (básicamente las fibras sintéticas); 2) los rotores *open-end* en la hilatura, y 3) los telares sin lanzadera en los tejidos. Más recientemente, también han sido fundamentales las aplicaciones de la electrónica en las fases de diseño (CAD) y de corte (CAD-CAM), y su utilización en la transmisión de información entre las diferentes fases tanto de elaboración como de venta. (Costa & Duch, 2005). Sin embargo, hay que reconocer que el STC ha pasado por un profundo proceso de reestructuración que sólo han podido superar las empresas más preparadas para afrontar las exigencias del nuevo entorno competitivo. El resultado de este proceso es una industria con una posición competitiva sensiblemente mejor a la observada a principios de los años noventa y con buenas oportunidades para competir en los mercados internacionales, siempre que se avance en la tarea de mejorar sus debilidades al tiempo que se refuerzan sus aspectos positivos.

Por último y retomando lo aportado por Corzo y Álvarez, (2020) Los nuevos desafíos que surgen de la evolución tecnológica enmarcada en la Industria 4.0, ha generado brechas asimétricas en los países latinoamericanos evidenciado en la poca investigación y generación de publicaciones científicas en la región en comparación con los países más competitivos. Por consiguiente, en las condiciones actuales no es posible evolucionar rápidamente hacia los beneficios de la cuarta revolución industrial sobre todo en automatización y robótica, sin embargo, la aceptación de la I4.0 por parte de los ejecutivos de la región latinoamericana marca oportunidades en cuanto a la adaptación de nuevos retos tecnológicos en la industria.

Tabla 7: Propuestas de acción para empresas del Sector Textil Confección para incorporarse en el proceso de automatización:

DIMENSIONES INDUSTRIA 4.0 (Automatización)	Prospectiva	Estrategia de la organización	Fabrica inteligente	Operaciones inteligentes	Productos inteligentes	Servicios basados en datos	Empleados
ESTADO ACTUAL	Se observa con una visión muy limitada frente a lo que implica la automatización en los procesos productivos, considerando que ven a muy largo plazo los avances en automatización.	La automatización de procesos en las empresas hace parte de la estrategia, pero falta definir mejor los indicadores apropiados para monitorear la formulación de estrategia.	Las máquinas y los sistemas no se encuentran debidamente digitalizados e integrados, existen deficiencias en materia de redes tecnológicas, falta desarrollo a nivel de software.	No se cuenta con plena integración y colaboración entre máquinas y sistemas como existe plena autonomía entre ellas, evidenciándose poca madurez en los procesos de automatización	Un 90% de las empresas no cuenta con catálogos digitales, sin embargo, realmente el sistema de producción no es autónomo y requieren de la intervención de mano de obra.	Se observar un nivel de uso de datos del 36% resultado que da cuenta de un sistema no muy avanzado en el manejo de bases de datos dispuestos para la información que les permita una mejor toma de decisiones.	El recurso humano de las empresas aun no cuenta con personal idóneo para áreas claves de automatización.
OBTÁCULOS	Falta de información de las implicaciones de la automatización e incertidumbre sobre los riesgos y oportunidades asociados con Industria 4.0	Falta de conocimiento y direccionamiento estratégico.	Falta de infraestructura y talento humano capacitado en digitalización.	Falta de visión en cuanto al cambio de métodos y estrategias.	Hay impedimento para avanzar en esos aspectos, producto de la voluntad para cambiar procesos tradicionales.	Limitaciones tecnológicas. Falta de experiencia en habilidades digitales en gestión de la información	Contratación de mano de obra no calificada tecnológicamente.

<p>PROPUESTA DE ACCIÓN</p>	<p>Generar redes a nivel nacional e internacional que les permita conocer las acciones de otras empresas y países en materia de automatización lo que contribuiría a reducir la incertidumbre del sector.</p>	<p>Definir e implementar la estrategia de la organización articulada con los procesos y contexto externo. Hacer seguimiento constante a la implementación de la estrategia</p>	<p>Planificar debidamente la optimización automática de procesos, procedimiento, recursos y equipos, que permitan avanzar en una automatización que garantice un sistema integral para agilizar el desarrollo de las empresas. Coordinar iniciativas de capacitación de talento humano y transferencia de conocimiento con empresas líderes e instituciones de educación superior.</p>	<p>Adoptar y adaptar los sistemas de TI y comunicaciones ampliando la base técnica con adquisición de nueva maquinaria o adaptación de equipos que permitan la integración y autocontrol para que generen valor, de manera autónoma para mejoras en la productividad y eficiencia en procesos productivos.</p>	<p>Mejorar la articulación interna y externa expandiendo el sistema integrado de información en todos los procesos de automatización. Se hace necesaria la capacitación y transferencia de conocimiento para la implementación de sistemas tecnológicos con productos inteligentes.</p>	<p>Dotarse de dispositivos tecnológicos que permitan el manejo de datos ajustado a los requerimientos del proceso de automatización que ofrezca soluciones cada vez más especializadas.</p>	<p>Procurar la contratación de talento humano calificado y/o impartir capacitación en habilidades digitales de manera periódica a los empleados, Incentivar la atracción y retención y formación de talento. Adaptar formación permanente al interior de la organización para mejorar los conocimientos específicos a sus empleados</p>
----------------------------	---	---	---	--	---	---	---

7. Conclusiones

Realizada la tarea de valorar el STC respecto a su realidad frente a la incorporación de la automatización, se evidencia que las empresas no son indiferentes ante su importancia y reconocen las ventajas de la implementación del proceso, reconocimiento que más que atender a los desafíos de las nuevas tecnologías se convierte en una exigencia para poder ser competitivos y enfrentar los retos de la globalización. Su deseo manifiesto es tener empresas completamente automatizadas y reconociendo que la base debe ser la capacitación del factor humano, contrastando así la creencia de que si las empresas se automatizan el factor humano sufriría el impacto viéndose subutilizado. En consecuencia, esta investigación no solo asumió con rigurosidad los objetivos planteados, sino que logró evidenciar que los empleados ven en la automatización un aliado para seguir creciendo juntos.

En cuanto a las motivaciones y obstáculos que se logran percibir en los empresarios del STC frente a la implementación de la automatización de los procesos de manufactura, se pudo analizar, en la información suministrada por los entrevistados, que la automatización es importante y necesaria, pero existen limitantes para su implementación, refiriéndose a situaciones como el contrabando, lo que se da por la falta de respaldo y protección del gobierno. Las empresas todavía sienten temor para avanzar en este proceso y no se sienten capacitadas para enfrentar este desafío. Se requiere entonces de unir esfuerzos para que estos obstáculos manifestados por los empresarios pasen a un segundo plano y se debe comenzar definitivamente por un proceso de capacitación del recurso humano, en donde no solo se incentive el desarrollo de habilidades técnicas sino también se le forme una mentalidad más abierta al cambio, que no les de miedo innovar, crear. Cambiar de paradigma para asumir una postura positiva y segura frente a los procesos nuevos que conlleva la automatización.

La implementación de la automatización conlleva muchas implicaciones en lo que tiene que ver con el impacto que este proceso traerá a las empresas en el desarrollo de sus actividades. Automatizar implica, como ya se había mencionado, un cambio de paradigma y esto a su vez conlleva un cambio de mentalidad que parte de los beneficios que esta traerá para la competitividad empresarial. De otro lado y no menos importante, está el tema de la inversión, lo cual es muy significativo, porque no solo es la dotación en materia tecnológica sino en capital humano, pues

se requiere personal capacitado y cualificado que se acomode y por supuesto, esté al nivel de las exigencias de la tecnología.

Así mismo, es importante destacar que el ahorro de tiempo, calidad en los procesos, precisión, efectividad, mayor productividad, son retribuciones que obtiene la empresa cuando cuenta con la automatización en su máximo nivel.

Hablar de las perspectivas futuras de la automatización de procesos en el STC requiere partir de la realidad en la cual se encuentra el desarrollo de las tecnologías, puestas al servicio de la economía y por supuesto pensar en el tema de la globalización. Sin embargo, se podría decir que a medida que este desarrollo alcance su máximo nivel, las empresas serán uno de los sectores más beneficiados y por consiguiente cada día se verán obligadas a mejorar tecnológicamente teniendo en cuenta que su estrategia en cuanto a la comunicación cliente/empresa, exigirá que cada día, la organización se apoye en sistemas de tecnología de punta para que esta relación se ajuste a las exigencias del cliente para cumplir sus expectativas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que, las tecnologías digitales suponen una gran promesa, su potencial para aumentar la productividad no se ha explotado plenamente, la forma en la que las nuevas tecnologías se traducen en incrementos reales de la productividad depende de cómo las industrias gestionan sus impactos y los procesos de distribución del crecimiento. Se considera pertinente que los empresarios hagan un análisis minucioso del estado actual del nivel de automatización y tecnología, que la gerencia tomará en cuenta, como cambios vitales y comunicará al resto de la organización como cultura organizacional.

Los resultados de esta investigación también permiten sugerir la necesidad de fortalecer los planes de capacitación en las empresas con el fin de dar a conocer la nueva tecnología a todo el grupo de colaboradores. Al momento de hacer compra de tecnología se debe visionar una vida útil adecuada en la organización, con el fin de que se compre tecnología suficiente para esa visión. Invertir en un grupo de prospectiva tecnológica, que consiga la mejor y apropiada tecnología, sin influencias de la moda. También es necesario distribuir las cargas de la implementación, porque la automatización es costosa y requiere una excelente gestión tecnológica para adquirir tecnología madura y probada, de manera que haya suficiente información y transferencia de tecnología para asumir la automatización avanzada y en general, con una planificación adecuada y precisa, de modo que haya suficiente información y transferencia de tecnología para asumir la automatización avanzada.

En cuanto al talento humano digital se requiere identificar el estado actual de los colaboradores con respecto a sus habilidades y aptitudes en materia digital, mirar en el mercado nacional quien puede capacitar al personal y si no lo hay, revisar expertos a nivel internacional, con el fin de tener un doliente con el conocimiento necesario.

Es importante que desde las áreas de talento humano se apropien del tema y además deben tener conocimiento de las habilidades requeridas en el personal para operar la nueva tecnología. Es necesario tener muy claro los planes de desarrollo que les permita a las personas ser capaces de operar las nuevas tecnologías a las que se verán enfrentados, adquirir competencias múltiples en muchas disciplinas, para soportar el desarrollo tecnológico y poder hacer cambios con equilibrio y no depender sólo de la mano de obra especializada del extranjero.

Para Instituciones académicas y educativas, que deben re-diseñar planes curriculares, estos deben estar orientados a desarrollar en los jóvenes o estudiantes la capacidad de análisis y de adaptación a la tecnología, pues de esta forma podrán volverse indispensables en el mercado e irremplazables por la tecnología. Se debe fomentar, además, el diseño textil para que Colombia logre ser reconocido en otros ámbitos y se vuelva tan importante como lo son hoy nuestros diseñadores de moda. Desde las instituciones de educación superior deben tener claridad e importancia de la creatividad y análisis para lograr ser competitivos.

Para la competitividad y productividad de las empresa, es claro que desarrollar el proceso de automatización va a permitir marcar un liderazgo en el campo empresarial, así mismo contribuye a la transformación digital en cuanto a los sistemas y máquinas con protocolos de seguridad, mediante lo cual se asegura la eficiencia en tiempo real, todo lo anterior partiendo de la capacitación y actualización permanente de los empleados en habilidades digitales para ser más competitivos en las tecnologías de la industria 4.0.

En cuanto a las limitaciones para el desarrollo del estudio se encontró como principal falencia, los pocos estudios previos específicos para el STC. Lo que incidió en la dificultad para contrastar los resultados obtenidos y lo ya existente al respecto del tema de estudio, sin embargo, se logró aprovechar los estudios existentes, los cuales fueron muy ilustrativos para efectos de alcanzar el objetivo general del trabajo, permitiendo un análisis profundo en los avances y los esfuerzos realizados por las empresas en su tarea por incursionar en el campo de la automatización y de esta manera fortalecer su imagen de competitividad.

Este estudio de caso múltiple también tiene limitaciones adicionales que proporcionan oportunidades para futuras investigaciones. Por ejemplo, con respecto a la dificultad para generalizar los hallazgos a la población de todas las empresas del STC en Colombia e incluso en países emergentes, futuros estudios podrían contrastar los hallazgos aquí presentados en otras empresas del país o de la región y alcanzar conclusiones más robustas que puedan dar origen a futuras investigaciones cuantitativas. Otra de las limitaciones se relaciona con el riesgo inherente de los estudios de caso de presentar hallazgos idiosincráticos (Miles & Huberman, 1994), por lo que futuras investigaciones podrían analizar el nivel de incorporación de la automatización en contextos institucionales más diversos con el fin de analizar los cambios que estos contextos puedan implicar en la aceptación y adopción de la automatización. Una limitación adicional se relaciona con el uso del instrumento IMPULS, futuras investigaciones podrían usar más de un instrumento, por ejemplo el *Industry 4.0 Self Assessment* de PWC, y el *Industry 4 Readiness Assessment Too*, de tal manera que se puedan contrastar los resultados de varias mediciones.

De otro lado, y a propósito del proceso de desarrollo del estudio, se presentaron dificultades para el desarrollo del trabajo de campo, considerando los aspectos de tiempo y espacio que fueron un determinante para la disponibilidad de los gerentes que participaron. A pesar de que el proceso de recolección de información, entrevistas y visitas empresariales se hizo en varios meses, este estudio no podría clasificarse como un estudio longitudinal sino como uno transversal. Futuras investigaciones podrían analizar el nivel de madurez de la automatización para la competitividad en un conjunto de empresas en diferentes momentos de la empresa y así analizar qué eventos internos y externos tienen mayor influencia en la aceptación e incorporación de la automatización.

En futuros estudios también sería pertinente profundizar en temas como la estrecha relación de la automatización con la globalización, la competitividad y la sostenibilidad; los beneficios y las dificultades para automatizar; la automatización y los cambios sustanciales de la empresa; el liderazgo del STC en los procesos de automatización; aplicativos y procesos automatizados para los clientes; la capacitación en automatización y herramientas digitales. Al mismo tiempo se evidencia que faltan políticas claras y la vinculación de las entidades gubernamentales para los temas relacionados con la automatización.

Por lo anterior los resultados de este estudio se convierten así en un aporte a la motivación de los gerentes para el fortalecimiento de una visión de futuro encaminada a incursionar

decididamente en el proceso de automatización, ya que esta es una de las brechas que se encuentra para que el proceso tenga el nivel requerido para el STC. Implica entonces, dejar sentado un precedente sobre la importancia de asumir con determinación este proceso de automatización en las empresas.

En concordancia con lo anterior, los resultados de esta investigación contribuirán de manera positiva a otras áreas del conocimiento, como insumo para la realización de estudios entorno a la forma como las tecnologías de la información y comunicación aportan a la gestión de conocimiento y específicamente la importancia que tiene el proceso de automatización en cualquier campo de la industria. Se busca además que este estudio de caso sirva de punto de referencia para despertar en las empresas mayor motivación para incursionar en el proceso de automatización y propender por alcanzar una mayor madurez en los procesos, identificando así los elementos que se requieren intervenir y detectar los puntos fuertes de la organización para avanzar en medio de la globalización y sus implicaciones a nivel competitivo.

8. Referencias Bibliográficas

- Acatech (Ed.). (2011). *Cyber-Physical Systems. Driving force for innovation in mobility, health, energy and production* (acatech POSITION PAPER). Heidelberg et al.: Springer Verlag 2011. doi: 10.1007/978-3-642-29089-3
- Adhikari, S. (2018). *Operator Machine Control using Siemens PLC and HMI* (Tesis de maestría, The University of Toledo). Recuperado de <https://etd.ohiolink.edu/>
- Aguirre Mayorga, S. & Córdoba Pinzón, N. (2008). Diagnóstico de la maduración de los procesos en empresas medianas colombianas. *Ingeniería y Universidad*, 12 (2), 245-267. ISSN: 0123-2126. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477/47712204>
- Aitex (2016). Instituto Tecnológico Textil. España. Disponible en: <https://www.aitex.es/category/aitex/>
- Arias-Pérez, J. E. & Castaño-Ríos, C. E. (2014). Madurez de las capacidades de innovación en empresas colombianas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 19 (66), 306-318. ISSN: 1315-9984. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=290/29031265007>
- Arias-Pérez, J., Velez-Ocampo, J., & Cepeda-Cardona, J. (2021). Strategic orientation toward digitalization to improve innovation capability: Why knowledge acquisition and exploitation through external embeddedness matter? *Journal of Knowledge Management*.
- Arteaga, F. (2019). Disrupción tecnológica y orden Global. *Revista UNISCI*. (51) 109-128
- Axmman, B., & Harmoko, H. (2020). Industry 4.0 Readiness Assessment. *Tehnički glasnik*, 14, 212–217.. doi:10.31803/tg-20200523195016
- Babbie, E. (2000). *Fundamentos de la Investigación Social*. Mexico: Thomson.
- Baily, M. N. & Montalbano, N. (2016). Why is US productivity growth so slow? Possible explanations and policy responses. *Hutchins Center Working Paper*, 22. Recuperado de https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/09/wp22_baily-montalbano_final4.pdf
- Bandeira-de-Mello, R., Fleury, M. T. L., Aveline, C. E. S., & Gama, M. A. B. (2016). Unpacking the ambidexterity implementation process in the internationalization of emerging market multinationals. *Journal of Business Research*, 69(6), 2005–2017. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.10.146>

- Behrends, C. (2016). Algunas ideas sobre Internet de las cosas y su posible impacto industrial. *Revista AADECA*, 1, 54.
- Bell, D. (1976). *El advenimiento de la sociedad post-industrial: un intento de prognosis social*. Madrid: Alianza Editorial.
- Berger, T., & Frey, C. (2016). Digitalization, Jobs, And Convergence In Europe: Strategies For Closing The Skills Gap.
- Bernat, S., & Karabag, S. F. (2019). Strategic alignment of technology. Organising for technology upgrading in emerging economy firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 295-306. doi: 10.1016/j.techfore.2018.05.009
- Bertola, P., & Teunissen, J. (2018). Fashion 4.0. Innovating fashion industry through digital transformation. *Research Journal of Textile and Apparel*, 22(4), 352-369. doi: 10.1108/RJTA-03-2018-0023
- Bravo, L., Valenzuela, A., Ramos, P., & Tejada, A. (2019). Perspectiva teórica del diagnóstico organizacional. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88). Recuperado en: https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29062051021/html/index.html#redalyc_29062051021_ref2
- Buendía, E. (2013). El papel de la Ventaja Competitiva en el desarrollo económico de los países. *Análisis Económico*, XXVIII(69), 55-78.
- Burgard, W., Moors, M., Stachniss, C., & Schneider, F. (2005) Coordinated multi-robot exploration. *IEEE Transactions on Robotics*, 21(3), 376-386.
- Caiza, G. J., & García, M. V. (2017). Implementación de sistemas distribuidos de bajo costo bajo norma IEC-61499, en la estación de clasificación y manipulación del MPS 500. *Ingenius*, 18, 40. <https://doi.org/10.17163/ings.n18.2017.05>.
- Cámara de Comercio De Medellín - CCM. (2017). Cluster Textil/Confección, Diseño y Moda “Tejiendo juntos la estrategia”. Medellín: Camara de Comercio de Medellín Para Antioquia.
- Carballo Mendivil, B., Arellano González, A., & Ríos Vázquez, N. J. (2019). Madurez de procesos en pequeñas empresas manufactureras de México. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (86), 185-206. [Fecha de Consulta 8 de febrero de 2021]. ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=206/20662156011>
- Carmona L., R. J. & Gil Q., J. D. (2008). Competitividad y retos en la productividad del cluster textil-confección, diseño y moda en Antioquia. *Revista Ciencias Estratégicas*, 16 (20), 247-

263. [Fecha de Consulta 4 de marzo de 2021]. ISSN: 1794-8347. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1513/151312829003>
- Carvajal, J. (2017). *La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe*. Universidad Antonio Nariño, Colombia. 15 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21, Boca Raton Fl, United States
- Castaño, L. (2019) Propuesta de estrategias que orientan el mejoramiento de los niveles de madurez en Gestión del Conocimiento, para las Microempresas del Sector Comercio en el Altiplano del Oriente Antioqueño. Recuperado el día 7 de febrero de 2021 en: <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/4430> .
- Cathes, A., & Navarro, J. (2019). La disrupción del talento, el advenimiento de los bootcamps de programación y el futuro de las habilidades digitales. *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*. Pp. 2-43.
- Ciol, R., Travaglioni, M., Giuseppina, P., Petrillo, A. & Parmentola, A. (2020). Sistemas de fabricación inteligente e industria aplicada, Tecnologías para una industria sostenible: una mirada sistemática. *Revista Applied Sciences*.
- Cimini, C., Pinto, R., & Cavalieri, S. (2017). The business transformation towards smart manufacturing: a literature overview about reference models and research agenda. *FAC Papers On Line*, 50(1), 14952-14957. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2548>
- Colciencias, (2005). Programa de Jóvenes Investigadores e Innovadores. Disponible en: <https://legadoweb.minciencias.gov.co/convocatoria/programa-de-j-venes-investigadores-e-innovadores-2005>
- Cordero, D., Chacón, E., Sañay, I., & Criollo, D. (2016). Modelo de procesos para la automatización del área de producción en el sector de la industria cementera pública del Ecuador (MPIC). *Ingenius*, (16), 61.
- Córdoba, E. (2006). Manufactura y automatización. *Ingeniería e Investigación*, 26(3), 120-128.
- Cortada de Kohan, N. (2001). Constructos psicológicos y variables. *Psicología y Psicopedagogía. Publicación virtual de la facultad de Psicología y Psicopedagogía de la USAL*, 2 (2). [Link]: <https://www.salvador.edu.ar/psic/ua1-9pub02-8-03.htm>

- Corzo, G., & Álvarez, E. (2020). Estrategias de competitividad tecnológica en la conectividad móvil y las comunicaciones de la industria 4.0 en Latinoamérica. *Información Tecnológica*, 31(6), 183-192 (2020). Recuperado en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600183>
- Costa, M., & Duch, N. (2005) La renovación del sector textil confección en España, un proceso de ajuste y contenido tecnológico. Recuperado el día 11 de febrero 2021 en <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/355/1PAG%20263-272.pdf>
- Cortés, R. O., & Activa, Z. (2016). La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural. *Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, ISSN: 2014-2714, 6(2), 101-111.
- Cuartas, G. (2019). Sector textil colombiano y su influencia en el desarrollo de la economía del país. Recuperado el día 10 de febrero en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JpkN46A3XZcJ:https://journal.poli-gran.edu.co/index.php/puntodevista/article/download/1421/1237/3957+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Cuervo-Cazurra, A., & Ramamurti, R. (2014). *Understanding Multinationals from Emerging Markets*. Understanding Multinationals from Emerging Markets. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107587632>
- Cuervo-Cazurra, (2016) *Journal of International Business Studies* (2016) 47, 881–897 a 2016 Academy of International Business All rights reserved 0047-2506/16
- Chumir Foundation for Ethics in Leadership & Brookings Institution Press (2019). *Productive Equity. The Twin Challenges of Reviving Productivity and Reducing Inequality*. A report by the scholars at the Brookings Institution and the Chumir Foundation. Recuperado de <https://www.brookings.edu/research/productive-equity-the-twin-challenges-of-reviving-productivity-and-reducing-inequality/>
- Chacón, E., Besembel, I., Rivero, D., & Cardillo, J. (2009). Embedded holonics systems in production process: holonic unit of production. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 32(1), 3-13. Recuperado en 15 de marzo de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702009000100002&lng=es&tlng=es..

- Chaimowicz, L., Grocholsky, B., Keller, J. F., Kumar, V., & Taylor, C.J. (2004) Experiments in multirobot air-ground coordination. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, (4), 4053–4058.
- Chong, B. (2019). Transforming the Quality of Workforce in the Textile and Apparel Industry through Digital Empowerment. *The Educational Review, USA*, 3(8), 96-105. doi: 10.26855/er.2019.08.002
- Dane, (2017). *Boletín técnico Producto Interno Bruto (PIB) 2019*. Bogotá. D.C. mayo de 2019. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_Itrim19_produccion.pdf
- Dane. (2018). *Boletín técnico Exportaciones. (Expo) Boletín técnico*. 1–32.
- Dane. (2020). *Boletín técnico Exportaciones. (Expo) Boletín técnico*. 1–32.
- De Massis, A., & Kotlar, J. (2014). The case study method in family business research: Guidelines for qualitative scholarship. *Journal of Family Business Strategy*, 5(1), 15-29.
- De Matos, S., Erven, N., Gonçalves, O., & Meiriño, M. (2020). Avaliação e Políticas Públicas em Educação. *Revista Ensaio*, 28(106), Pp. 66-87.
- Drucker, P. (1955). The management horizon. *The Journal of Business*, 28 (3), 155-164.
- Duran, M. (2012) El estudio de caso en la investigación cualitativa. *Revista Nacional de Administración*. 3 (1), 121-134.
- Dwivedi, A. (2013). Role of Computer and Automation in Design and Manufacturing for Mechanical and Textile Industries: CAD/CAM. *Ijitee.Org* (3):174–81.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research, *Academy of Management Review*, 14 (4), 532-550.
- Erlingsson, C., & Brysiewicz, P. (2017). A hands-on guide to doing content analysis. *African Journal of Emergency Medicine*, 7(3), 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2017.08.001>
- Essmann, H., & Du Preez, N. (2009). An Innovation Capability Maturity Model Development and initial application. *World Academy of Sciences, Engineering and Technology*, 53(1): 435- 446
- Fashion Network. (2020). Los aranceles textiles en Colombia generan nuevos desacuerdos entre las partes On Line. Fecha de Consulta: septiembre de 2020. [Link]:

- <https://pe.fashionnetwork.com/news/Los-aranceles-textiles-en-colombia-generan-nuevos-desacuerdos-entre-las-partes,1193435.html>
- FIR. (2021). Analysis, Planning, Implementation. Projects with Companies. Recuperado de: <https://www.fir.rwth-aachen.de/en/consulting/>
- Gallardo E. (2019). Brechas y asimetrías que emergen en la era digital, ¿nuevas formas de exclusión? *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 21(3), 1-3. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/2909>.
- García, J. Z. (2012). Ciencia, tecnología, innovación y políticas para América Latina. *Perfiles Educativos*, 34(135), 190–196.
- García, L. (2019). Necesidad de una educación digital en un mundo digital. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), pp. 09-22. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.2.23911>
- Garrell, A. & Guilera, L. (2019). *La Industria 4.0 en la sociedad digital*, Valencia: Marge Books.
- Giret, A., E. García & Botti, V. (2016). An engineering framework for Service-Oriented Intelligent Manufacturing Systems. *Computers in Industry*, 81, 116–127.
- Gorenberg, A. (2016). Entendiendo más ampliamente la industria 4.0. *Revista AADECA*. Ed. 1 p.14
- Grieco, A., Caricato, P., Gianfreda, D., Pesce, M., Rigon, V., Tregnaghi, L. & Voglino, A. (2017). An Industry 4.0 case study in fashion manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 11, 871-877. doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.190
- Grøgaard, B., Colman, H. L., & Stensaker, I. G. (2019). Legitimizing, leveraging, and launching: Developing dynamic capabilities in the MNE. *Journal of International Business Studies*, 50(3), 1-28. <https://doi.org/10.1057/s41267-019-00245-5>
- Harrington, J., Esseling, E., & Nimwegen, H. (1997). *Business process improvement: Workbook documentation, analysis, design, and management of business process improvement*. New York: McGraw-Hill.
- Hood, J., Brady, A., & Dhanasri, R. (2016). *Industry 4.0 engages customers. The digital manufacturing enterprise powers the customer life cycle*. Deloitte University Press.
- Howard, A., Parker, L. E., & Sukhatme, G. S. (2006) Experiments with a large Heterogeneous, mobile robot; team, exploration mapping deployment and detection the international journal of robotic research Conference and Expo (DSR); pags. 1-10.

- Imran, M., ul Hameed, W., & ul Haque, A. (2018). Influence of Industry 4.0 on the production and service sectors in Pakistan: Evidence from textile and logistics industries. *Social Sciences*, 7(12). p. 246, <https://doi.org/10.3390/socsci7120246>
- Industria Alimenticia. (2008). *Difíciles Decisiones de Automatización*. 19(8): 48–49.
- Inexmoda. (2019). Informe del sector textil y confecciones. *Sectorial*, 32. www.sectorial.co
- Inexmoda. (2020). Informe del sector textil y confecciones. *Sectorial*, 32. www.sectorial.co
- IW Consulting. (2021). IW Consulting, Managing with Facts. Recuperado de: <https://www.iwconsult.de/en/about>
- Chandy, J. C. (2010) Desafíos en el diseño de sistemas cyber-físicos. *Ing. USBMed*, 1(1): 6-14.
- Jacquez, H, M. V. & López, T. V. G. (2018) Modelos de evaluación de la madurez y preparación hacia la Industria 4.0: una revisión de literatura. *Revista ingeniería industrial- Actualidad y nuevas tendencias*. 6(20), 61-78.
- Joyanes, A. L. (2017). Ciberseguridad la Colaboración Público-Privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0). *Cuadernos de Estrategia*, ISSN 1697-6924, 185, 19-64.
- Jung, P., Binshan & Lin, C. (2009). The construction and application of knowledge navigator model (KNM(TM)): An evaluation of knowledge management maturity, *Expert Systems with Applications*, 36(2), 4087- 4100.
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Acatech, Editorial staff.
- Kalpakjian, S. & Schmid, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson prentice hall. Disponible en: <https://labibliotecadeelpanduro.wordpress.com/2017/05/30/s-kalpakjian-s-r-schmid-2008-manufactura-ingenieria-y-tecnologia-pearson-prentice-hall/>
- Kashyap, A., & Raghuvanshi, J. (2020). A preliminary study on exploring the critical success factors for developing COVID-19 preventive strategy with an economy centric approach. *Management Research*. 18. 10.1108/MRJIAM-06-2020-1046.
- Kemper, M., Gloy, Y. S., & Gries, T. (2017). The future of textile production in high wage countries. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 254. doi: 10.1088/1757-899X/254/20/202002.
- Kerlinger, F.N. (1988). *Investigación del comportamiento*. México: McGraw-Hill.

- Kim, H. M., & Ramkaran, R. (2014). Best practices in e-business process management extending a re-engineering framework. *Business Process Management Journal*. 10(1): 27-43.
- Kotlar, J., & De Massis, A. (2013). Goal setting in family firms: Goal diversity, social interactions, and collective commitment to family-centered goals. *Entrepreneurship: Theory and Practice*, 37(6), 1263–1288. <https://doi.org/10.1111/etap.12065>
- Kugler, A., Kugler, M., Ripani, L., & Rodrigo, R. (2020). U.S. Robots and their Impact in the Tropics: Evidence from Colombian Labor Markets. *NBER Working Papers*.
- Larriou-Let, E. (2016). Ciberseguridad ¿Estamos preparados? *Revista AADECA*. Ed,1. pp 26
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, E. & Schröter, M. (2015). *Industrie 4.0-readiness*. IMPULS-Stiftung, Cologne
- Liu, Y., & Huang, Q. (2018). University capability as a micro-foundation for the Triple Helix model: The case of China. *Technovation*, 76–77(March), 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.013>
- López, P., Andrade, H. (2013) Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias, *Revista de Educación*. 37(1), 43-63, ISSN: 2215-2644. Recuperado en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/10628>
- López, G, X. (2018). Panorama y desafíos de la mediación comunicativa en el escenario de la denominada automatización inteligente. *El Profesional de La Información*, 27(4), 725. <https://doi.org/10.3145/epi.2018.jul.01>
- López, P., & Rodríguez, P. (2016). El liderazgo de los países asiáticos en el sector del vestido: repercusiones para América Latina. Tla-Melaua. *Revista de Ciencias Sociales*, 10(40), 152–175. <https://doi.org/10.32399/rtla.10.40.154>
- López, C., Satorum, M., & Aguila, J. (2020). FAVO: Framework de Gestión Autónoma de Organizaciones Virtuales basado en la Industry 4.0. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*. (E27). 333-345.
- Madhok, A., & Keyhani, M. (2012). Acquisitions as Entrepreneurship: Asymmetries, Opportunities, and the Internationalization of Multinationals from Emerging Economies. *Global Strategy Journal*, 2(1), 26–40. <https://doi.org/10.1111/j.2042-5805.2011.01023.x>
- Malleuve, A., Lobaina, & Stuard (2015). Una aproximación hacia la evaluación del nivel de madurez de la arquitectura empresarial.

- Malleuve, A., & Superior, Instituto & José, Politécnico & Echeverría, Antonio & Habana, Cujae & Daniel, Cuba & Alfonso, Daniel & Cuba, Mavis & Lis, Stuart & Cárdenas, Mavis Lis & Cuba,. (2015). Una aproximación hacia la evaluación del nivel de madurez de la arquitectura empresarial. 33-42. *Revista cubana de ingeniería*, 33-42.
- Martínez, D., Dalgo, V. , Herrera, J. Jiménez, E. & Velasco, E. (2019). Avances de la inteligencia artificial en salud. *Dominio de las Ciencias*, 5(3), 603-613. doi: 10.23857/dc.v5i3.955
- Mejía-Neira, Á., Jabba, D., Caballero, G. C., & Caicedo-Ortiz, J. (2019). The influence of software engineering on industrial automation processes. *Informacion Tecnologica*, 30(5), 221–230. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500221>
- Mendez, A. (2020). Líderes, claves para la transformación digital de la industria. Recuperado de: <https://mexicoindustry.com/noticia/lideres-claves-para-la-transformacion-digital-de-la-industria>
- Mendizabal, G, (2018) *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales Y Derecho Del Empleo Volumen 6, núm. 1, enero marzo de 2018 @ 2018 ADAPT University Press- ISSN 2282-2313* Mesa Sectorial, SENA. (2017). *Sector Diseño, Confección y Moda*. http://observatorio.sena.edu.co/Content/pdf/mesas_sectoriales/disenio_confeccion_moda.pdf
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Montaño Arango, O., Corona-Armenta, J. R., Pérez Rojas, A., & Medina Marín, J. (2010) Modelo que identifica la madurez de los procesos: caso: pequeña empresa manufacturera DYNA - *Ingeniería e Industria*, 85(5), 392-400.
- Monge Acuña, V. (2015). La codificación en el método de investigación de la grounded theory o teoría fundamentada. *Innovaciones Educativas*, (22), 77-84.
- Montero Vilela, J., & Arias Oliva, M. (2019). *Impacto de la automatización sobre la RSC. Septiembre*. <https://www.researchgate.net/publication/335685218>
- Montoya, D., Restrepo, L., García, V., & Jiménez, J. (2020). Afectaciones económicas generadas por las importaciones en las empresas industriales del sector textil en la ciudad de Medellín, Antioquia durante los años 2017, 2018 y 2019. *Revista CIES*, 11(2), 25-44.
- Moreno, N., López, E., & Leiva, J. (2018). El uso de tecnologías emergentes como recursos didácticos en ámbitos educativos. *International Studies on Law and Education*, 29 (30), 131-146.

- Nitin S., Choubey & Agrawal, M. (2016). *Automation in Textil Industry*. 2(1): 30–33.
- Observatorio de Desarrollo Económico. ODE (2015). *¿Cómo afecta el contrabando a la economía Bogotana?* On Line. Fecha de consulta: septiembre de 2020. [Link]: <http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/comercio-exterior/como-afecta-el-contrabando-la-economia-bogotana>
- Observatorio Complejidad Económica de MIT, (2020). Textiles. On Line. Fecha de Consulta: septiembre de 2020. [Link]: <https://oec.world/en/profile/hs92/textiles>
- OCDE. (2019) Los riesgos de la automatización del trabajo varían mucho entre las diferentes regiones de los países, afirma la OCDE. On Line. Fecha de Consulta: agosto de 2020.[Link]:<http://www.oecd.org/centrodemexico/medios/losriesgosdeautomatizaciondeltrabajovaríanmuchoentre lasdiferentesregionesdelospaisesafirmalaocde.htm>
- Páez, G., Rohvein, C., Paravie, D., & Jaureguiberry, M. (2018). Revisión de modelos de madurez en la gestión de los procesos de negocios. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26(4), 685-698. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000400685>
- Papoutsidakis, M., Piromalis, D., & Priniotakis, G. (2019). Advanced Automation in Textile Industry Production Lines. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 04(05), 504–507. <https://doi.org/10.33564/ijeast.2019.v04i05.073>
- Pardo M, C. (2010). Energy use and energy efficiency in the German and Colombian textile industries. *Energy for Sustainable Development*, 14(2): 94-103.
- Pardo, M. C. I. (2019). El papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en el nuevo PND. *Revista Portafolio.com*.
- Parker, L. E. (2008). Multiple Mobile Robot Systems. En B. Siciliano, & O. Khatib, *Springer Handbook of Robotics* (págs. 921-941). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Peralta, M. (2014). Asistente para la evaluación de CMMI-SW. Tesis de Maestría en Ingeniería del Software. Instituto Tecnológico, Buenos Aires:.
- Pérez. E. R., Elizondo, M., Guerrero, R. L., García, S. J., & Casas, M. M. (2015) Diseño y Validación De Una Metodología Para Evaluar El Nivel De Madurez De La Alineación Estratégica De Las Tecnologías De La Información (Design and Validation of a Methodology for Assessing the Level of Maturity of Strategic Alignment of Information Technology) (2015). *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 8 (6), 53-76.
- Pérez, E. (2015) Propuesta de automatización en bodega de producto terminado en industria

- manufacturera de productos de higiene personal en Costa Rica. *Revista Intersedes*, 16(34), 40-60.
- Phoenix Contact. (2016). Opciones de PLC para un control eficiente. *Revista AADECA*, 54.
Websit: www.phoenixcontact.com.ar
- Portafolio. (2020). ¿Cómo es la automatización de procesos en Colombia? On Line. Fecha de Consulta: agosto de 2020 [Link]: <https://www.portafolio.co/negocios/como-es-la-automatizacion-de-procesos-en-colombia-536586>
- Quiñones, Y., Tostado, I., & Burgueño, C. (2015) Aplicación de técnicas evolutivas y visión por computadora para navegación autónoma de robots utilizando un TurtleBot2. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E3(03).
- Ramos, Y., & Hernández, D. (2012). Ingeniería de requisitos desde las trincheras. *Revista Avanzada Científica*. 15 (2). Pp. 3
- Redacción El País. (2017). \$23 mil millones en mercancía de contrabando han sido incautados este año en Cali. On Line. Fecha de Consulta: julio de 2020 [Link]: <https://www.elpais.com.co/judicial/23-millones-en-mercancia-de-contrabando-han-sido-incautados-este-ano-en-cali.html>
- Revista Dinero. (2018). El reto del sector Textil Confección para Colombiamoda. On Line. Fecha de Consulta: julio de 2020 [Link]: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/sector-textil-confeccion-solicita-proteccion-ante-la-crisis-por-coronavirus/287521>.
- Revista Dinero. (2017) Sin marcha atrás: La automatización será una realidad en Colombia en 2020. On Line. Fecha de Consulta: septiembre de 2020 [Link]: <https://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/automatizacion-en-las-empresas-colombianas-en-el-2020-segun-deloitte/242846>
- Revista Semana. (2017). Así se fortalece el clúster el clúster textil de Antioquia. On Line. Fecha de consulta: septiembre de 2020. <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/moda-asi-lo-hacemos/articulo/situacion-de-las-empresas-de-confeccion-diseno-y-moda-de-antioquia/533688>
- Rydlewski, (2018). Valor Econômico, “O Destino do Trabalho” [En línea]

- Rey, S. W. (2009). Automatización industrial, evolución y retos en una economía globalizada. *INVENTUM*, 4(6), 6-9. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.4.6.2009.6-9>
- Romero, C. A. (2004). Un Avance del Estudio de la Automatización en el País. *Scientia et Technica*, X(26), 67–72. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911640012>
- Rozo, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Santander, Colombia. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/10720/10491>
- Ruge R., I.A. y Pérez H., W.J. (2017). Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense. Caso de estudio: cadena agroindustrial de la panela. *Revista Tecnura*, 21(52), 130-147. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.2.a 09
- Runfola, P., Baraldi, E., Gregori, G., & Perna. A. (2017). The use of qualitative case studies in top business and management journals: A quantitative analysis of recent patterns. *European Management Journal*, 35(1), 116-127.
- Sain4, (2016). Sistemas Avanzados de eficiencia productiva para la Industria 4.0, Modelo de referencia de la Industria 4.0. Recuperado en http://intranet.aidimme.es/acceso_externo/difusion_proyectos/adjuntos_resultados/E1.2_C OLAB_SAIN4_IMDECA201635_AIDIMME_2016.pdf
- Sánchez, V., & Pizarro, D. (2010). Diagnóstico del nivel de automatización en las pequeñas y medianas industrias de la ciudad de Cuenca. *Revista Ciencia y Tecnología*, (4), 45
- Saldivia, B., & Calderón, J. (2020). Tecnologías Digitales en el Aprendizaje-Servicio para la Formación Ciudadana del Nuevo Milenio. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 129-148.
- Sastre, D., Morrillas, A., & Cansado, M. (2019) La cultura corporativa: claves de la palanca para la verdadera transformación digital. *Prisma Social*, (25), Vol. 25
- Schlogl, L., & Sumner, A. (2020). Automation and Structural Transformation in Developing Countries. In: *Disrupted Development and the Future of Inequality in the Age of Automation*. Rethinking International Development Series. Palgrave Pivot, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30131-6> Vol 5. 51-78
- Schwab, K. (2015). *La cuarta revolución industrial, Colombia*. Foro Económico Mundial.

- Scott, E., & Sayem, A. S. M. (16-17 Oct. 2018). Landmarking and Measuring for Critical Body Shape Analysis Targeting Garment Fit. *Proc. Of 3DBODY.TECH 2018 – 9th. Conf. and Exh. On 3D Body Scanning and Processing Technologies*, 222-235. Lugano, Switzerland. Doi: 10.15221/18.222
- Serna, E. (2017). *Desarrollo e innovación en ingeniería*; 2^a Edición Medellín, Antioquia Editorial Instituto Antioqueño de Investigación, pp. 720. Investigación Científica ISBN: 978-958-59127-5-5
- Simonis, K., Gloy, Y. S., & Gries, T. (2016). INDUSTRIE 4.0 – Automation in weft knitting technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 141(1). doi: 10.1088/1757-899X/141/1/012014
- Singh, N. (2018). *Study of Industry 4.0 in the Indian Apparel Industry* (tesis de grado, National Institute of Fashion Technology, Mumbai, India). [Link]: <http://14.139.111.26/xmlui/bitstream/handle/1/809/NIMESHEE%20SINGH.pdf?sequence=1>
- Sinkovics, R., & Alfoldi, E. (2012). Progressive Focusing and Trustworthiness in Qualitative Research. *Management International Review*, 52(6), 817-845,
- Sony, M., & Naik, S. (2019). Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 27, 2213–2232. doi:10.1108/bij-09-2018-0284
- Superintendencia de Sociedades. (2019). *Desempeño Financiero del Sector Textil año 2018*. www.supersociedades.gov.co
- Talent y Reward, (2020) ¿Cómo pueden los líderes industriales desarrollar las capacidades necesarias para la industria 4.0?, Recuperado el día 10 de febrero en <https://willistowerswatsonupdate.es/talento-y-retribucion/liderazgo-capacidades-industria-4-0/>
- Textiles Panamericanos. (2019). Colombia: Crece importancia de la industria textil. On Line. Fecha de Consulta: julio de 2020 [Link]: <https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/2019/09/colombia-crece-importancia-de-la-industria-textil/>
- Thramboulidis, K. (2005). IEC 61499 in factory automation. *Advances in Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering - Proceedings of IETA 2005, TeNe 2005, EIAE 2005*, 115–123. <https://doi.org/10.1007/1-4020-5261-8-20>

- Tim, B. (2020). ¿Qué es la Automatización Inteligente de Procesos (IPA)?, https://www.bizagi.com/es/blog/automatizacion-inteligente-de-procesos/que-es-la-automatizacion-inteligente-de-procesos-ipa?gclid=Cj0KCQiA7NKBBhDBARIsAHbXCB5Q4YfUF1z-Svh5kngigC9THEhQJhdHPHzV7MFnav1e9bYLT-xoPisaAizhEALw_wcB
- Toudert, D. (2019). Brecha digital, uso frecuente y aprovechamiento de Internet en México. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, 79, 1-27. doi: 10.29101/crcs.v0i79.10332
- Tseng, M.-L., Wu, K.-J., & Nguyen, T. T. (2011). Information technology in supply chain management. A case study. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 25, 257–272. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.10.546.
- Vélez, L. G., Rodríguez, E. F., Camacho, M. T., & Cubillos, N. M. (2013). *Desempeño del sector textil confección 2008-2012 informe*. 1–31.
- Vissak, T. (2010). Recommendations for using the case study method in international business research. *The Qualitative Report*, 15(2), 370–388. <https://doi.org/10.1108/17410400910928761>
- Welch, C., Piekkari, R., Plakoyiannaki, E., & Paavilainen, M. (2011). Theorising from Case Studies: Towards a Pluralist Future for International Business Research. *Journal of International Business Studies*. 42.10.1057/jibs.2010.55. Vol. 42 No. 5_ 740-762
- World Economic Forum. Committed to Improving the State of the World (2016). *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Global Challenge Insight Report. [Link]: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- Xu, M., David, S. H. & Kim, S. H. (2018). The Fourth Industrial Revolution: Oportunities and Challenges, <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>, *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90-95.
- Yan, Z. J., Zhu, J. C., Fan, D., & Kalfadellis, P. (2020). Multinational Enterprises and Home Country Institutional Pressure. *Journal of Management Inquiry*. <https://doi.org/10.1177/1056492620970285>
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research Design and Methods* (5th ed.) . Thousand Oaks, CA: Sage. 282 pages. (ISBN 978-1-4522-4256-9)
- Ynzunza, C., Izar, J., & Bocarando, J. (2017). El entorno de la industria 4. *Con Ciencia*

Tecnológica, 54(1405–5597), 33–45. [Link]:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835>

Zamfirescu, C. B., Pirvu, B. C., Schlick, J., & Zuehlke, D. (2012). Preliminary Insides for an Anthropocentric Cyber-physical Reference Architecture of the Smart Factory. *Studies in Informatics and Control*, 22(3), 269-278. [Link]: <http://www.sic.ici.roo>

Zuluaga, A., Cano, J., & Montoya, M. (2018). Gestión logística en el sector textil-confección en Colombia: retos y oportunidades de mejora para la competitividad. *Revista Clío América*, 2(23).