

Análisis ocupacional y de tecnologías emergentes para identificación de brechas tecnológicas en el sector diseño, confección y moda

Occupational and emerging technologies analysis to identify technological gaps in the design, clothing and fashion industry

VELASQUEZ, Sandra M.¹

GIRALDO, Diego H.²

BOTERO, Luz E.³

Resumen

Se analizaron las brechas tecnológicas y ocupacionales del sector diseño, confección y moda en Colombia identificando la cadena de valor del sector así como las ocupaciones y las Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas, realizando vigilancia tecnológica y revisión bibliográfica sobre tecnologías emergentes, y encuestas con funcionarios de empresas colombianas. Los resultados son útiles para que el sector evalúe estrategias para afrontar la cuarta revolución industrial, y para actualizar diseños curriculares en las entidades que imparten formación para el trabajo.

Palabras clave: Industria del diseño, confección y moda; brechas tecnológicas y ocupacionales; nuevas tecnologías.

Abstract

The technological and occupational gaps of the design, clothing and fashion industry in Colombia were analyzed, identifying the value chain of the industry as well as the occupations and the related Sectorial Labor Competence Standards, carrying out technological surveillance and bibliographic review of emerging technologies, and surveys with Colombian companies. The results are useful for this industry to evaluate strategies to face the fourth industrial revolution, and to update curricular designs in the entities that provide job training.

key words: Design, clothing and fashion industry; technological and occupational gaps; new technologies.

1. Introducción

La cuarta revolución industrial está provocando grandes cambios, de tal manera que la forma de realizar las tareas está cambiando en la inmensa mayoría de las profesiones y oficios (Gontero & Albornoz, 2019), a un ritmo cada vez más acelerado. Si bien esos cambios dependen de la capacidad de cada entorno para incorporar nuevas

¹ Metodóloga de Normalización de Competencias del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda del SENA Regional Antioquia. Correo electrónico: smvelasquez@sena.edu.co

² Profesor de Tiempo Completo. Departamento de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales. Universidad de Antioquia. Correo electrónico: dhernan.giraldo@udea.edu.co

³ Investigadora del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda del SENA Regional Antioquia. Correo electrónico: lboteros@sena.edu.co

tecnologías, y en países en desarrollo el proceso es más lento que en países desarrollados, todos los sectores de cualquier tipo de economía deben prepararse para los retos laborales. El contexto descrito ha generado vacíos entre los requerimientos del mercado laboral y la oferta de talento humano. Estos vacíos, conocidos como brecha de habilidades o competencias, son comunes en países en desarrollo como Colombia, lo cual puede conllevar a dificultades para el desarrollo empresarial, el desarrollo de los trabajadores como individuos, y para el desarrollo de un sector. Para las empresas podría implicar baja implementación de tecnología y/o, poca adaptación a los cambios, lo cual afecta la productividad y la competitividad; en el caso de los trabajadores, se presentaría una sub-cualificación laboral, por ende, menor remuneración o incluso pérdida de su empleo.

El sector diseño, confección y moda ha sido un sector dinamizador del empleo en Colombia, por la cantidad de mano de obra requerida, pero con la cuarta revolución industrial los procesos de automatización inciden en la forma en que se realizan las tareas en el sector, ya que algunas tareas han cambiado sustancialmente y otras utilizan nuevas máquinas para realizar sus funciones. En este proceso de cambio el talento humano requerirá competencias diferentes o complementarias a las ya existentes. La evidencia indica que el mercado laboral solicita cada vez más el manejo de nuevas tecnologías, sin restar importancia a las habilidades blandas.

Con el propósito de reducir las brechas, es importante identificarlas de manera temprana para lograr guiar la formación de los trabajadores hacia las necesidades del mercado laboral. Cerrar las brechas es de gran importancia para el sector, pues se ha reportado que las empresas del sector de confecciones en Colombia están muy distanciadas de las tendencias mundiales, un factor que les resta competitividad en mercados cada vez más influenciados por las tecnologías digitales (Moreno, 2016). En Colombia se cuenta con un informe sobre las brechas tecnológicas en el país con respecto a las tendencias mundiales, diferenciando entre sectores económicos (Andi & Innpulsa, 2018), reportando que a nivel mundial se presentaron entre 1997 y 2017 un total de 77.390 solicitudes de patentes sobre big data, analítica e inteligencia artificial, de las cuales el 29,7% se presentaron en los dos últimos años considerados en ese estudio. Recientemente el grupo de Investigación Aplicada en Moda y Diseño (INAMOD) planteó etapas de la cadena de valor del sector confección que deben fortalecerse y, además, los eslabones de la cadena en las que se pueden aplicar tecnologías de la información y las comunicaciones para agilizar los procesos, ser más eficientes e impactar con mayor efectividad los requerimientos del cliente (Velásquez, Giraldo & Botero, 2020). Sin embargo, para identificar brechas ocupacionales deben tenerse en consideración las tendencias mundiales en la cadena de valor de la industria de la confección pero simultáneamente considerar en la ruta de trabajo el proceso de normalización de competencias laborales, en el caso de los países que cuentan con este tipo de normas.

Este trabajo contrasta las ocupaciones del sector diseño, confección y moda con las tecnologías que la cuarta revolución industrial está introduciendo, buscando identificar ocupaciones emergentes o transformación de ocupaciones existentes que requerirán habilidades y competencias que deben impartirse a los trabajadores. Es de resaltar que si bien este estudio se orientó a un sector productivo colombiano, la metodología propuesta en este estudio puede replicarse para otros sectores económicos en países en desarrollo.

2. Metodología

La primera etapa consistió en establecer la cadena de valor del sector diseño, confección y moda a partir un análisis estratégico del entorno del sector, información con la cual se procedió a identificar las ocupaciones y las Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) asociadas a dichas ocupaciones en Colombia, teniendo en cuenta que las Estructuras Funcionales de las Ocupaciones (EFO) de las ocupaciones de nivel técnico o tecnológico se construyeron con expertos técnicos de empresas del sector diseño, confección y moda.

Luego se realizó una vigilancia tecnológica siguiendo las recomendaciones del sistema Previos del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (SENA, 2018), por la pertinencia de identificar las tecnologías relevantes y las

ocupaciones que utilizarán estas tecnologías (Minotta & Mosquera, 2011), estableciendo así las brechas ocupacionales y tecnológicas existentes. Esta información también es útil para que las empresas accedan a un inventario tecnológico de referencia para mejorar sus procesos productivos, y como referencia para el proceso de normalización de competencias laborales que deben desarrollarse de manera sincrónica con las tecnologías. La vigilancia tecnológica se centró en las tecnologías medulares del sector, las cuales se concentran en los procesos de diseño y manufactura.

Para el desarrollo de la vigilancia tecnológica se efectuó una revisión sistemática de la información, siguiendo los lineamientos de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses), que permite identificar apropiadamente los estudios, extraer los datos y gestionar el riesgo de sesgo que se puede producir en la publicación selectiva de estudios o resultados (Urrútia & Bonfill, 2010). El protocolo aplicado siguió las recomendaciones de (Beltrán, 2005), buscando identificar las principales tecnologías aplicadas a la cadena de valor que hacen más competitivo al sector diseño, confección y moda. Los criterios de selección empleados en la revisión consistieron en elegir documentos que contaran con metodologías claras y estructuradas, y publicados entre 2015 y 2020 en las bases de datos Scopus y Patentscope. El ejercicio de vigilancia se realizó con un grupo de trabajo multidisciplinar, conformado por un líder de proyecto, expertos temáticos, investigadores y personal de apoyo. El plan de búsqueda tuvo en cuenta los procesos de la cadena de valor identificados con la ayuda de los expertos de empresas del sector y de los encargados del taller del Centro de Diseño, Confección y Moda del SENA Regional Antioquia. Las ecuaciones de búsqueda se presentan en la Tabla 1, y fueron elegidas según la tecnología que se quería estudiar y rastrear.

Tabla 1
Formulación del plan de búsqueda en de la literatura
y cantidad de documentos que cumplieron requisitos

Términos empleados para la búsqueda	Fuente consultada	Cantidad de documentos
((“Apparel manufacturing”) AND (“Trends technological” OR “Technological innovation” OR “Digital technology” OR “Automation” OR “Industry 4.0”))	Scopus	8
((((“Apparel industry”) AND (“Trends Technological” OR “Technological Innovation” OR “Digital technology” OR Automation OR “Industry 4.0”))))	Scopus	20
((internet AND of AND things) AND (apparel OR garment))	Patentscope	15
((((Big data) AND (apparel OR garment)))	Patentscope	15
((3D AND design) AND (apparel OR garment) OR (clothing))	Patentscope	4
((CAD AND design) AND (apparel OR garment OR clothing)),	Patentscope	6

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificadas las brechas entre las nuevas tecnologías y las ocupaciones, se realizó una encuesta con 49 funcionarios de empresas colombianas que hacen parte de la Mesa Sectorial de Diseño, Confección y Moda del país, así como de empresas que hacen parte de los Comités Técnicos de los centros de formación del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) del país que imparten formación en temas asociados a las actividades medulares de la cadena de valor del sector. Los funcionarios asignaron un nivel de prioridad a las prioridades de las nuevas tecnologías que deberían ser incluidas en los procesos de formación del personal, empleando una escala entre 0 a 5, siendo 5 la calificación asignada a las tecnologías más prioritarias. También se les solicitó que indicaran el nivel de formación que consideraban se requería para capacitar al personal de las empresas en las nuevas tecnologías, pudiendo elegir entre formación de tecnólogos, programas para formación de técnicos o cursos cortos entre 40 y 120 horas de duración. Finalmente, la información obtenidas en las encuestas se contrastó con la que se encontró en la etapa de identificación de brechas entre las nuevas tecnologías y las ocupaciones.

3. Resultados

3.1. Cadena de valor del sector diseño, confección y moda

La cadena de valor describe las actividades dentro de la industria que transforman las materias primas en productos terminados, así como los servicios de soporte necesarios para llevar el producto al mercado. La cadena de valor del sector diseño, confección y moda cambia constantemente debido a la dinámica tecnológica que flexibiliza la adaptación a estilos, telas y tamaños. En Colombia, el sector cuenta con una cadena de producción consolidada y desarrollada a lo largo de casi un siglo, siendo uno de los sectores más tradicionales, que mayor mano de obra emplea y que es un renglón importante de la economía en las principales ciudades del país. De acuerdo a la Clasificación Industrial Uniforme (CIIU), los procesos de manufactura para la cadena de valor textil-confección incluyen: fabricación de fibras, hilatura de fibras textiles, tejeduría y acabado de textiles, y confección de prendas de vestir y fabricación de otros productos textil (Nieto & López, 2017). Cada proceso involucra actividades mecánicas, físicas, transformaciones químicas y uso de sustancias para la obtención de nuevos productos con mayor valor agregado. Este estudio se centra en el eslabón de fabricación/confección de prendas de vestir (CIIU 1810), que incluye la confección de todo tipo de ropa, a saber: formal, informal, de trabajo y por confección de punto y ganchillo o por tejido plana, incluyendo la fabricación de: prendas de vestir para hombre, mujeres, niños y bebés, ropa exterior y de dormir, de ropa con diferente ocasión de uso (trabajo, deporte, etiqueta, descanso), accesorios de vestir (guantes, sombreros, gorros, chales, corbatas, corbatines, buzos), prendas que son elaboradas con diferentes materiales textiles como telas no tejidas, encajes y materiales textiles trenzables excepto pieles finas, mediante actividades de costura. Se incluyen además actividades relacionadas con compra de materia prima, diseño y preparación de muestras, concertación de contratos con fábricas de prendas de vestir que utilizan sus propios materiales y la venta de las prendas de vestir acabadas.

En el Gráfico 1 se presenta la cadena de valor de la industria de la confección, adaptado de (Geršak, 2013).

Gráfico 1
Cadena de valor de la industria de la confección



Fuente: Adaptación de los autores del estudio de (Geršak, 2013)

Teniendo en cuenta que las industrias de este sector están impulsadas por los clientes y/o consumidores que influyen directamente en las decisiones de producción y ventas, las actividades más valiosas en esta cadena de valor no están relacionadas con la fabricación en sí mismo, sino que se encuentran en el diseño del producto, la gestión de marca y la comercialización de los productos. Es por ello que muchas empresas han transformado su

cadena de valor, con el fin de abordar de manera conjunta varios procesos, desde un simple ensamblaje hasta el desarrollo de marca (Fernandez-Stark, Frederick, & Gereffi, 2011), encontrando configuraciones de negocio como la maquila simple, el denominado paquete completo incluyendo o sin incluir en el servicio la labor de diseño, o el desarrollo de marca. Para la identificación de las brechas tecnológicas y ocupacionales no es necesario analizar esos diferentes modelos de negocio, por lo cual se sugiere al lector interesado en conocerlos con detalle referirse a literatura especializada en esa temática. Lo que sí es relevante mencionar es que independientemente del modelo de negocio elegido, es pertinente identificar la cadena de valor de la organización y así conocer las ocupaciones y tecnologías de interés.

Para la definición de las ocupaciones también debe tenerse en cuenta que el sector diseño, confección y moda es uno de los más globalizados, siendo posible crear redes con intermediarios estratégicos en todo el mundo, que trabajan de manera articulada y con alto nivel de modernización. Es necesario diferenciar los productos, encontrar nichos de alto potencial competitivo y adoptar estrategias logísticas, apuntando siempre a la atención al cliente y alianzas preferiblemente internacionales (Fernandez-Stark, Frederick, & Gereffi, 2011).

En la cadena de valor del sector existen unas ocupaciones que se consideran misionales del sector y otras ocupaciones que son transversales a todos los sectores, como es el caso de ocupaciones asociadas a procesos de investigación y mercados, distribución y ventas y servicios postventa. Dentro de las ocupaciones misionales se encuentran aquellas relacionadas con procesos de diseño, manufactura, acabados y algunas ocupaciones del proceso de postventa como se describe en la siguiente sección.

3.2. Ocupaciones y cargos asociados al sector diseño, confección y moda

En las Tablas 2, 3 y 4 se presentan las ocupaciones y los cargos asociados a los procesos de diseño y desarrollo de producto, manufactura y servicios posventa, siguiendo los lineamientos establecidos para Colombia en la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO) (Observatorio Laboral del SENA, 2020).

Tabla 2
Ocupaciones y cargos en el proceso de diseño
del sector del diseño, confección y moda.

Ocupación y código según la CNO: Diseñadores de teatro, moda, exhibición y otros diseñadores creativos - 5243	
Cargos considerados	
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñador de modas • Diseñador de indumentaria • Diseñador de vestuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñador de ropa • Diseñador creativo • Auxiliar de diseño
Ocupación y código según la CNO: Patronistas de productos de tela, cuero y piel - 5245	
Cargos considerados	
<ul style="list-style-type: none"> • Patronista escalador • Patronista prendas de vestir 	<ul style="list-style-type: none"> • Patronista productos textiles • Patronista ropa
Ocupación y código según la CNO: Cortadores de tela, cuero y piel - 9352	
Cargos considerados	
<ul style="list-style-type: none"> • Trazador prendas vestir 	<ul style="list-style-type: none"> • Trazador ropa lencería

Fuente: adaptado de la Clasificación Nacional de Ocupaciones – CNO (Observatorio Laboral del SENA, 2019)

Tabla 3
Ocupaciones y cargos en el proceso de manufactura
del sector del diseño, confección y moda.

<p>Ocupaciones y sus respectivos códigos según la CNO: Gerentes de producción industrial (0911), ingenieros industriales y de fabricación (2141), técnicos en fabricación industrial (2233)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Director de producción • Jefe de producción confecciones • Jefe de planta de producción • Jefe de manufactura • Gerente de planta manufacturera • Jefe de producción • Director de operaciones manufactureras 		
<p>Ocupaciones y sus respectivos códigos según la CNO: Ingenieros industriales y de fabricación (2141), técnicos en fabricación industrial (2233)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analista de producción • Analista de métodos y tiempos 		
<p>Ocupación y código según la CNO: Supervisores de fabricación de productos de tela, cuero y piel (9225)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jefe corte y confección • Jefe taller de confección • Supervisor corte y confección • Supervisor fabricación prendas de vestir • Supervisor operadores máquinas de coser • Supervisor taller de confección • Supervisor confección prendas de vestir 		
<p>Ocupación y código según la CNO: Inspectores de control de calidad, fabricación de productos de tela, piel y cuero (9355)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de calidad de confección • Inspector calidad confección • Inspector prendas de vestir • Pulidor confecciones • Auditor de calidad de confección 		
<p>Ocupación y código según la CNO: Cortadores de tela, cuero y piel (9352)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operario trazo y corte confección • Extendedor de tela corte y confección • Cortador prendas de vestir • Cortador confección en serie • Cortador confección en tela • Cortador patrones • Cortador velámenes • Operador de máquina corte prendas de vestir • Operador de máquina corte productos textiles 		
<p>Ocupación y código según la CNO: Operadores de máquina para coser y bordar (9351)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operadores de máquina plana/máquina plana confección/máquina de coser doble aguja/máquina zigzadora • Operario fileteadora confección/Fileteador confección/Operador de máquina plana fileteadora • Operador máquina de coser collarín/máquina plana collarín/collarín /máquina dobladilladora/empretinador confección • Operario confección/Cosedor confección en serie prendas de vestir/Operador de máquina confección ropa/Operador máquina de coser artículos textiles/Operador máquina de coser prendas de vestir/Operario confección ropa femenina/Operario costura/Operario máquina de confección/Operario máquina ojaladora • Operadores de máquina bordadora confección/máquina plana bordadora/máquinas para coser y bordar/máquina de bordar/máquinas bordadoras y de apliques. Programador de máquina bordadora y de apliques. 		
<p>Ocupación y código según la CNO: Otros obreros y ayudantes en fabricación y procesamiento (9616)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obrero confección • Auxiliar de corte • Fusionador • Pulidor • Pegador de remaches y broches • Operario de planchado • Trabajador de operaciones manuales 		
<p>Ocupación y código según la CNO: Mecánicos de maquinaria textil, confección, cuero, calzado y marroquinería (8372)</p> <p align="center">Cargos considerados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mecánico de máquinas de coser • Reparador de máquinas de coser • Mecánico de mantenimiento de máquinas de confección • Técnico mecánico de máquina de confección industrial 		

Fuente: adaptado de la Clasificación Nacional de Ocupaciones – CNO (Observatorio Laboral del SENA, 2019)

Tabla 4
Ocupaciones y cargos en el proceso servicios postventa del sector del diseño, confección y moda.

Ocupación y código según la CNO: Sastres, modistos, peleteros y sombrereros (8422)		
Cargos considerados		
• Sastre de confección sobre medidas	• Modisto/Chizguera de modistería	• Maestro de aguja y mesa
• Costurera	• Lencera	• Pantalonero

Fuente: adaptado de la Clasificación Nacional de Ocupaciones – CNO (Observatorio Laboral del SENA, 2019)

Se evidencian que en el proceso de manufactura se encuentran la mayor cantidad de cargos y ocupaciones, que van desde nivel directivo hasta niveles operativos de los procesos de trazo, corte, ensamble, acabados, entre otros. También es de resaltar que en el proceso de servicios postventa se encuentran garantía y atención al cliente, específicamente para las ocupaciones de sastres y modistos.

Como se explicó previamente, con la ayuda de funcionarios de diversas empresas se elaboraron las EFO en las cuales se describe cada ocupación, se realiza una agrupación de cargos y se les asignan las NSCL que un trabajador desempeña en su ocupación, obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5
Normas sectoriales de competencia laboral (NSCL) asociadas por cada ocupación del sector diseño, confección y moda.

<p>Ocupación: Diseñadores de teatro, moda, exhibición y otros diseñadores creativos</p> <p align="center">Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyectar vestuario según técnicas de diseño • Patronar vestuario según técnicas de diseño y escalado • Digitalizar moldes según procedimientos técnicos y técnicas de trazado
<p>Ocupación: Patronistas de productos de tela, cuero y piel</p> <p align="center">Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patronar vestuario según técnicas de diseño y escalado • Digitalizar moldes según procedimientos técnicos y técnicas de trazado • Trazar moltería según procedimientos técnicos y técnicas de corte
<p>Ocupación: Supervisores de fabricación de productos de tela, cuero y piel</p> <p align="center">Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programar la confección de prendas según procedimientos técnicos y técnicas de manufactura • Estandarizar procesos productivos según métodos industriales • Dirigir la confección de prendas según técnicas de supervisión y manufactura
<p>Ocupación: Inspectores de control de calidad, fabricación de productos de tela, piel y cuero</p> <p align="center">Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controlar operaciones de costura de acuerdo con parámetros de calidad • Evaluar prendas de vestir según técnicas de auditoría y parámetros de calidad
<p>Ocupación: Cortadores de tela, cuero y piel</p> <p align="center">Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extender materiales textiles según procedimientos técnicos y normativa • Manejar máquina extendidora de tela según técnicas de despiece y manuales técnicos • Cortar materiales textiles según procedimientos técnicos y normativa • Manejar máquina cortadora según procedimientos y manuales técnicos
<p>Ocupación: Operadores de Máquina para Coser y Bordar</p> <p align="center">Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparar operación de costura según manuales de operación y parámetros de calidad • Operar máquina plana según manuales técnicos y parámetros de calidad • Operar máquina fileteadora según manuales técnicos y parámetros de calidad • Operar máquina de cadeneta según manuales técnicos y parámetros de calidad • Operar máquinas de ciclo de costura según procedimientos y manuales técnicos

<ul style="list-style-type: none"> • Programar máquina bordadora de acuerdo con procedimientos y manuales técnicos • Operar máquina bordadora de acuerdo con procedimientos y manuales técnicos
<p>Ocupación: Otros obreros y ayudantes en fabricación y procesamiento</p> <p style="text-align: center;">Normas Sectoriales de Competencia Laboral asociadas a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operar equipos de confección según procedimientos y manuales técnicos • Acondicionar productos según fichas técnicas y normativa del producto • Acondicionar materiales de acuerdo con requerimientos técnicos y especificaciones de manufactura
<p>Ocupación: Mecánicos de maquinaria textil, confección, cuero, calzado y marroquinería</p> <p style="text-align: center;">Norma Sectorial de Competencia Laboral asociada a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponer maquinaria y equipos según técnicas de producción y parámetros de calidad
<p>Ocupación: Sastres, modistos, peleteros y sombrereros</p> <p style="text-align: center;">Norma Sectorial de Competencia Laboral asociada a la ocupación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparar operación de costura según manuales de operación y parámetros de calidad • Confeccionar prendas sobre medida según técnicas de sastrería y modistería • Modificar prendas de vestir de acuerdo con técnicas de sastrería y modistería • Operar máquina plana según manuales técnicos y parámetros de calidad • Operar máquina fileteadora según manuales técnicos y parámetros de calidad • Operar equipos de confección según procedimientos y manuales técnicos

Fuente: adaptado de (Grupo de Gestión de Competencias Laborales del SENA, 2020)

Si bien al momento de elaborar este documento todas las ocupaciones y cargos mencionados estaban vigentes, es necesario estar constantemente atentos a los cambios que ha conllevado y que conllevará la cuarta revolución industrial, pues ocasionará cambios en las ocupaciones existentes o creará necesidad de establecer nuevas ocupaciones, para lo cual, como se mencionó en una sección anterior de este informe, se realizó un estudio de vigilancia tecnológica cuyos resultados se presentan a continuación.

3.3. Resultados de la revisión bibliográfica

En la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos, clasificados por tipo de tecnología, en qué pueden aplicarse y las ocupaciones del sector que deberían considerar el uso de cada tecnología.

La revisión bibliográfica estableció que los avances tecnológicos más influyentes actualmente en el sector pueden agruparse en el uso de equipos computarizados, especialmente para diseño, patronaje y corte, tecnología de escaneo tridimensional, integración portátil de tecnologías, sistemas avanzados de transporte de materiales, automatización y uso de robótica o inteligencia artificial. Son tendencias de interés dado que la intervención de la automatización y la informática en entornos industriales competitivos de rápido crecimiento es ventajosa por su impacto sobre la productividad, la rentabilidad y el ahorro de tiempo.

Tabla 6
Tecnologías y aplicaciones que producirán cambios en las ocupaciones en el sector diseño, confección y moda.

Tecnología	Aplicación	Ocupación que debería de desarrollarla
Internet de las cosas (Perera, Liu, & Jayawardena, 2015), (Jie y otros, 2015), (Kamilaris & Pitsillides, 2016), (Anabalon, 2016), (Majstorovic y otros, 2016), (Wang y	<ul style="list-style-type: none"> •Previsiones de producción y demanda. Modelación del mercado, análisis de la demanda por perfiles de consumo en la industria de vestuario. •Monitorización de las operaciones de la fábrica y del entorno a través de sensores y visualización de información. •Monitoreo y administración proactiva de los procesos operacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> •Gerentes de Producción Industrial. •Ingenieros Industriales y de Fabricación. •Supervisores de Fabricación de productos de Tela, Cuero y Piel.

Tecnología	Aplicación	Ocupación que debería desarrollarla
otros, 2016), (Papahristou y otros, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitores de energía, sensores ambientales. • Optimización de la cadena de suministro. • Mantenimiento del equipo. Los datos operativos como vibraciones, horas de funcionamiento y temperatura se pueden sincronizar con datos de la nube en tiempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspectores de Control de Calidad, Fabricación de Productos de Tela, Piel y Cuero. • Mecánicos de Maquinaria Textil, confección, cuero, calzado y marroquinería.
Big data e Inteligencia artificial (De Silva y otros, 2018), (Andi & Innpulsa, 2018), (Wang y otros, 2016), (Tao, y otros, 2015), (Zhang y otros, 2017), (Zhong y otros, 2016), (Zhong y otros, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo en tiempo real de la planta de producción, optimizando el uso de la máquina, el proceso productivo y la gestión energética de la planta. • Provisiones de productividad y demanda (sistemas predictivos). • Monitoreo y administración de la planta de producción. • Mantenimiento predictivo a las máquinas. • Optimización de la cadena de suministro. • Lean manufacturing al definir los productos más viables de producir. • Detección de posibles clientes, a través de la información que tiene la empresa en sus plataformas virtuales y tiendas electrónicas. • Diseño de prendas acorde a los perfiles de consumo • Análisis de patrones de consumo 	<p>Ingenieros Industriales y de Fabricación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisores de Fabricación de productos de Tela, Cuero y Piel. • Inspectores de Control de Calidad, Fabricación de Productos de Tela, Piel y Cuero. • Diseñadores de teatro, Moda, Exhibición y Otros Diseñadores Creativos. • Patronistas de productos de tela, cuero y piel.
Realidad virtual y aumentada (Gill, 2015), (Javornik, 2016), (Kim y otros, 2017), (Kim & Cheeyong, 2015), (Sekhavat, 2016), (De Silva y otros, 2018), (Papahristou y otros 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y desarrollo de productos. • Evaluación de respuesta de consumidores. • Interactividad con el cliente • Personalización masiva • Aplicaciones de realidad virtual para la optimización del diseño y desarrollo de las prendas de vestir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñadores de teatro, Moda, Exhibición y Otros Diseñadores Creativos.
CAD (diseño asistido por computador) y escáner 3D (Nayak y otros, 2015), (Gill, 2015), (Sekhavat, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y desarrollo de productos • Personalización masiva. • Prototipos de prendas a través del desarrollo de productos virtuales. • Impresión digital de prendas de vestir. • Modelación de formas y simulación de comportamientos de la tela. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñadores de teatro, Moda, Exhibición y Otros Diseñadores Creativos. • Patronistas de productos de tela, cuero y piel.
Automatización y robótica (Hagel y otros, 2015), (Wan, Cai & Zhou, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo operaciones de distribución en el taller de insumos. • Ejecución acciones de costura con distorsión mínima • Visión por computador para guiar la tela en las labores de confección de las prendas de vestir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisores de fabricación de productos de tela, cuero y piel. • Operadores de máquina para coser y bordar • Cortadores de tela, cuero y piel

Fuente: Elaboración propia

La información reportada en la Tabla 6 puede clasificarse según las cinco tendencias para la cadena de textil – confección reportadas en el estudio de (Pineda & Jara, 2010): empresas reconfigurables, procesos y productos innovadores, nuevos modelos de negocio, desarrollo de nuevos materiales y nuevas competencias de los

trabajadores. También es de resaltar que las tecnologías aplicadas en el diseño y confección de prendas de vestir que se reportan en la Tabla 6 pueden ser clasificadas en dos grandes grupos como indicaron (Nayak & Padhye, 2018): tecnologías de hardware como costura automatizada, identificación automatizada, controladores de producción programables, manejo automático de materiales, sistemas de inspección automatizados y robótica, y tecnologías de software como son las tipo CAD, CAM, ERP, control estadístico de procesos, software para producción, planificación y gestión de inventario, y gestión de datos.

3.4. Resultados de la revisión de patentes

En las Tablas 7, 8, 9 y 10 se presentan las patentes presentadas entre 2015 y 2020 para la aplicación en el sector diseño, confección y moda de internet de las cosas, big data, realidad virtual y aumentada, y diseño CAD. Se evidencia la cantidad de patentes solicitadas en China, seguida de solicitudes de patente provenientes de Estados Unidos, Japón, Corea del Sur y Alemania, una tendencia que debe ser tenida en cuenta por los actores de la sector diseño, confección y moda al momento de referenciarse en lo concerniente a desarrollo tecnológico e innovación. Es de resaltar que las patentes son solicitadas tanto por empresas como por universidades, resaltando el papel protagónico como la Universidad de Zhejiang y la Universidad Tsinghua en China.

Tabla 7
Resultados de la búsqueda de patentes sobre
la aplicación de internet de las cosas.

Nombre de la patente y solicitante	Aspectos destacados de la solución
Dispositivo de costura de prendas basado en internet de cosas (Wu & Zhang, 2017) Wuhu Glory Network Technology Co. Ltd.	El movimiento dual del cabezal de la máquina de coser y la prenda logra una costura rápida en cualquier ángulo, utilizando internet de las cosas para un control totalmente automatizado del dispositivo, seguimiento en tiempo real, mejorando la precisión, velocidad y eficiencia de la costura.
Máquina impresora de prendas de vestir (Lu, 2017). Zhengzhou Yunhai Information Technology Co. Ltd.	Máquina de impresión tridimensional de prendas de vestir usando tecnología de computación cognitiva. La máquina se conecta con una plataforma en la nube conectando internet, internet de las cosas y la red logística.
Plataforma de servicio de análisis de big data de almacenamiento inteligente basada en internet (Li, 2016.a). Guangzhou Xinjufeng Information Technology Co. Ltd.	La plataforma comprende sistemas de gestión de producción, de almacenamiento de producto terminado, de almacenamiento inteligente y de gestión computacional. El sistema de almacenamiento inteligente comprende múltiples etiquetas RFID y sistemas de gestión de la tienda, un estante electrónico y una sala para probarse las prendas.
Sistema de impresión de prendas 3D (Liang, 2015). Wuhan Golden Laser Co. Ltd.	Los datos de busto, cintura y cadera del cuerpo humano se escanean y se transmiten a una impresora 3D. Los inventores describen el sistema de impresión de prendas en 3D como simple en estructura y cómodo de usar.
Sistema de retroalimentación de datos basado en internet de las cosas, adaptado al consumidor de tiendas inteligentes (Li, 2016.b). Guangzhou Xinjufeng Information Technology Co.	Sistema de retroalimentación de los datos de consumidores que acceden a tiendas inteligentes. El sistema puede mejorar la experiencia de compra de los consumidores y analizar su comportamiento de compra. Se etiqueta cada prenda mediante RFID, y se le reporta al sistema la información de la ropa que se probó el consumidor.
Sistema para probarse prendas de vestir usando internet de las cosas (Xu, 2017). Jinling Institute of Technology	El sistema incluye un sistema de selección interactivo de red, un sistema para probarse la ropa equipado con un lector RFID, un etiquetador, un estante móvil, un dispositivo de alarma antirrobo y un estante tridimensional.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Resultados de la búsqueda de patentes sobre la aplicación de metodologías basadas en big data

Nombre de la patente y solicitante	Aspectos destacados de la solución
Dispositivo y método basados en big data para la personalización de patrón prototipo de cuerpo de prendas femeninas (Jiang & Gao, 2016). Jiangnan University.	Consiste en un dispositivo y un método para personalizar prototipos de cuerpo femenino basados en big data. Incluye una cámara, un computador, softwares de recopilación de datos del cuerpo humano, de conversión de datos y construcción de modelos, de generación de líneas de prototipo del cuerpo humano, de aplanamiento de la superficie del cuerpo humano, y un dispositivo de impresión de prototipos con ácido poliláctico (PLA).
Etiqueta de prendas con función de identificación de radiofrecuencia RFID. (Tian, 2018). Tian, Yi'er.	Etiqueta prendas incorporando funciones de reconocimiento y escritura RFID sin contacto. Tiene una función de reconocimiento a larga distancia, estableciendo una base de datos de las prendas usando big data.
Método inteligente de control de temperatura basado en la variación de parámetros ambientales y el uso de una prenda inteligente (Lin, 2016). National Dong Hwa University.	El método toma la temperatura corporal del usuario, la temperatura ambiente del entorno, y la ropa inteligente ajusta la temperatura de la prenda liberando calor con sistema de calefacción o refrigerando la prenda usando un módulo de conversión termoeléctrica. También analiza el estado emocional y de salud del usuario usando tecnología de análisis de big data.
Método para generación de datos de fabricación de prendas (Peng y otros, 2016). Wenzhou Fapai Clothing Co.	El método usa un algoritmo de aprendizaje automático y de análisis de big data, incluso cuando sea difícil tomar medidas precisas del cuerpo. Con los datos obtenidos el sistema calcula los parámetros de la prenda.
Sistema inteligente de análisis y gestión de datos de prendas de vestir (Tian & Xie, 2017). Guangzhou Changyi Intelligent Technology Co. Ltd.	El sistema incluye indumentaria inteligente que adquiere y transmite datos del usuario, un servidor de almacenamiento de big data, sistema inteligente de recopilación de datos, de cómputo de datos, de análisis del modelo de la persona objetivo, de advertencia de salud y un sistema comunitario.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Resultados de la búsqueda de patentes sobre la aplicación de realidad aumentada y realidad virtual

Nombre de la patente y solicitante	Aspectos destacados de la solución
Método para diseñar una prenda de vestir y prenda de vestir diseñada por dicho método (Brown, 2018). Endura Ltd.	El cliente solicita una plantilla con datos de la prenda, como estilo, tamaño, etc. y se generan plantillas bidimensionales que forman la prenda. El cliente añade a la cara externa de los paneles un elemento gráfico, y un servidor conecta las plantillas formando una representación 3D de la prenda.
Sistema de diseño de ropa basado en un modelo tridimensional del usuario real (Sun y otros, 2018). Zhejiang Semir Garment Co. Ltd.	El sistema incluye un nuevo módulo de adquisición que datos para recopilar la información de la imagen del cuerpo real del usuario y de la ropa, buscando garantizar que los consumidores puedan sentir y apreciar de manera más intuitiva la ropa.
Sistema para personalización de vestuario con base en un maniquí 3D (Shi y otros, 2018). Zhejiang Semir Garment Co. Ltd.	El sistema consta de un módulo de adquisición de datos, un módulo con una cámara para tomar información del cuerpo del usuario para obtener un maniquí 3D, un módulo de entrada del diseño, un sistema de procesamiento central y un módulo de almacenamiento de datos en la nube.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Resultados de la búsqueda de patentes sobre la aplicación de metodologías CAD y de diseño

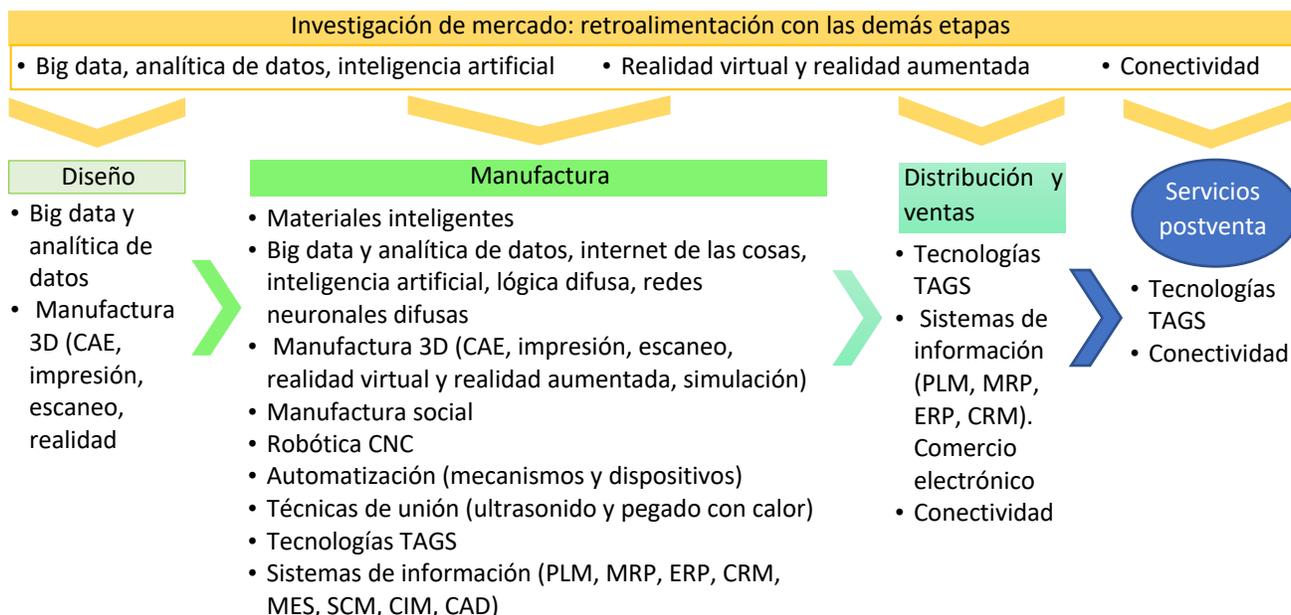
Nombre de la patente y solicitante	Aspectos destacados de la solución
Sistema tridimensional para el diseño de prendas de vestir (Wu & Wang, 2016). Jiangxi Institute of Fashion Technology.	Se enlaza un sistema de diseño CAD de prendas de vestir con un cabezal láser que emite haces hacia el cuerpo del usuario, una cámara que capta la luz reflejada hace un escaneo 3D del cuerpo, facilitando el proceso de diseño de la prenda para cada cliente en un ambiente virtual tridimensional.
Método para generar un modelo prototipo del cuerpo de prendas de vestir basado en un formato personalizado tridimensional de vestimenta virtual (Yang & Zou, 2015). Zhejiang Sci-Tech University.	El método genera una prenda de vestir virtual simétrica con un efecto similar al del uso de una prenda ajustada al cuerpo, luego define puntos y líneas características en un formato de vestido 3D de medio cuerpo y subdivide las curvas por zonas, y finaliza realizando una extrapolación de un formato 2D a un formato 3D para generar un modelo prototipo de prenda personalizada. La tecnología CAD 2D usada mejora la personalización de los modelos de las prendas.
Método y sistema de diseño inteligente para la personalización de patrones de ropa para niños. (Zheng, Qiu & Xie, 2019). Huaqiao University.	El método recopila en una base de datos las dimensiones de los niños y del tipo de la ropa según sea ajustada, estándar o deportiva, aplicando un modelo de predicción para obtener especificaciones detalladas para el diseño de un patrón de papel de la ropa de los niños. El patrón de papel se crea con un software CAD.
Método y sistema para proporcionar servicio virtual de prueba de vestuario (Lee, 2016). TechStyle Fit Ltd.	Consta de un servidor que recibe datos desde la terminal del cliente a través de internet generando un modelo 3D usando un software CAD. El servidor genera datos para ajustar una prenda 3D en un avatar 3D del usuario.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que las tecnologías que definen la tendencia en los últimos cinco años de las patentes para los componentes de la cadena de valor del sector diseño, confección y moda se presentan en el Gráfico 2.

Gráfico 2

Tipos de tecnologías patentadas en los últimos cinco años para el sector diseño, confección y moda, agrupadas por componentes de la cadena de valor del sector.



Fuente: Elaboración propia

Si bien el proceso de manufactura es el componente de la cadena de valor del sector diseño, confección y moda en el cual aparecen la mayor cantidad de tipos de tecnologías emergentes, con un gran énfasis en la automatización de procesos que tradicionalmente venían siendo efectuados con uso intensivo de mano de obra,

es relevante también resaltar las tecnologías que buscan mejorar la gestión, manipulación, aprovechamiento y análisis de los datos derivados de los procesos de diseño, manufactura y venta, con innovaciones destacadas para mejorar la experiencia de usuario durante el proceso de selección y compra de las prendas. En este propósito se destaca la tendencia a usar la estrategia de tiendas virtuales que simulen con la mayor fidelidad posible la experiencia que se vive en las tiendas físicas, estrategia que acerca a los potenciales clientes a los comercializadores a la vez que se acoge a las preferencias de manejo del tiempo y la información de parte de los consumidores actuales.

Puede evidenciarse también el papel protagónico que cumple el comercio digital en el uso de las nuevas tecnologías, buscando incrementar la integración del consumidor en las etapas de diseño y fabricación, de tal manera que el usuario final participa en los procesos a la vez que los comercializadores adquieren más información sobre las preferencias de consumo de sus clientes, apalancando la labor de mercadotecnia.

Otra de las tendencias más influyentes detectadas es el uso de escaneo e impresión 3D articuladas con herramientas basadas en realidad virtual y realidad aumentada. La combinación de estas tecnologías ofrece al fabricante la posibilidad de materializar más rápidamente y a menor costo las ideas de sus diseñadores o de los clientes, además de ampliar las opciones de personalización de las prendas.

Como tendencia transversal a las tecnologías emergentes usadas en toda la cadena de valor del sector diseño, confección y moda aparecen los desarrollos basados en el uso de big data, analítica de datos e inteligencia artificial, que además de apoyar la gestión de la cadena productiva también logran aprovechar información aparentemente desconexa como pueden ser bases de datos meteorológicos, redes sociales y bases de datos abiertas, generando información útil para mejorar los procesos de diseño, fabricación y comercialización de prendas de vestir. Para el mejor aprovechamiento de los datos, se identificó que las patentes desarrolladas requieren de una adecuada interconexión entre diferentes tecnologías, como el identificador de radiofrecuencia, los sensores, el procesamiento de datos en la nube y los sistemas ciberfísicos.

3.5. Brechas entre las tecnologías generadas por la cuarta revolución industrial y las normas de competencia laboral

Con los resultados de la vigilancia tecnológica se procedió a identificar las brechas entre las tecnologías que ha generado la cuarta revolución industrial y las Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) asociadas a las ocupaciones misionales del sector diseño, confección y moda, con el fin de establecer criterios para la actualización o elaboración de estas normas y de esta manera tener insumos para actualizar o crear nuevos programas de formación. Este proceso es de gran importancia ya que como se mencionó en las secciones introductorias de este estudio, cuando existen brechas entre los conocimientos y habilidades adquiridas por los trabajadores a través de procesos de formación y/o certificación frente a las nuevas tecnologías, es difícil que las empresas encuentren en el mercado laboral talento humano competente, afectando la productividad y limitando el crecimiento del sector.

En la Tabla 11 se presentan las brechas identificadas en este trabajo, clasificadas por ocupaciones medulares y NSCL del sector diseño, confección y moda. Es relevante mencionar que para la ocupación Cortadores de tela, cuero y piel no se identificó una brecha entre las tecnologías identificadas en la vigilancia y las NSCL, debido a que la cuarta revolución industrial desarrolló para esta ocupación máquinas de corte y extendido automáticas, y en la actualidad ya existen normas para el manejo de ese tipo de equipos. Puede observarse que si bien se encontraron algunas normas vigentes para varias de las tendencias tecnológicas emergentes, también es relevante resaltar que se identificaron brechas en ocupaciones de toda la cadena de valor, incluyendo el diseño, la supervisión, la inspección, la manufactura, el mantenimiento y la reparación, evidenciando la manera como la

cuarta revolución industrial exige la constante actualización de los mecanismos para formación y evaluación de las competencias del talento humano ocupado en el sector.

Tabla 11

Brechas identificadas según las ocupaciones y las NSCL del sector diseño, confección y moda.

Ocupación (en orden alfabético)	Temática en la cual no existe NSCL	Posibles NSCL que deberían desarrollarse	Observaciones
Diseñadores de teatro, moda, exhibición y otros diseñadores creativos	Aplicación de impresión digital de prendas de vestir para la obtención de prototipos.	Imprimir prototipo de prenda de vestir de acuerdo con técnicas de manufactura aditiva.	Ya existe una NSCL relacionada con el diseño usando programas de computador.
Inspectores de control de calidad, fabricación de productos de tela, piel y cuero	Aplicación de big data e inteligencia artificial para monitorear las operaciones de la fábrica y del entorno a través de sensores y visualización de información.	Controlar dispositivos de costura de acuerdo con instructivos técnicos	Se identificaron NSCL para el control de personas y procesos tradicionales, pero no para el control de procesos automatizados.
Mecánicos de maquinaria textil, confección, cuero, calzado y marroquinería	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento predictivo a las maquinas con big data. • Mantenimiento de equipos automatizados 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar sistemas automáticos de acuerdo con metodología y procedimiento técnico • Planear la intervención de sistemas de instrumentación y control según protocolo de mantenimiento preventivo 	Existen NSCL para mantenimiento de equipos mecánicos y electromecánicos, pero no existen NSCL para mantenimiento de equipos automatizados y para el mantenimiento de equipos aplicando nuevas tecnologías.
Operadores de máquina para coser y bordar	Uso de dispositivos de producción de prendas basados en internet de las cosas	<ul style="list-style-type: none"> • Operar dispositivo de costura empleando procedimiento de Internet de las Cosas. • Operar robot de costura de acuerdo con instructivos técnicos. 	Todas las NSCL encontradas se han desarrollado para métodos tradicionales.
Patronistas de productos de tela, cuero y piel	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de escáner 3D para el diseño personalizado. • Aplicación de realidad virtual y/o aumentada para optimizar el diseño y desarrollo de las prendas de vestir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Operar escáner del cuerpo humano de acuerdo con procedimientos de medidas antropométricas. • Diseñar prendas de vestir virtuales empleando técnicas de realidad virtual y aumentada. 	Ya existe una NSCL relacionada con la elaboración de patrones empleando los principales softwares de patronaje y escalado, así como todo el tema de digitalización de patrones.
Supervisores de fabricación de productos de tela, cuero y piel	Aplicación de big data e inteligencia artificial para monitorear operaciones de la fábrica y del entorno a través de sensores y visualización de información.	Analizar datos de producción aplicando técnicas de big data y minería de datos.	En la Mesa Sectorial de Automatización se encontraron NSCL que se pueden implementar en el sector, como: "Formular estrategia de control según grado de automatización y normativa técnica".

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de incluir en el análisis de brechas la percepción de la industria sobre el uso de las tecnologías derivadas de la cuarta revolución industrial, en la Tabla 12 se presentan los resultados de la encuesta realizada a cuarenta y nueve funcionarios de empresas colombianas del sector diseño, confección y moda sobre la prioridad que debe darse el corto, mediano y largo plazo a las tendencias identificadas en la vigilancia tecnológica realizada en este estudio.

Tabla 12

Nivel de prioridad de las tecnologías asociadas a la cuarta revolución industrial, y nivel de formación requerido para el uso de dichas tecnologías. Los valores se expresan como porcentaje de encuestados que seleccionaron la opción.

Tecnología (en orden decreciente de prioridad según los encuestados)	Nivel de prioridad						Nivel de formación requerido		
	5	4	3	2	1	0	Tecnol.	Técnico	Curso
Desarrollo de comercio electrónico para empresas de confección	65,3	16,3	10,2	0,0	8,2	0,0	44,9	14,3	40,8
Patronaje asistido por computador	61,2	18,4	8,2	4,1	2,0	6,1	36,7	30,6	32,7
Automatización y virtualización de la producción en confección	57,1	20,4	12,2	2,0	8,2	0,0	30,6	28,6	40,8
Planificación de la producción en confección aplicando CAD y CAM	57,1	16,3	16,3	0,0	4,1	6,1	36,7	30,6	32,7
Diseño asistido por computador	57,1	10,2	12,2	6,1	6,1	8,2	30,6	36,7	32,7
Implementación de logística automatizada	55,1	18,4	18,4	2,0	6,1	0,0	34,7	20,4	44,9
Gestión de la información de producción ERP para empresas de confección	51,0	30,6	8,2	0,0	10,2	0,0	30,6	26,5	42,9
Análítica de datos para confección	51,0	24,5	16,3	2,0	6,2	0,0	34,7	14,3	51,0
Desarrollo de contenidos de realidad virtual RV y realidad aumentada RA para la industria de la moda	51,0	16,3	22,4	4,1	6,2	0,0	34,7	26,5	38,8
Manufactura digital avanzada (control numérico) en procesos productivos en confección	49,0	24,5	14,3	6,1	6,1	0,0	28,6	32,7	38,8
Operar máquinas de coser de alta velocidad	49,0	22,4	20,4	2,0	6,1	0,0	16,3	34,7	49,0
Gestión de la planificación de recursos de fabricación MRP	44,9	24,5	14,3	6,1	10,2	0,0	36,7	20,4	42,9
Corte y extendido automatizado	44,9	20,4	16,3	4,1	14,3	0,0	24,5	30,6	44,9
Gestión de la información de manufactura MES para empresas de confección	42,9	32,7	10,2	2,0	12,2	0,0	28,6	26,5	44,9
Desarrollo de aplicaciones de big data & cloud computing	40,8	28,6	18,4	4,1	8,2	0,0	38,8	18,4	42,8
Desarrollo e implementación de sensórica en procesos de confección	38,8	30,6	12,2	10,2	8,2	0,0	26,5	30,6	42,9
Análisis circular de productos y servicios para empresas de confección	36,7	24,5	28,6	2,0	8,2	0,0	28,6	24,5	46,9

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la encuesta evidenciaron la importancia que dan las empresas al apalancamiento de la labor de mercadeo en el comercio electrónico, siendo el tipo de tecnología al que le asignaron el mayor nivel de prioridad y en el cual se presentó mayor consenso sobre la necesidad de formar personal a nivel tecnológico. La tecnología con la segunda mayor prioridad asignada fue el patronaje asistido por computador, pero sin que se evidenciara una tendencia clara en cuanto al nivel de formación que las empresas prefieren para el personal a cargo del uso de ese tipo de tecnologías.

Las demás tecnologías recibieron diversas posturas por parte de las empresas en cuanto a nivel de prioridad, pero si bien no existe unanimidad entre las empresas en cuanto a los niveles de prioridad e incluso en algunas tecnologías hasta el 15% de los funcionarios de las empresas les asignaron los dos niveles de prioridad más bajos, es evidente que en todas las tecnologías el mayor nivel de prioridad superó a los demás niveles de prioridad.

Este resultado significa que la tendencia general es que para las empresas colombianas las tecnologías emergentes son prioritarias para el sector diseño, confección y moda, aunque con algunas diferencias de criterio sobre el nivel de prioridad con que deben abordarse.

Sin embargo, en lo concerniente al tipo de formación que requiere el personal para el uso de las tecnologías, no se encontró el mismo grado de consenso que se observó sobre la prioridad para el uso de tecnologías. Solo en el caso de la operación de máquinas de coser de alta velocidad se observó una tendencia que indica que las empresas consideran que es suficiente una formación mediante un curso o como máximo una formación técnica, pero en las demás tecnologías las opiniones son muy diversas sobre el nivel de formación requerida. Esta tendencia general observada en dieciséis de las diecisiete tecnologías consideradas, implica que las entidades que imparten formación realicen todos los esfuerzos posibles por identificar con estudios amplios y estructurados cuáles son los niveles de formación que realmente requieren las ocupaciones asociadas al uso de esas tecnologías, y una labor de trabajo conjunto con los funcionarios de las empresas para llegar a un acuerdo sobre el tipo de formación que requiere el personal a cargo de las tecnologías emergentes.

4. Conclusiones

Se identificaron las brechas tecnológicas y ocupacionales más relevantes para el sector diseño, confección y moda en Colombia, a partir de un diagnóstico de la cadena de valor del sector, la identificación de las ocupaciones y las Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL) asociadas a dichas ocupaciones en Colombia con la ayuda de las empresas para elaborar las Estructuras Funcionales de las Ocupaciones (EFO) de las ocupaciones de nivel técnico o tecnológico, un ejercicio estructurado de vigilancia tecnológica y de búsqueda de información en literatura especializada, y la realización de una consulta con 49 funcionarios de empresas colombianas que hacen parte de la Mesa Sectorial de Diseño, Confección y Moda del país y empresas que hacen parte de los Comités Técnicos de los centros de formación del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) que imparten formación en temas asociados a las actividades medulares de la cadena de valor del sector.

La revisión bibliográfica y la vigilancia tecnológica estableció que los avances tecnológicos más influyentes actualmente en el sector pueden agruparse en el uso de equipos computarizados, especialmente para diseño, patronaje y corte, tecnología de escaneo tridimensional, integración portátil de tecnologías, sistemas avanzados de transporte de materiales, automatización y uso de robótica o inteligencia artificial. Son tendencias de interés dado que la intervención de la automatización y la informática en entornos industriales competitivos de rápido crecimiento es ventajosa por su impacto sobre la productividad, la rentabilidad y el ahorro de tiempo. Como tendencia transversal a las tecnologías emergentes usadas en toda la cadena de valor del sector diseño, confección y moda aparecen los desarrollos basados en el uso de big data, analítica de datos e inteligencia artificial. Para el mejor aprovechamiento de los datos, se identificó que las patentes desarrolladas requieren de una adecuada interconexión entre diferentes tecnologías, como el identificador de radiofrecuencia, los sensores, el procesamiento de datos en la nube y los sistemas ciberfísicos.

La diversidad observada en los resultados obtenidos en la consulta con los funcionarios de las empresas indican que existen diversos niveles de prioridad y diversos niveles de formación del personal que requieren las empresas, lo cual indica que es pertinente desarrollar en el futuro cercano una caracterización de las necesidades de las empresas considerando su tamaño, nivel de madurez sobre el uso de tecnologías y tipo de mercado atendido, con el fin de identificar aquellas que requieren solucionar de manera prioritaria sus falencias en cuanto al aprovechamiento de las tecnologías derivadas de la cuarta revolución industrial.

La información obtenida puede ser usada para que todos los actores de la cadena de valor del sector diseño, confección y moda evalúen la manera como están articulando sus estrategias con las implicaciones de la cuarta revolución industrial, incluyendo a las entidades dedicadas a la formación de talento humano y a la innovación,

y al SENA como responsable por los procesos de normalización de competencias laborales en Colombia. Como trabajo futuro sería pertinente evaluar si los resultados de este estudio, analizados de manera conjunta con otros estudios realizados por gremios, sectores del gobierno y centros de investigación, pueden aportar criterios para la construcción y/o actualización de programas de formación acordes a los panoramas posibles para el sector.

Referencias bibliográficas

- Anabalon, J. (2016). *Internet of Threats (IoT): Una visión de la arquitectura, aplicaciones, riesgos y desafíos futuros*. Ponencia presentada en ISACA Cybersecurity Day, Chile. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/324900392_Internet_of_Threats_IoT_Una_vision_de_la_arquitectura_aplicaciones_riesgos_y_desafios_futuros
- Andi & Innpulsa. (2018). *Cierre de brechas de innovación y tecnología*. Recuperado de <http://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20Cierre%20de%20Brechas%20Innovacion%20y%20Tecnologia-ilovepdf-compressed.pdf>
- Beltrán, O. (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. *Revista Colombiana de Gastroenterología*, 20(1), 60-69. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99572005000100009&lng=en&nrm=iso.
- Brown, J. (2018). *Patent GB2556333*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=GB219399196>
- De Silva, R., Rupasingh, T., & Apeagyei, P. (2019). A collaborative apparel new product development process model using virtual reality and augmented reality technologies as enablers. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 12, 1-11.
- Fernandez-Stark, K., Frederick, S., & Gereffi, G. (2011). *The apparel global value chain: economic upgrading and workforce development*. Duke University Center on Globalization, Governance and Competitiveness. DOI: 10.13140/RG.2.1.4327.7284.
- Geršak, J. (2013). *Design of clothing manufacturing processes: a systematic approach to planning, scheduling and control*. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited.
- Gill, S. (2015). A review of research and innovation in garment sizing, prototyping and fitting. *Textile Progress*, 47(1), 1-85.
- Gontero, S., & Albornoz, S. (2019). *La identificación y anticipación de brechas de habilidades laborales en América Latina: experiencias y lecciones*. Chile: CEPAL. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44437/1/S1900029_es.pdf.
- Grupo de Gestión de Competencias Laborales del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (05 de marzo de 2020). *Consulta Normas y Estructura Funcional de la Ocupación*. Recuperado de <http://certificados.sena.edu.co/claborales/>
- Hagel, J., Seely, J., Kulasooriya, D., Giffi, C., & Chen, M. (2015). *El futuro de la manufactura: fabricando cosas en un mundo cambiante*. Nueva York: Deloitte.
- Javornik, A. (2016). Augmented reality: research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behaviour. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 30, 252-261.

- Jiang, H. & Gao, X. (2016). *Patent CN106504338*. Recuperado de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN194490013&tab=PCTDESCRIPTION&_cid=P11-KBV7F5-27530-1.
- Jie, Y., Subramanjan, N., Ning, K., & Edwards, D. (2015). Product delivery service provider selection and customer satisfaction in the era of internet of things: a Chinese e-retailers' perspective. *International Journal of Production Economics*, 159, 104-116.
- Kamilaris, A., & Pitsillides, A. (2016). Mobile phone computing and the internet of things: a survey. *IEEE Internet of things Journal*, 3(69), 885-898.
- Kim, H., Lee, J., Mun, J., & Johnson, K. (2017). Consumer adoption of smart in-store technology: assessing the predictive value of attitude versus beliefs in the technology acceptance model. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 1081, 26-36.
- Kim, M., & Cheeyong, K. (2015). Augmented reality fashion apparel simulation using a magic mirror. *International Journal of Smart Home*, 9(2), 169-178.
- Lee, Y. (2016). *Patent US20160335807*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US179482503>
- Li, G. (2016.a). *Patent CN106096845*. Recuperado de: <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN179625391>
- Li, G. (2016.b). *Patent CN106097012*. Recuperado de: https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN179625368&tab=NATIONALBIBLIO&_cid=P11-KBV13X-57636-1
- Liang, W. (2015). *Patent CN104608380*. Recuperado de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN133676482&tab=NATIONALBIBLIO&_cid=P11-KBV03L-45787-1
- Lin, G. (2016). *Patent CN105943000*. Recuperado de: https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN178132944&_cid=P11-KBV7WA-32675-1
- Lu, J. (2017). *Patent CN106903890*. Recuperado de: https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN200887191&tab=NATIONALBIBLIO&_cid=P11-KBUZS0-42208-1
- Majstorovic, V., Durakbasa, N., Mourtzis, D., & Vlachou, E. (2016). Cloud-based cyber-physical systems and quality of services. *The TQM Journal*, 28, 704-733.
- Minotta, R., & Mosquera, J. (2011). *Guía metodológica para la planeación tecnológica en una empresa en la relación universidad empresa*. (Tesis de Maestría en Ingeniería, énfasis en Ingeniería Industrial). Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia.
- Moreno, J. (03 de octubre de 2016). *Sector textil en Colombia: Un análisis de las importaciones y exportaciones entre los años 2008 a 2014*. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15243>.
- Nayak, R., & Padhye, R. (2018). Introduction to automation in garment Manufacturing. En: *Automation in Garment Manufacturing*, 1-27. Reino Unido: Woodhead Publishing.

- Nayak, R., Padhye, R., Wang, L., Chatterjee, K., & Gupta, S. (2015). The role of mass customisation in the apparel industry. *International Journal of Fashion Desing, Technology and Education*, 8(2), 162-172.
- Nieto, V., & López, J. (2017). *Cadena de Textil-Confecciones: Estructura, Comercio*. Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/460.pdf>.
- Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (17 de febrero de 2019). Observatorio Laboral. Recuperado de http://observatorio.sena.edu.co/Content/pdf/mapas_ocupacionales/disenio_confeccion_moda.pdf.
- Observatorio Laboral del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (18 de febrero de 2020). Clasificación Nacional de Ocupaciones. Recuperado de <https://observatorio.sena.edu.co/Clasificacion/Cno>
- Papahristou, E., Kyratsis, P., Priniotakis, G., & Bilalis, N. (2017). The interconnected fashion industry - an integrated vision. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 17, 254.
- Peng, X., Peng, X., Li, G. & Cheng, T. (2016). *Patent CN106202724*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN190110502>
- Perera, C., Liu, C., & Jayawardena, S. (2015). The emerging internet of things marketplace from an industrial perspective: a survey. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 3(4), 585-598.
- Pineda, L., & Jara, M. (2010). *Prospectiva y vigilancia tecnológica en la cadena fibra-textil-confecciones. Mapa tecnológico estratégico, nuevos escenarios para el futuro de la cadena productiva fibra textil confección de Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario.
- Sekhvat, Y. (2016). Privacy preserving cloth try-n using mobile augmented reality. *IEEE Transactions on Multimedia*, 19(5), 1041-1049.
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. (2018). *Guia principal del sistema de prospectiva, vigilancia e inteligencia organizacional*. Bogotá, Colombia.
- Shi X., Zhu, X., Zhu Q., Sun, X., Wu, L., Xu, Q.,..., Tang, F. (2018). *Patent CN207051980*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN213649599>
- Sun, X. Hu, Z., Xu, Q., Lin, W., Wu, Q., Luo, M.,..., Luo, P. (2018). *Patent CN207051973*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN213649598>
- Tan, Y. (2018). *Patent WO/2018/027709*. Recuperado de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2018027709&_cid=P11-KBV6JS-16480-1
- Tao, F., Zhang, L., Liu, Y., Cheng, Y., Wang, L., & Xu, X. (2015). Manufacturing service management in clod manufacturing: overview and future research directions. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 137(4). 040912.
- Tian, Z. & Xie, H. (2017). *Patent CN106874650*. Recuperado de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN199701346&_cid=P11-KBV6RY-20004-1
- Urrutia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507-511.

- Velásquez, S., Giraldo D., & Botero, L. (2020). Análisis de escenarios futuros como método prospectivo para la Mesa Sectorial de Diseño, Confección y Moda en Colombia. *Revista Espacios*, 41(21), 375-390. Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n21/a20v41n21p29.pdf>.
- Wan, J., Cai, H., & Zhou, K. (2015). Industrie 4.0: enabling technologies. En *Proceedings of 2015 International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things*. (pp. 135-140). Harbin, China: IEEE.
- Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 176, 98-110.
- Wu, G. & Wang, L. (2016). *Patent CN106055834*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN197044592>
- Xu, K. (2017). *Patent CN106550565*. Recuperado de https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN195285989&_cid=P11-KBV0FD-49804-1
- Yang, Y. & Zou, F. (2012). *Patent CN102880741*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN85801990>
- Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., & Si, S. (2017). A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. *Journal of Cleaner Production*, 142, 626-641.
- Zheng, L., Qiu, D. & Xie, W. (2019). *Patent CN109800526*. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN243483074>.
- Zhong, R., Lan, S., Xu, C., Dai, Q., & Huang, G. (2016). Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics Big Data in Cloud Manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(1-4), 5-16.
- Zhong, R., Xu, C., Chen, C., & Huang, G. (2017). Big data analytics for physical internet-based intelligent manufacturing shop floors. *International Journal of Production Research*, 55(9), 2610-2621.