

REVISTA RETO

Compartimos conocimiento

Volumen 9 | Número 1
enero - diciembre 2021

LOGÍSTICA | MERCADEO | TELEINFORMÁTICA | INDUSTRIAS CREATIVAS

ISSN 2322-8059 | EISSN 2619-4112

REVISTA RETO

Compartimos conocimiento

ISSN 2322 -8059 EISSN 2619-4112

Volumen 9 Número 1
enero - diciembre 2021

**Revista especializada en tecnologías
transversales de la organización**



CENTRO DE GESTIÓN DE MERCADOS, LOGÍSTICA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA
Regional Distrito Capital

Equipo editor

Director General

Carlos Mario Estrada Molina

Sena

Subdirector Centro de Gestión de Mercados, Logística y TI

Jaime García Dimotoli

Sena

Editor

Nelson Giovanni Agudelo Cristancho

Gestora Editorial

Carolina Santana Benavides

Diseño y diagramación

Giovanni Guerrero Lozano

Portada

Diseñada utilizando gráficos de **Freepik.es**

COMITÉ EDITORIAL/CIENTÍFICO

Nelson Giovanni Agudelo Cristancho

Ingeniero en Telecomunicaciones, Especialista en Teleinformática, Magíster en Ciencias de la Información y las Telecomunicaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Luis Armando Carvajal

ING. Electrónico., PhD ING. Biomédica, Universidad Politécnica de Madrid

Mike Silva Ferro

Lingüista, Universidad Nacional de Colombia. Magister en Educación, Universidad Javeriana. PhD en Educación, Universidad Autónoma de Madrid

Renzo Grover Fabián Espinoza

Ingeniero Eléctrico, Universidad Nacional de Ingeniería, UNI (Perú) Magíster en Ingeniería Eléctrica en la Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP (SP, Brasil), y Dsc. en la Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, (SP, Brasil).

Sergio Iván Galvis Motoa

Ingeniero Electrónico, Especialista en Teleinformática, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Maestrante en Informática y Tecnologías Computacionales de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Comité evaluador

La revista Reto agradece a los investigadores que actuaron como evaluadores

Andrés Silva
Ángela Montoya
Angélica Simbaqueba
Any Correa Oroz
Bryan Loaiza Camacho
Camila Mariño Serpa
Carolina Castellanos Suárez
Carolina Pimentel Gutiérrez
Carolina Sinisterra Marchand
Claudia Milena Pico Bonilla
Daniel Prieto Sánchez
Darwin Baquero Sandoval
Edgar Oswaldo Díaz
Elisa Amézquita Ospina
Estefanía Gutiérrez Galvis
Fanny Carrillo
Félix Dueñas Gaitán

Freddy Velandia Vivas
Hugo Muñoz Bonilla
Juan Carlos Rojas Lozada
Karen Castillo Prada
Katherin Lizeth Rojas Espejo
María Angélica Carvajal
Mauricio Cendales Lara
Mike Silva Ferro
Nelson Ruiz Gamba
Paola Mejía Rodríguez
Paul Cifuentes Velásquez
Ramiro Manjarrés Márquez
Rodrigo Huertas Chivatá
Sandy Alonso
Sergio Galvis Motoa
Yan Martínez Contreras
Yuri Morales

La revista

Misión

La revista Reto es una revista especializada en tecnologías transversales de la organización, del Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la información, del SENA, Regional Distrito Capital, de publicación anual impresa y digital. En la revista Reto se publican artículos teórico-prácticos relacionados con las áreas objeto de formación del CGMLTI: Mercadeo, Logística, Teleinformática y Nuevas tecnologías.

Visión

Ser una revista especializada de carácter científico con contenidos de alta calidad, con posicionamiento en las bases de datos de interés y reconocimiento en la comunidad académica y científica.

Evaluación de artículos

La revista Reto selecciona sus artículos mediante el proceso de revisión por pares según el método de evaluación doble ciego, por parte de académicos y expertos revisores anónimos dentro del campo de estudio del artículo. Se evalúan los manuscritos recibidos y se determina que los artículos cumplen con las normas de estilo y contenido indicadas en las directrices para los autores.

Redacción de manuscritos

La revista Reto atiende a las recomendaciones y directrices para la indexación de publicaciones seriadas emitidas por Colciencias, y selecciona los artículos de investigación con preferencia a contenidos de desarrollos tecnológicos, producto de la formación. Solo se publican artículos originales que, junto con las condiciones mencionadas, contengan la unidad interna característica de los trabajos publicados en una revista científica.

Recepción de documentos y correspondencia

En el 2021, se recibirán los artículos únicamente por la plataforma oficial OJS del SENA, el editor de la revista comunica a los autores el resultado motivado de la evaluación por correo electrónico, en la dirección que estos hayan utilizado. El editor jefe, como director del comité de evaluación comunica al autor principal el resultado de la revisión (rechazado, aceptado con modificaciones o aceptado), lo mismo que las observaciones y comentarios de los revisores. Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, los autores deben reenviar una nueva versión del artículo, para ser revisado nuevamente por los mismos revisores. Opcionalmen-

te, los autores pueden aportar una carta al editor, en la cual se indique el contenido de las modificaciones del artículo. Si los autores han decidido no seguir las recomendaciones de los revisores, podrán justificar su decisión en esa misma carta.

Política de acceso abierto

La revista Reto es de acceso libre a su contenido, a partir de la premisa de llevar al público el resultado de la investigación en forma gratuita, para aumentar el conocimiento de la humanidad. La revista acoge el código de conducta del comité de ética de publicaciones COPE / Committee on publication ethics, COPE.

Política Editorial

Temática y alcance

La revista Reto, especializada en tecnologías transversales de la organización, es una publicación anual impresa y digital, del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, Regional Distrito Capital, CGMLTI (Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información), cuyo objetivo es difundir conocimiento teórico práctico, relacionado con las áreas objeto de formación del CGMLTI: mercadeo, logística, teleinformática y nuevas tecnologías, mediante artículos soportados científicamente. Por ser una revista especializada de carácter científico, no admite artículos de simple divulgación. Las opiniones deben contener conclusiones provenientes de la comprobación, lograda a través de la investigación. Se publican artículos que contengan desarrollos tecnológicos, producto de la formación. La revista Reto, solo publicará artículos originales que, junto con las condiciones mencionadas, contengan la unidad interna característica de los trabajos publicados en una revista científica. La revista Reto, se ciñe a las directrices para la indexación de publicaciones seriadas emitidas por Colciencias.

Proceso de revisión por pares

La revista Reto selecciona sus artículos mediante un proceso de revisión por pares según el método doble ciego. Cuando el equipo editorial ha compro-

bado que el artículo cumple con las normas de estilo y contenido, indicadas en las directrices para los autores, el manuscrito se envía a dos expertos revisores anónimos dentro del campo de estudio del artículo. Con base en las recomendaciones de los revisores, el editor de la revista comunica a los autores el resultado motivado de la evaluación por correo electrónico, en la dirección que estos hayan utilizado para enviar el artículo. El editor jefe, como director del comité de evaluación comunica al autor principal el resultado de la revisión (rechazado, aceptado con modificaciones o aceptado), lo mismo que las observaciones y comentarios de los revisores. Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, los autores deben reenviar una nueva versión del artículo, para ser revisado nuevamente por los mismos revisores. Opcionalmente, los autores pueden aportar una carta al editor, en la cual se indique el contenido de las modificaciones del artículo. Si los autores han decidido no seguir las recomendaciones de los revisores, podrán justificar su decisión en esa misma carta.

Distribución de la revista

La revista Reto se distribuye de forma impresa a los depósitos legales como bibliotecas; la versión electrónica o digital se encuentra disponible para cualquier persona con acceso a internet y puede encontrarla en el portal de revistas del SENA.

Financiación de la revista

La revista Reto es una publicación de carácter científico sin ánimo de lucro y no cuenta con ningún valor comercial, en ninguna de sus ediciones. La revista Reto es financiada en su totalidad por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y de SENNOVA.

SENNOVA se encarga de fortalecer competencias orientadas al uso, aplicación y desarrollo de tecnologías avanzadas, por medio de las Tecnoacademias, y genera cultura de innovación y competitividad en jóvenes de secundaria.

Además, fomenta el desarrollo de investigaciones científicas, desde la educación media con aplicación de nuevas tecnologías como polo de desarrollo local y regional.

Tabla de contenido

Editorial	10
Crisis Management of Small and Medium Enterprises in Response to the COVID-19 Public Health Crisis: The Case of Colombia.....	11
La industria 4.0 en tu casa: Impresión de prototipos de herramientas de punzonado para trabajo en caliente con impresoras de modelado por deposición fundida de bajo coste	23
Repercusiones éticas sobre el uso indebido del <i>deepfake</i> en el ámbito de las TIC mediante un análisis cualitativo documental.....	36
Análisis de herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad, en la prestación de los servicios de salud, para la determinación de la metodología más aplicable a la población afiliada al magisterio de Colombia	48
Estado del arte sobre el uso de tecnologías emergentes para procesos de inclusión laboral de personas con discapacidad intelectual en procesos logísticos	61

Editorial

Uno de los objetivos que tiene la revista Reto, es fortalecer los espacios de divulgación mediante el aporte a la construcción de nuevos conocimientos en la comunidad académica, articulada con los procesos de innovación y el sector productivo. Esta es una de las razones por las cuales, desde el Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información (CGMLTI) se promueve la publicación periódica de la revista RETO.

El entorno actual y sobre todo las consecuencias del manejo dado a las crisis generadas por la pandemia ocasionada por el coronavirus, tanto a nivel nacional como internacional, generó que las dinámicas, los desafíos y las economías emergentes cambien drásticamente. Las tecnologías aplicadas para los procesos virtuales se fortalecieron notablemente, impactando significativamente los procedimientos, costumbres, metodologías y estrategias, convirtiendo los métodos virtuales y los medios digitales en la base de nuevos procesos educativos y productivos. Lo anterior significó, entre otras cosas, la renovación de las técnicas de aprendizaje. Por esta razón, las metodologías de divulgación de conocimiento y sus contenidos los tratamos de apropiar para ser aplicados en nuestras estrategias de divulgación para la revista RETO.

Crisis Management of Small and Medium Enterprises in Response to the COVID-19 Public Health Crisis: The Case of Colombia

Juan Sebastián Cuervo-Sánchez

Abstract

Literature in crisis management has extensively developed over the last decades. Nevertheless, most studies have focused on analysing large companies and evidence of strategies adopted by small and medium enterprises (SMEs) to face a crisis is usually limited, especially in developing countries. Therefore, this study seeks to answer how COVID-19 has impacted SMEs in Colombia, determining the strategies that business owners have adopted to confront this event. Through a mixed method approach, we analyse SME business processes most impacted by the pandemic and identify major strategies adopted by business owners to mitigate adverse consequences. The results show that areas where SMEs experienced more problems were short-term employee payments, significant declines in customer demand, and repurposing products and services. To face the crisis, many SMEs used different strategies, such as enhancing their usage of online marketing channels, building new alliances with key stakeholders, entering new markets, or serving different clients.

Keywords: COVID-19, SMEs, Colombia, crisis management

Introduction

Organisational crisis and crisis management

Organisational crisis has been defined in several ways. Pearson and Clair (1998) developed a definition of organisational crisis, adopted in this study for its management applicability, simplicity, and incorporation of multiple perspectives. For them, organizational crisis is “a low-probability, high-impact situation that is perceived by critical stakeholders to threaten the viability of the organisation and that is subjectively experienced by these individuals as personally and socially threatening” (Pearson and Clair, 1998, p. 19). Therefore, through its mostly unpredictable nature, a crisis may threaten an organisation’s survival and profitability.

Although many descriptive models have been developed to guide crisis management, most have classified crisis management strategies as proactive or reactive (Vašíčková, 2019). Others models emphasise crisis development stages. Mitroff et al. (1987) developed a systemic approach to study a crisis, distinguishing four crisis phases: detection, crisis, repair and assessment.

In this model, each phase is composed of specific crisis management strategies. In the detection stage, the firm develops a prevention plan to

Fecha de recibido: 11/10/2021. Fecha de aceptación 7/12/2021

Correo electrónico: js.cuervo1030@uniandes.edu.co

Citar como: Cuervo-Sánchez, J (2021). Crisis Management of Small and Medium Enterprises in Response to the COVID-19 Public Health Crisis: The Case of Colombia. *Revista RETO*, 9.

ensure the company's preparedness for a probable crisis based on warning signals. Weaknesses are evaluated and dealt with to minimise possible disturbances to the company's processes. However, some companies minimise this stage's importance or have not established procedures to detect a crisis.

Once the crisis unfolds, the company strives to mitigate potential damages, and achieve minimum disruption to everyday operations. Repair procedures are developed to contain the crisis and isolate the company from further damage, re-establishing and recovering affected resources and processes. Moreover, assessment strategies are developed to evaluate impacts of the crisis and promote organisational learning to better prepare for future disturbances.

Although each phase is prominent at specific moments, all strategies are interdependent over the distinct phases of any crisis. For example, the company may use assessment procedures to re-organise and initiate changes during the repair stage. Thus, proactive crisis management strategies maximise adequate planning and promote sufficient evaluation to reduce the chances of a recurring crisis while, simultaneously, conducting repairing procedures.

This study uses Mitroff's (1987) classic conceptualisation of a crisis to analyse SMEs' proactive and reactive approaches to the COVID-19 crisis and to determine how these strategies changed over time at different crisis phases (detection, crisis, repair, and assessment). Notably, SMEs may have different approaches to crises that differ in managerial approach, market sector involvement, and operational location, specially an uncommon event such as COVID-19. Therefore, analysing SMEs' responses to this public health crisis may result in specific strategies and responses not common in previous crisis management events or contexts. Therefore, before conducting the analysis, the existing literature on SME crisis management strategies is reviewed concerning other types of crisis events.

Crisis management in SMEs

Research and conclusions on SME crisis management vary depending on context and world-

wide location (Vargo and Seville, 2011). Previous research has identified that, at the detection stage, environmental scanning, clear leadership, and management involvement in is crucial to mobilise organisational resources easily and promote order during crisis (Hong et al., 2012). A common approach of most SMEs is cost reduction once the crisis unfolds (Shen et al., 2020). Moreover, other firms prefer to target different markets, especially when the crisis impacts a specific economic sector (Lee et al., 2015), while a few others embrace innovation to deal with disruptive situations (Ulubeyli et al., 2018).

After a crisis, some SMEs have reported customer and supplier communication as a determinant to renegotiate commercial terms and maintain positive opinions from stakeholders (Schütze et al., 2011). Recovery plans vary between SMEs; however, a common approach is rehiring previous employees to minimise contract costs (Varum & Rocha, 2013). Furthermore, during the resolution stage, some companies conduct strategy redesign derived from organisational learning to focus on process innovation in a new business context (Kottika et al., 2020). Nevertheless, SMEs' approaches in crisis assessment activities are varied since many companies cannot survive post-crisis (Naidoo, 2010) nor establish appropriate learning procedures to guarantee long-term preparedness for the future (Alves et al., 2020).

Thus, various possible crisis approaches may exist based on SME planning styles and for SMEs located in developing countries, which face certain cultural and economic specificities. Consequently, these differences may have resulted in distinctive approaches to face the COVID-19 crisis in emergent economies, such as Colombia, which are important to analyse.

Methods

This study uses a mixed methods approach to identify how the COVID-19 pandemic has impacted SMEs in Colombia and what strategies SMEs have used to face the crisis. First, a preliminary survey was administered to a sample of Colombian SMEs with two main objectives: 1) identifying SME business processes more affected by the COVID-19 crisis and 2) identifying how, compared

to other types of crises, the COVID-19 pandemic has affected specific SME business processes. The survey instrument was based on previous national questionnaires used to assess COVID-19 impacts (ACOPI, 2020; Confecamaras, 2020), with additional questions developed by the authors. Once the survey questionnaire was piloted to test understanding and validate answer choices, the instrument was applied to 850 SME managers.

Due to national lockdown restrictions, the survey was delivered via e-mail to a list of SMEs affiliated with the National Learning Service of Colombia (known in Spanish as SENA). In this study, participating SMEs came from different regions in Colombia and responded to our survey between September and November 2020. This study used purposive sampling as the survey instrument was applied to companies previously registered in SENA databases. This sampling technique was preferred over a random sample as data collected was mainly used to conduct exploratory analysis and further orient qualitative analysis. Data were analysed using Stata 15 software.

Next, semi-structured interviews were conducted with specific SMEs that answered the survey. Participation was voluntary, and the questionnaires were based on Mitroff's (1987) Crisis Management Model, grouped by the four crisis stages and SME responses to the survey. Thus, questions were constructed to analyse how the company had prepared to face the crisis and strategies implemented to overcome difficulties associated to the crisis. Additionally, questions were designed to assess how the company was trying to re-establish everyday operations of the business

(repair phase). Although at the time of this study, the COVID-19 pandemic was still developing, the questionnaire included assessment questions to analyse if the crisis was promoting organisational learning during the pandemic.

The interview was responded by the SME CEO or a high-level management leader with sufficient knowledge of the companies' business strategy. SME cases were selected based on a most-different design (Seawright and Gerring, 2008) consisting of companies with quite different characteristics but which faced the same event, the COVID-19 crisis, who worked in different industries and sectors and were able to sustain business operations. This approach was favoured to capture various strategies used by SMEs in several economic sectors.

Next, interviews were coded and analysed by two researchers using NVivo 10 software. Initial themes were selected based on the topics identified in SME crisis literature, allowing themes to emerge. Seven SMEs were interviewed following this procedure.

Results

Survey results

A total of 850 SMEs responded to the descriptive survey between September and November 2020. Table 1 shows a summary of the results in the four dimensions evaluated: impact on (1) business operations, (2) financial sustainability, (3) commercial and marketing channels, and (4) management perceptions about COVID-19:

Table 1. Impact of COVID-19 on operations, finance, marketing, and management perceptions of SMEs (N = 850)

Impacts on financial sustainability		Impacts on business operations	
Difficulty paying debts to banks or lenders?	N (%)	Current work placement	N (%)
Yes	526 (61.9)	In office	8 (0.9)
No	324 (38.1)	In home	224 (26.3)
Difficulty paying debts with suppliers?	N (%)	In office and house	21 (2.5)
Yes	529 (62.2)	Another modality	597 (70.2)
No	321 (37.8)		

Difficulty paying operative costs?	N (%)	Stop production or operations	N (%)
Yes	570 (67.1)	Yes, totally	173 (20.3)
No	280 (32.9)	Yes, partially	421 (49.5)
Actions to overcome expenses	N (%)	No	256 (30.1)
Order of new credits	328 (15.0)	Service or operations still on-site	N (%)
Refinancing debts	344 (15.8)	Yes	409 (48.1)
Suspension of contracts	257 (11.8)	No	441 (51.9)
Reduction of salaries	283 (13.0)	Have you permanently closed the business or a site?	N (%)
Dismissals of people	294 (13.5)	Yes, close definitively	103 (12.1)
Freezing of contracts	221 (10.1)	Yes, close some sites	115 (13.5)
Close of investments	217 (9.9)	No	632 (74.4)
Rebalancing of investments	49 (2.2)	Impacts on marketing strategies	
Stop payments of dividends	97 (4.4)	What is the behaviour of your client market?	N (%)
None of the above	91 (4.2)	We have access to more clients	84 (9.9)
Impact on business management perceptions		We have maintained our same client base	204 (24.0)
COVID-19 situation will improve in 6 months	N (%)	We have lost clients	562 (66.1)
Totally agree	67 (7.9)	Sales channels before the pandemic	N (%)
Agree	185 (21.8)	Sales with representatives	448 (31.4)
Not agree nor disagree	220 (25.9)	Ecommerce or web page	283 (19.9)
Disagree	236 (27.8)	Sales spots	244 (17.1)
Totally disagree	142 (16.7)	Catalogues or magazines	86 (6.0)
COVID- 19 represents new opportunities	N (%)	Social media	256 (18.0)
Totally agree	66 (7.8)	None of the above	108 (7.6)
Agree	212 (24.9)	New channels after the pandemic	N (%)
Not agree nor disagree	202 (23.8)	Web page	394 (20.3)
Disagree	206 (24.2)	Instagram	297 (15.3)
Totally disagree	164 (19.3)	Facebook	341 (17.5)
COVID-19 positive changes in management	N (%)	LinkedIn	128 (6.6)
Totally agree	89 (10.5)	Ecommerce	147 (7.6)
Agree	327 (38.5)	Selling in WhatsApp	637 (32.8)
Not agree nor disagree	202 (23.8)	New distribution channels since the pandemic	N (%)
Disagree	140 (16.5)	Outsourced home delivery services	0 (0.0)

Totally disagree	92 (10.8)
We were able to follow sanitary rules	N (%)
Totally agree	171 (20.1)
Agree	349 (41.1)
Not agree nor disagree	122 (14.4)
Disagree	134 (15.8)
Totally disagree	74 (8.7)
Productivity has been sustained even in COVID-19	N (%)
Totally agree	99 (11.6)
Agree	215 (25.3)
Not agree nor disagree	104 (12.2)
Disagree	264 (31.1)
Totally disagree	168 (19.8)

Source: Authors' preparation

Internal home delivery services	150 (20.1)
Peak up in with online sales	50 (6.7)
Distribution with apps	35 (4.7)
None of the above	512 (68.5)
Changes in customer demands	N (%)
Product	194 (17.9)
Package	112 (10.4)
Communication and publicity	181 (16.7)
Distribution	281 (26.0)
None of the above	313 (29.0)
Behaviour of sales during the pandemic	N (%)
Our sales have increased 50-100%	11 (1.3)
Our sales have increased 0-50%	45 (5.3)
Our sales have stayed the same	148 (17.4)
Our sales have reduced 0-50%	296 (34.8)
Our sales have reduced by 50% - 100%	350 (41.2)

Overall, the results showed a consensus on the negative impacts of the COVID-19 crisis on financial sustainability: 61.9% of SMEs had difficulty paying bank debts or credits, 62.2% had difficulty covering payments to suppliers, and 67.1% struggled to pay operative costs (production, salaries, rent, etc.). Moreover, SMEs used a wide range of strategies to face financial difficulty, the most common being debt management and employment restructuring strategies such as soliciting new credits (15.0%), refinancing existing debts (15.8%), employee dismissal (13.5%), and salary reduction (13.0%).

SMEs reported varying impacts of the pandemic on everyday business operations. Most SMEs used exclusively home-based work (26.7%), but many did not have specific working routines, reporting that the home-office work dichotomy did not strictly apply to them (70.2%). Almost all had to stop operations partially (49.5%) or did not stop them at all (30.1%), finding other mechanisms to sustain operations. Half of these SMEs maintained

services to clients on-site (51.9%) and, at the moment of the survey, had not been forced to close the business permanently (74.4%).

Changes in market demand were evident for most businesses; however, marketing and sales strategies to confront the crisis widely varied between SMEs. Notably, 66.1% of surveyed companies reported having lost clients, and 41.2% and 34.2% reported sales were reduced by half or by much more, compared to their average sales levels, respectively. Most companies (31.4%) used direct sales with shopkeepers or representatives to sell their products.

Once the pandemic started, many companies turned to the online messaging application WhatsApp as a channel to sustain direct sales (32.8%), or they used webpages (20.3%) to communicate with clients. Most SMEs did not implement new distribution channels in the short run (60.8%) or offered home delivery services (20.1%). Similarly, although companies considered changes in the distribution channels as the most com-

mon new requirement solicited by customers (26.0%), many denied short-term fluctuations in overall customer tastes and preferences (29.0%).

Furthermore, SMEs significantly differed in their opinions that the COVID-19 situation would improve in the next six months, with the most-voted answers being agree (21.8%) and disagree (27.8%). Similarly, there was no clear consensus if COVID-19 had led to new market opportunities, with 24.9% agreeing and 24.2% disagreeing with this statement. However, companies mostly agreed (38.5%) that COVID-19 had resulted in positive changes in company management, and that they were able to cover the expenses of sanitary and public health demands imposed by the government (41.1%). Perceptions of changes in productivity also widely varied, with 25.3% agreeing that productivity had improved after COVID-19 and 31.1% disagreeing.

Interviews with SME managers

Table 2 summarises the profile of the seven companies interviewed to deepen in the stories of managers about COVID-19 consequences and the changes reported in the survey. Interviews helped to determine how these changes occurred or manifested at each crisis stage and how SMEs responded to them.

Table 2. Profile of Interviewees of SME companies

Name	Economic sector
Company A	Business consultancy
Company B	Sales, advertising, and publicity services
Company C	Labour training and human resources
Company D	Restaurant and fast-food industry
Company E	Residential housing and estate sales
Company F	Large retailer of household and office supplies
Company G	Tourism and entertaining services

Source: Authors' preparation

Companies were selected based on consent given to be interviewed and variety of industries,

prioritising companies belonging to different economic sectors. Thus, the next section describes the main findings divided according to Mitroff's (1987) four stages of crisis development.

Detection phase

All companies reported not having previous plans or crisis management strategies to guide their actions to face a public health crisis. Similarly, none had developed a well-planned system or plan to face other types of organisational crises. Some companies had experienced a crisis, mostly related to financial difficulties or a decrease in product or service demand but had previously used a 'manage-as-you-go' approach as reflected below:

The organisation did not have anything set up beforehand, like, for a similar situation or other types of crises [...] what we must do or how should we proceed. [...] It took us suddenly, and we did not have something to solve such a situation. [...] We were in a comfort zone (Extract 1).

We have not faced a crisis [...] maybe some issues related to taxes, ... so we basically do not know what is to have economic stagnation. [...] We usually find ways to overcome any problems (Extract 2).

Although most SMEs reported major financial impacts from the pandemic, few reported them as a detonating event that led them to worry about COVID-19. Instead, most companies recognised the severity of the crisis through its impact on clients, allies, and suppliers. The crisis was felt throughout their entire business network and slowly affected each SME differently either in a sudden stop of client purchases, changes in customer demands, or a sudden cancellation or postponement of recently closed business deals.

One client of restaurants told me that if this turns into a pandemic (it still had not), 'this is going to deeply impact us'. [...] When he told us that, we started to worry. [...] The clients called me that Friday and Saturday. [...] They started to call me from everywhere, [...] and they told me, 'Mister, we have to stop absolutely everything!' (Extract 3).

The client usually needs an advertising campaign, but he said, 'Why would I need it now if I can't reach the final consumer because the consumer can't leave his home to buy my product (due to the pandemic)?' (Extract 4).

We were in negotiations, ready to sign four agreements that were going to, as we say, be a major hit. [...] They had fieldwork, travels, and everything. [...] We were already ready to start and suddenly all stopped. [...] All airports were closed, the world closed up. [...] It was terrible (Extract 5).

Based on the different services or business models, each SME experienced a sudden stop of major contracts with clients (Extract 5), changes in client demands (Extract 4), or an abrupt reduction in customers' usual product orders (Extract 3). Most companies reported that organisational response to the crisis was initially delayed, mostly because of the extended belief that the initial lockdowns were preventive, especially by top managers, and the situation could not scale or worsen over time. Although people recognised the possibility of the virus arriving in Colombia, they underestimated its impact on the business network:

If this situation arrives, we thought, it was going to be something temporary that would not surpass one month. [...] This is something that would not affect us [...] that would only last 15 days, so we felt self-assured in the board. [...] In the first lockdown, we thought this is something only for prevention if things get worse. [...] That was happening in China, and it would be difficult to arrive here. [...] We never thought it would have such a major impact (Extract 6).

Crisis phase

During the highest peak of the crisis, each SME used different strategies to face these consequences. The first and most common strategy adopted was wage reduction for some employees, especially high-paid or senior employees, as well as the decision to work from home. Layoffs were more common in SMEs that based their business models on project development rather than product sales. This policy was mostly adopted at the initial crisis stages when sales severely dropped.

The first decision was not to risk the employees; obviously, it was the decree of lockdown, so all had to work from their houses. [...] Then, after a month, [...] we started to feel the economic burden. [...] We adopted the decision to reduce salaries, first, only for top managers, then we were obligated to do it for employees also (Extract 7).

Yes, we had to lay off much of our staff because projects had been stopped, so we told them we had

to let them go. [...] Why would we let them stay if we cannot do anything? (Extract 8).

However, in mid-course, many SMEs adopted alternative strategies and methods to face the crisis: (1) offering new products or services highly in demand during the pandemic, (2) redesigning existing products or services to meet customer demands in the pandemic, and (3) returning or deviating to alternative products and service lines with lower fixed costs or that were initially not strategic for the business. SMEs that adopted the first strategy recognised new business opportunities during the pandemic, while those who adopted the second or third strategy reported these methods were only applied to reduce losses or sustain, at least at minimum levels, current sales.

At that time, we decided to create educational material in the area of biosecurity assessment and health protocols. [...] We used our skills to develop communication and biosecurity material, and that was the way we were able to overcome the first three months. [...] We also started to design webinars with several allies to promote our services on communication and marketing channels [...] that helped us gain new clients (Extract 9).

We started to do business with other customers in the area that required other types of basic products. [...] We conducted commercial printing that is paid much lower, but we had the printing machine there, so we took advantage of it to cover some immediate needs of some businesses that needed stronger publicity (Extract 10).

We had to make the decision almost to stop the business and, in my case, return to the job of consultancy with clients that I had in my past professional career as a way to sustain the administrative costs and taxes of the business, which did not stop (Extract 11).

Repair phase

Most SMEs had limited knowledge of government aid for their sectors. SMEs' most well-known public aid was the public subsidy offered to companies to cover employees' wages (PAEF). However, its use highly varied between SMEs, and, in some cases, it was solicited while in others it was not. In addition, other SMEs reported having trouble receiving the subsidy:

Thank God we have not required any subsidy, but we could need it in the near future. [...] However, some of our clients had told us that Fondo Emprendedor cancelled their debts, so we know that some help exists (Extract 12).

The only subsidy we know is the subsidy to cover wages because we have used it; We really do not know what else is offered to us (Extract 13).

Yes, we know the plans of support on wage payments. (PAEF) [...] We obtained the right to use this aid, and now is the time we have not received it. [...] We are very sceptical, so we feel like we were used to be one more figure in the government's statistics, but the disbursement never happened (Extract 14).

During the interviews, one specific challenge that especially retail-sector SMEs reported during this phase was the difficulty of resetting operations with certain clients and suppliers as the pandemic had reduced client purchasing power and the ability of certain suppliers to offer services consistently since only specific sectors were allowed to function normally during lockdowns:

Yes, some organisations have resumed operations, but with a lot of restrictions, a lot of fear, and much lower budgets than we had dreamed of. [...] The drop in budgets and consumption of our clients are quite clear (Extract 15).

When we started to have more orders again, and companies started to order more things, [...] we had a lot of trouble because our technology providers were closed. Therefore, we had to call them, contact them many times, even go to the warehouses because they said, [...] 'I have the store closed'. [...] We said, 'I need to buy some stuff'. He told me then that 'it has to be quick because of the lockdown, send me a photo or your ID to recognise who will pick up the supplies'. [...] They all had to sell in a rather incognito mode because anything could happen (Extract 16).

Another emergent theme reported, especially by SMEs who negatively perceived the impact of the pandemic, was a feeling of uncertainty. Although they wanted to resume business activities at initial pre-pandemic levels, some feared that the situation would become worse once again, which restrained them from making major investments or returning to operations:

The incertitude continues. The contagion peaks still can be seen in the world. This morning, we saw that France is returning to lockdown and that Italy is facing the same. [...] The hope was the vaccine, but

the process is going terribly slow and not yet started here. [...] Until herd immunity guarantees us to trust that these lockdowns won't occur again, it's absurd to think that we will re-open a store or the office; there is no assurance (Extract 17).

Assessment phase

Most SMEs considered that, apart from positive or negative outcomes of the pandemic, this episode taught key lessons, contributed to organisational learning, and increased agility in decision-making:

It led us to reinvent ourselves, to definitely identify that we could not leave all our eggs in one basket, [...] that we could not live exclusively with the company we were dealing with. That is what we will continue to do, to evolve (Extract 18).

We make decisions more quickly now, before they were a little more, let's say, not delayed but analysed much more our decisions. We looked at the plan. Now we simply review quickly because business goes very fast, and we look at the opportunities, and we bet on them (Extract 19).

However, although the pandemic contributed to re-evaluating most SMEs way of doing business, differences existed in what managers thought would persist over time once the pandemic was over. Most SMEs recognised the importance of utilising and sustaining internet and social media channels, and almost all found work at home as valid, which, in most cases, guaranteed adequate production levels, unlike managers had previously believed:

Definitely, we will continue strengthening ourselves in the digital world. [...] It was the first learning [...] to exploit a number of tools that we had, and we were just kind of curious about, but which now became our work tool (Extract 20).

We are going to keep what has been done so far, especially the teleworking [...] that is a wonderful decision, and this time at home, made us realise that it works, and it works well (Extract 21).

I think that one of the great ideas that will continue for the rest of my life is that there is no need to have a location, there is no need to have an office for you to do the things that you have to do, and, at the end of the day, getting paid for sitting around is going to be revalued a little bit. [...] Just do what you have to do (Extract 22).

Finally, an emergent topic mentioned by most managers was human resources management, an area of continuous organisational learning. Most companies recognised how the pandemic had led to employee dismissal and created new challenges of promoting wellbeing for those still employed. Many employees had to work long hours, and the dividing line between personal and work life became thinner during the pandemic. Therefore, most companies recognised the long-term priority of promoting an adequate working environment that guarantees employee wellbeing:

Working from home invades your time and personal space. [...] Working from home gives you 24/7 availability for both the company and the clients, and that is not good. [...] We are now working much more in creating awareness on area managers to respect the work and life balance of people and suppliers (Extract 23).

Nevertheless, restrictive measures have continued due to the pandemic because vaccination in Colombia has only recently begun, and the country is still far away from herd immunity. Therefore, many interviewees believed that their learning in the assessment phase might change over time as the pandemic and market conditions in Colombia start to change mid-course as the vaccination efforts improve epidemiological conditions. Moreover, many companies will continue to evolve in their assessment of the pandemic, lessons learned, and beliefs as they discover how to react to future crises originating from the pandemic.

Discussion

The results allowed identifying general impact patterns of the COVID-19 crisis on developing-country SMEs to determine how they have managed these events. Generally, most SMEs interviewed followed a reactive approach, according to Houghet al. (2005), because they considered the virus a completely external event, with a low probability of impacting Colombia. Consequently, most short-term strategies were defensive mechanisms to overcome the immediate crisis impacts, such as reducing salaries, forfeiting clients, stopping rent payments, and adapting to government public health regulations, such as the closure or reduction of business operations. Therefore, most SMEs experienced a crisis stage with important

short-term impacts on profits, which is why strategies used during this period were mostly based on a 'do-as-you-go' approach, with first decisions mostly implemented only after the first national lockdown.

Many SMEs only recognised the magnitude of the crisis through its impacts on suppliers, specific clients, and abrupt changes in client demands and industry capital flows. Many SMEs initially started to recognise the possible future consequences of the pandemic through its adverse effects on supply chains, which led some SMEs to be prematurely alert of COVID-19 during the first stages of the pandemic. Similarly, these negative effects discouraged future investments of many SMEs during the recovery and assessment phases of the crisis since most companies considered market conditions still inadequate with supply chains that had not yet recovered from the impact of the lockdowns.

The results are consistent with organisational theories emphasising the role of business networks in leveraging power and acquiring privileged information from events that impact market conditions (Gareth, 2013). Strong business networks not only facilitate the exchange of physical resources (supplies, money, etc.) but also the efficient flow of valuable market information—in this case, the early effects of the pandemic on other businesses. This privileged information may help managers predict future outcomes and respond adequately to existing threats (Borgatti, 2003; Bourletidis, 2013).

Furthermore, many SMEs outperformed other companies during the crisis, mostly because of managers who could leverage business contacts in their networks, such as past clients and large strategic stakeholders (e.g., consultancy projects in Extract 11). These alliances helped some SMEs negotiate new deals to transform and adapt current products and services to the new market demands during the pandemic. Therefore, our results align with previous research on the importance of leadership during crisis episodes (Boiral, 2020).

Unlike other crises, the COVID-19 pandemic impacted almost all supply chains and market agents, limiting certain SMEs in particularly vul-

nerable sectors (such as tourism) from leveraging alternative business models and allies. Consequently, many SMEs may face problems in overcoming this type of crisis since their business networks tend to be small compared to other large firms. Similarly, their competitive position and influence in these networks are usually marginal, limiting their bargaining power and ability to find the most relevant allies in a moment of need (Jurgensen, 2020).

The government's role is key in a nationwide or a public crisis impacting all market agents. The government subsidises some SME operative costs, such as taxes and wages, and due to its privileged position, it may help in connecting different companies, managers, clients, and other strategic market stakeholders. This central position in the business network helps governments encourage alliances and promote collaboration between different economic stakeholders. However, the results showed that most SMEs considered government policies as limited or insufficient, and many SMEs had poor knowledge of public programmes to help SMEs during the crisis. In some cases, SMEs reported bad experiences with subsidies offered by government authorities (Extract 14). Consequently, the role of large business associations and public institutions is key in promoting collaborative work between different private and public institutions. Via business associations, including business sector chairs and public institutions such as SENA in Colombia, this work may facilitate establishing valuable business alliances.

Another key element is SME strategies adopted during the crisis and recovery stages. As previously mentioned, some SMEs sustained their business models, found alternative client niches, and repurposed their products, while others could not take advantage of new opportunities. One common element among successful SMEs was the ability to overcome product blindness or extreme focus on what they were selling, focusing instead on identifying their value propositions and strengths. This shift allowed some to leverage resources to offer products consistent with new market demands and requirements.

For example, some SMEs produced health-protective materials and clothes, or sold high-demand food and personal hygiene products during

the pandemic. Therefore, a change in mentality from what we sell to what we can offer allowed many businesses to repurpose their value propositions, leverage organisational resources, and build new offerings to create additional value from current customer demands. Although most companies acknowledged the importance of having a presence in social marketing channels, some SMEs used these channels exclusively to sell existing products and services that were not necessarily tailored to emerging market needs aroused during the pandemic.

Finally, in most cases, the results showed high levels of organisational resilience, even for SMEs that endured negative outcomes due to the pandemic, consistent with other international studies (Neilson, Humphries, & Ulyssea, 2020). For most SMEs, COVID-19 represented an external market force that promoted organisational change by building a high level of urgency for doing things differently (Kotter, 2012). This finding is consistent with previous studies in which crisis-detonating events usually obligate managers to promote radical or structural changes (Burnes & Cooke, 2013). In most cases, the crisis helped reduce unnecessary bureaucracy and improve the time spent in decision-making.

Similarly, the crisis helped many businesses recognise the importance of human resources, debunking self-sustaining managers' beliefs about how and where work should be done. Nevertheless, organisational change tends to be unstable once initiated, especially if a company does not establish a coalition of change or strategies that guarantee that new changes can be sustained (Nurunnabi, 2020). Therefore, SMEs require the creation of a strategy to face the external threats of COVID-19, along with a plan to promote organisational skill-building with adequate conditions to guarantee the sustainment of change in contexts of high incertitude.

Conclusions

These results identify the critical consequences of the COVID-19 pandemic on SMEs in developing economies. These companies are usually more vulnerable to a crisis than larger firms due to smaller operations, dependence on smaller cus-

tomers niches and markets, and limited financial capabilities. Nevertheless, the pandemic has also promoted a market transformation and organisational learning, fostering a newfound resilience and developing alternative business models to address new market dynamics.

In some organisations, the pandemic has also positively changed how businesses are managed, creating alternative ways of working, developing new marketing channels, improving business productivity, and establishing new products and ideas. Properly managed, the COVID-19 crisis can lead to accelerated organisational transformation, diversification of products and services, and the development of new channels and business models. However, such processes can only occur if companies can overcome and manage the crisis and sustain the positive transformations generated by COVID-19 in the long term.

Today's market reality and public health environment require the support, design, and strengthening of public policies aimed at three main strategic areas: (1) the rescue and support of SMEs in particularly vulnerable sectors, including recovery and reactivation of economic activities, (2) the development of alternative purchasing channels and policies to stimulate customer demand and promote supply chain sustainment, and (3) business support, especially for small- and medium-sized enterprises, to accelerate company adaptation processes to transform according to COVID-19 reality.

Conflict of interest

The authors declare that this research was conducted without any financial or commercial relationship or interest that would constitute a conflict of interest.

References

- Alves JC, Lok TC, Luo Y and Hao W (2020). Crisis management for small business during the COVID-19 outbreak: Survival, resilience, and renewal strategies of firms in Macau.
- Arrúa AA and Ríos DF (2020). COVID-19 y cadena de suministro de alimentos: estatus y perspectivas. *Investigaciones y Estudios-UNA*, 11(2): 43-55.
- Bartik AW, Bertrand M, Cullen Z, Glaeser EL, Luca M and Stanton C (2020). The impact of COVID-19 on small business outcomes and expectations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(30): 17656-17666.
- Boiral O, Brotherton MC, Rivaud L and Guillaumie L (2021). Organizations' Management of the COVID-19 Pandemic: A Scoping Review of Business Articles. *Sustainability* 13(7): 3993.
- Borgatti, SP, and Cross R (2003). A relational view of information seeking and learning in social networks. *Management science* 49(4): 432-445.
- Burnes B and Cooke B (2013). Kurt Lewin's Field Theory: A Review and Re-evaluation. *International journal of management reviews* 15(4): 408-425.
- Herbane B (2013). Exploring crisis management in UK small and medium-sized enterprises. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 21(2): 82-95.
- Hong P, Huang C and Li B (2012). Crisis management for SMEs: insights from a multiple-case study. *International Journal of Business Excellence* 5(5): 535-553.
- Hough MG and Spillan J (2005). Crisis planning: Increasing effectiveness, decreasing discomfort. *Journal of Business & Economics Research* (JBRE) 3(4).
- Jones GR (2013). Organizational theory, design, and change. Boston: Pearson: 31-33.
- Juergensen J, Guimón J, and Narula R (2020). European SMEs amidst the COVID-19 crisis: assessing impact and policy responses. *Journal of Industrial and Business Economic* 47(3): 499-510.
- Kotter JP. (2012). Leading change. *Harvard business press*.
- Kottika E, Özsoymer A, Rydén P, Theodorakis IG, Kaminakis K, Kottikas KG and Stathakopoulos V (2020). We survived this! What managers could learn from SMEs who successfully navigated the Greek economic crisis. *Industrial Marketing Management* 88: 352-365.
- Lee N, Sameen H and Cowling M (2015). Access to finance for innovative SMEs since the financial crisis. *Research policy* 44(2): 370-380.
- Mendoza G (2021). Revisión sistemática de literatura sobre los protocolos de bioseguridad en establecimientos alimenticios en Territorio Colombiano. *Doctoral dissertation*, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Industrial, Barrancabermeja, Colombia.
- Mitroff II, Shrivastava P and Udwadia FE (1987). Effective crisis management. *Academy of Management Perspectives* 1(4): 283-292.
- Mitroff II, Pauchant TC and Shrivastava P (1988). The structure of man-made organizational crises: Conceptual and empirical issues in the development of a general theory of crisis management. *Technological Forecasting and Social Change* 33(2): 83-107.
- Naidoo V (2010). Firm survival through a crisis: The influence of market orientation, marketing innovation and business strategy. *Industrial marketing management* 39(8): 1311-1320.
- Naradda SK, Ekanayake EM, Abeyrathne KN, Prasanna RP, Jayasundara JM and Rajapakshe PS (2020). A Review of Global Challenges and Survival Strategies of Small and Medium Enterprises (SMEs). *Economies* 8(4): 79.
- Neilson C, Humphries JE, Ulyssea G (2020). COVID-19 Encuesta internacional de expectativas pequeñas y medianas empresas. Available at: https://covid19sbs.org/assets/survey_results/Colombia.pdf (accessed October 03, 2020).

- Nurunnabi M (2020). Recovery planning and resilience of SMEs during the COVID-19: experience from Saudi Arabia. *Journal of Accounting & Organizational Change*.
- Omar ARC, Ishak S and Jusoh MA (2020). The impact of Covid-19 Movement Control Order on SMEs' businesses and survival strategies. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space* 16(2).
- Parnell JA (2015). Crisis Management and Strategic Orientation in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) in Peru, Mexico, and the United States. *Journal of Contingencies and Crisis Management* 23(4): 221-233.
- Pearson CM and Clair JA (1998). Reframing crisis management. *Academy of management review* 23(1): 59-76.
- Pedauga L, Sáez F and Delgado-Márquez BL (2021). Macroeconomic lockdown and SMEs: the impact of the COVID-19 pandemic in Spain. *Small Business Economics*: 1-24.
- Perwaiz A (2015). Thailand floods and impact on private sector. *Disaster Management and Private Sectors*: 231-245. Springer, Tokyo.
- Seawright J and Gerring J (2008). Case selection techniques in case study research: A menu of qualitative and quantitative options. *Political research quarterly* 61(2): 294-308.
- Schütze J, Baum H, Ganß M, Ivanova R and Müller E. (2011). Cooperation of SMEs—Empirical evidence after the crisis. *Working Conference on Virtual Enterprises*: 527-534. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Shen H, Fu M, Pan H, Yu Z and Chen Y (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on firm performance. *Emerging Markets Finance and Trade* 56(10): 2213-2230.
- Suarez S (2020). Marketing en tiempos de crisis generado por la COVID-19. *Management Learning* 38(5): 519-538.
- Ulubeyli S, Kazaz A, and Sahin S (2018). Survival of construction SMEs in macroeconomic crises: Innovation-based competitive strategies. *Journal of Engineering, Design and Technology*.
- Vádan P (2018). Crisis Management and Socio-Political Risk in the Hellenistic Age. *The University of Chicago*.
- Vargo J and Seville E (2011). Crisis strategic planning for SMEs: finding the silver lining. *International Journal of production research* 49(18): 5619-5635.
- Varum CA and Rocha VC (2013). Employment and SMEs during crises. *Small Business Economics* 40(1): 9-25.
- Vašíčková V. (2019). Crisis Management Process—A Literature Review and a Conceptual Integration. *Acta Oeconomica Pragensia* 2019(3-4): 61-77.
- Weick KE. (1988). Enacted sensemaking in crisis situations. *Journal of management studies* 25(4): 305-317.

La industria 4.0 en tu casa: Impresión de prototipos de herramientas de punzonado para trabajo en caliente con impresoras de modelado por deposición fundida de bajo coste

Industry 4.0 at Your Home: Prototyping Hot Work Punch Tooling with Low Cost Fused Deposition Modeling Printers

Gil Plazas Andrés Fernando, Villamil Galindo Angi Daniela, Rubiano Buitrago Julián David, Viloria Estrada Alexander y Herrera Quintero Liz Karen

Resumen

La manufactura aditiva enmarcada dentro de la industria 4.0 se ha convertido en una tendencia de fabricación en múltiples áreas esto en vista de su gran facilidad y velocidad en la fabricación de prototipos o piezas funcionales. La manufactura aditiva de metales a bajo costo de producción se ha convertido en uno de los grandes retos de los últimos cinco años a nivel industrial y académico, por tanto, el presente trabajo de investigación muestra la ruta de fabricación en la obtención de componentes metálicos mediante manufactura aditiva basada en extrusión desarrollado por el consorcio SENA-UNAL-IMAL para acero de he-

rramientas H13 con fines de aplicación de trabajo en caliente. Este trabajo de investigación muestra la obtención de materiales compuestos polímero-metal en forma de filamento para ser usados en máquinas convencionales FDM, así como la factibilidad técnica en términos de impresión. Obtenido un filamento polímero-metal se generaron prototipos de punzones para perforación en caliente. Impresos los prototipos se muestra y se explica el proceso por el cual se logró la consolidación 100% metálica mediante los procesos de despolimerización y sinterización en fase sólida y fase líquida y como estos dan como resultado cambios a nivel microestructural y mecánico. Lo anterior en la

Fecha de recibido: 11/08/2021. Fecha de aceptación 20/12/2021

Correo electrónico: aisisae@misena.edu.co, advillamil77@misena.edu.co, judrubianobu@unal.edu.co, alexander.viloria@somosgrupo-a.com, lkherreraq@unal.edu.co

Citar como: Gil, A; Villamil, A; Rubiano, J; Viloria, A; Herrera, L (2021). La industria 4.0 en tu casa: Impresión de prototipos de herramientas de punzonado para trabajo en caliente con impresoras de modelado por deposición fundida de bajo coste. *Revista RETO*, 9.

actualidad hace parte de procesos alternos a los existentes que se enmarcan en la industria 4.0 específicamente en el área de impresión 3D metales.

Palabras clave

Manufactura aditiva, Acero H13, Industria 4.0, Sinterización, Microscopía.

Introducción

El fabricar piezas metálicas por manufactura aditiva también conocida como impresión 3D como proceso alternativo a los ya existentes como la fundición, forja, mecanizado, entre otros se ha convertido en una de las principales líneas de investigación de diversas instituciones académicas, así como por la industria con el ánimo de generar nuevas soluciones que permitan acortar los tiempos de producción, así como hacer uso de procesos de tecnologías limpias tipo “Green Technology” (J. Gonzalez-Gutierrez et al. 2018). La producción de componentes metálicos por manufactura aditiva tomó gran impulso mediante el inventor Carl R. Deckard a través de la tecnología SLM (Selective Laser Melting) patentada en el año 1990, la cual hasta la fecha es una de las tecnologías más ampliamente usada en la obtención de piezas metálicas, no obstante, esta tecnología en Colombia en términos de implementación ha quedado rezagada dado el alto costo que supone su adquisición y operación.

En 1989 S. Scott Crump en compañía de su esposa inventó y patentó la tecnología FDM (Fused Deposition Modeling), principalmente desarrollada para materiales poliméricos, la cual en la actualidad es la más ampliamente conocida y usada en la fabricación de prototipos por ser económica, así como de fácil uso. Basado en la economía que supone la adquisición de una máquina FDM frente a una SLM, en el año 1996 M.K. Agarwala junto con otros investigadores desarrollaron filamentos compuestos polímero-cerámico con potencial uso de ser usado en impresoras FDM tomando como base de conocimiento el proceso de moldeo por inyección de metales – PIM (Powder Injection Molding) desarrollado en la década de 1970 por Raymond Wiech en los Estados Unidos de América, por ser un proceso tipo SDS (Shape-Debind-Sintering) conformado, despolimerizado y sinterizado.

En la actualidad la obtención de piezas, componentes, prototipos, etc., mediante impresión 3D con base la técnica FDM, así como algunas variantes en la misma se denominan Manufactura Aditiva Basada en Extrusión (MABE). La fabricación de piezas metálicas por MABE no solo ha cobrado gran uso por su bajo costo, sino también porque microestructuralmente se ha identificado baja o nula anisotropía en comparación con el proceso SLM y sus variaciones denominados procesos de uso de haces, sin embargo, aún son pocos los estudios comparativos entre las técnicas de haces y las de MABE (Vaezi, Drescher, and Seitz 2020).

Basado en lo anterior la presente investigación buscó generar el conocimiento de base que pueda servir a futuro en la obtención de piezas metálicas y poliméricas mediante MABE. Lo anterior fue posible mediante el estudio en los procesos de mezclado y extrusión de material compuesto polímero-metal en la generación de filamentos que técnicamente tuvieran la capacidad de ser impreso por una máquina de escritorio FDM, se identificó que el tipo de polímero usado en la mezcla polímero-metal juega un rol muy importante en sus propiedades mecánicas afectando considerablemente la factibilidad técnica de ser transportada y depositada de manera controlada por un cabezal de impresión. La temperatura a la cual se hace la deposición de la mezcla compuesta se ve afectada por las temperaturas de trabajo dando como respuesta un cambio en las propiedades físicas y geométricas. Lograr la consolidación de un componente impreso en material compuesto polímero-metal a uno totalmente metálico, es una cadena consecutiva de pasos; donde el control de diversos parámetros de procesamiento es crucial en su obtención, parte de estos parámetros fueron estudiados en la presente investigación para lograr fabricar piezas metálicas por manufactura aditiva.

1. Estado de la técnica

La Manufactura Aditiva (MA) o Additive Manufacturing (AM) consistente en manipular material a escala micrométrica y depositarlo de forma muy precisa para construir un sólido, capa por capa. Aunque novedosas, son muy diversas las tecnologías que permiten fabricar piezas por este principio, lo que supone una nueva revolución in-

dustrial – o llamada actualmente industria 4.0. La fabricación aditiva comprende varios métodos de producción, pero todos empiezan de la misma manera, con un archivo de diseño asistido por computadora CAD (Computer Aided Design). Un software analiza el archivo de CAD y lo corta digitalmente en múltiples secciones transversales o capas, que luego una máquina lee el archivo de coordenadas y recrea el objeto en forma estratificada hasta constituir la pieza deseada (J. Gonzalez-Gutierrez et al. 2018).

En general la fabricación aditiva comprende una serie de etapas en las cuales se involucran herramientas de diseño; análisis, selección y control de calidad de materia prima; fuentes de energía y post-procesado. Es indudable que está tecnología es multidisciplinaria ya que involucra desde la concepción de la pieza a partir del diseño, la optimización de material, el conocimiento metalúrgico y químico del proceso hasta etapas de post-procesado y acabado final.(Cano et al. 2019)

Las tecnologías de manufactura aditiva - MA suponen un giro respecto a los procesos de fabricación de piezas empleadas hasta este momento, ya que se pasa a fabricar por deposición controlada de material, capa a capa, aportando exclusivamente allí donde es necesario, hasta conseguir la geometría final que se persigue, en lugar de arrancar material (mecanizado, troquelado) o conformar con ayuda de utillajes y moldes (fundición, inyección, plegado) (DebRoy et al. 2018).

La manufactura aditiva de metales está desarrollada principalmente en los procesos SLM (Selective Laser Melting o en español Sinterización Selectiva por Láser), DMLS (Direct Metal Laser Sintering o en español Sinterización Directa de Metal por Láser) EBM (Electron Beam Melting o en español Fusión por Haz de Electrones), estas tres técnicas de manufactura aditiva están concebidas dentro de las categorías de fusión sobre cama de polvo o PBF (Powder Bed Fusion) en donde se hacen uso de fuentes de fusión por haz láser o haz de electrones para fundir de manera controlada capas de polvo metálico, (Chniouel 2019).

Otras técnicas de manufactura aditiva categorizadas dentro de DED (Deposición Directa de Energía) como LDMD (Laser Direct Metal Deposition o en español Deposición Directa de Metal por Lá-

ser) o EBM depositan polvo de manera controlada mediante una boquilla que a su vez es fundido de manera inmediata generando una geometría tridimensional, (Chniouel 2019; Jelis et al. 2015; Yamanoglu et al. 2013).

En la actualidad con el ánimo de promover la facilidad de manufacturar componentes metálicos a bajo costo se están generando investigaciones en procesos alternos a los de fusión (Godec et al. 2020; Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2017, 2018, 2019). Estos procesos de manufactura se caracterizan por su facilidad de imprimir componentes metálicos, dado que hacen uso de maquinaria de impresión de bajo costo, como lo son las impresoras de filamento polimérico de tecnología FDM (Fused Deposition Modeling).

En FDM, el material de construcción se suministra en forma de filamento a base de polímero siendo el PLA (Ácido Poli-Láctico) y el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) los más usados, estos filamentos son empujados por engranajes o rodillos hacia una unidad de calentamiento que los funde y que son suministrados de forma controlada por una boquilla (extrusión) hacia una base que tiene la capacidad de moverse en el plano X-Y, esto con el fin de generar una geometría específica. El proceso FDM fue concebido inicialmente para materiales poliméricos, sin embargo, en la actualidad se desarrollan filamentos de materiales compuestos, es decir materiales polímero-metal y polímero-cerámico. Los materiales poliméricos se han constituido en material interesante para la impresión 3D de materiales compuestos porque son un vehículo para dispersión y transporte de materiales pulverizados en la fabricación aditiva, pues debido a su alta viscosidad sustentan las partículas y facilitan el moldeo a determinadas temperaturas.

A diferencia de la práctica empleada cuando se busca el refuerzo de los materiales poliméricos con agregados de partículas sólidas, en porcentajes que rara vez superan 20% en peso, en el área de MABE de componentes metálicos o cerámicos se emplean proporciones de partículas metálicas entre un 50% y 60% en volumen, lo que en peso se traduce en aproximadamente 87% a 93%. Este proceso aunque relativamente nuevo en el área de manufactura aditiva es un derivado del proceso PIM (Powder Injection Molding) (Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2017).

Los filamentos compuestos (polímero-metal o polímero-cerámico) al igual que los filamentos poliméricos deben tener una serie de propiedades específicas dentro de las cuales se destacan: a) ser un material flexible, b) ser rígido, c) estar constituido de un material termoplástico, d) poseer una baja viscosidad, e) tener la capacidad de adherirse fácilmente a una superficie (Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2017). Lo anterior son las propiedades más importantes a tener en cuenta cuando se quiere fabricar un filamento compuesto, lo que supuso un reto para este proyecto de investigación.

Los materiales poliméricos juegan un papel muy importante en el procesamiento de componentes de metal mediante MABE, estos deben proporcionar como se mencionó anteriormente diversas propiedades, razón por la cual un solo polímero no es adecuado para la obtención de los materiales compuestos (polímero-metal).

Con base en lo anterior se decidió generar una mezcla multicomponente de polímeros, un polímero flexible y otro rígido, donde uno de los polímeros que ha venido cobrando gran uso en este campo son los TPE. Los Termoplásticos Elastómeros son materiales que poseen propiedades combinadas de los termoplásticos y de los elastómeros, donde al ser termoplástico permite la posibilidad de ser moldeado mediante temperatura puesto que se funde y así poderle dar diversas formas, así

como que tiene propiedades de los elastómeros donde este tipo de materiales se caracterizan por su alta elasticidad.

Los TPE son materias primas que brindan la propiedad de elasticidad, sin embargo, no poseen una rigidez adecuada, es por ello suelen ser mezclados con otra familia de polímeros como son las poliolefinas, materiales de mayor dureza y gran resistencia a los disolventes (Godec et al. 2020; J. Gonzalez-Gutierrez et al. 2018; Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2018; Christian Kukla et al. 2016, 2019; Christian Kukla, Gonzalez-Gutierrez, et al. 2017; Lengauer, Duretek, Fürst, Schwarz, et al. 2019; Thompson et al. 2019). El realizar una mezcla de dos polímeros tiene varias funciones, la primera es permitir generar un material con propiedades combinadas flexibilidad y rigidez; la segunda es generar un material que luego de ser moldeado por impresión o por otro método se obtiene un componente o parte denominada “en verde”, en donde en el componente en verde se le puede remover tan solo uno de los polímeros mezclados de manera química, esto es beneficioso puesto que al tener una mezcla de polímero A y B con material particulado se genera una la disolución selectiva del polímero A en un disolvente para formar una red porosa abierta, como se muestra de manera esquemática en la Figura 1. (Cano et al. 2019; Christian Kukla et al. 2019; Lengauer, Duretek, Fürst, Schwarz, et al. 2019).

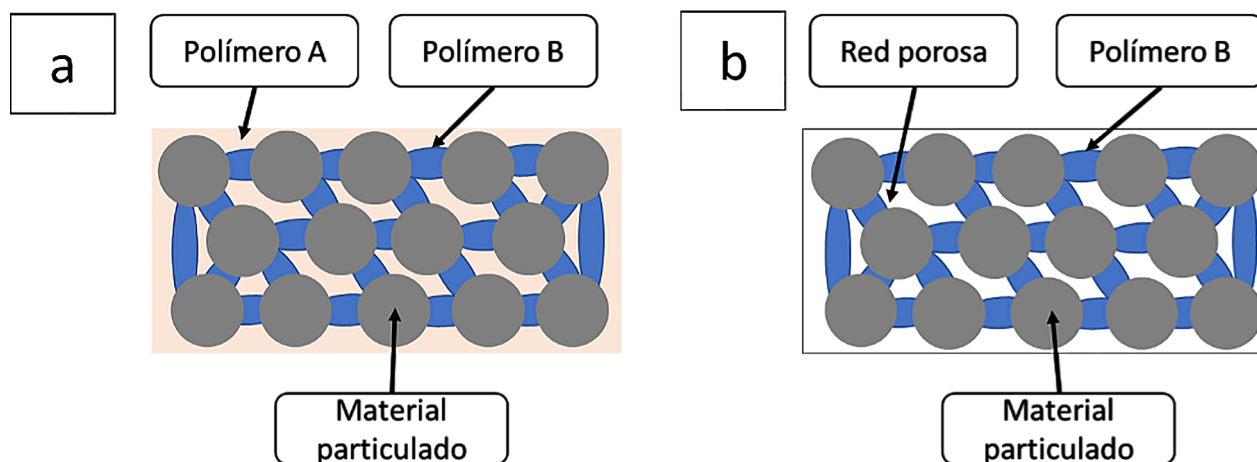


Figura 1. Esquema de interacción de mezcla multi-polimérica

Nota de la figura: a) Mezcla de polímero A y B con presencia de partículas metálicas, b) Polímero A eliminado por acción de un disolvente dejando una red porosa y el polímero B que sustenta las partículas metálicas.

Una vez el polímero A es retirado vía química, el polímero B es capaz de sustentar el material particulado, lo que significa la retención de la geometría. La red porosa creada tiene como objetivo permitir el paso de los gases que se generan producto de la degradación térmica del polímero B dando así paso al proceso de sinterización que será explicado en el capítulo tres (Abel et al. 2019; J. Gonzalez-Gutierrez et al. 2017; Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2019; Christian Kukla, Gonzalez-gutierrez, et al. 2017).

Cuando se hace mezcla de materiales compuestos polímero-metal con dos polímeros, la parte polimérica que se compone del 50% en volumen, es compuesta por un 60% del polímero que flexibiliza (Polímero A) y un 40% del polímero que rigidiza (Polímero B), estos últimos porcentajes dados en peso (C. Kukla et al. 2017; Lengauer, Duretek, Fürst, Gonzalez-Gutierrez, et al. 2019; Thompson et al. 2019).

2. Metodología

2.1. Polvo de partida

Para el presente trabajo se usó un acero de herramientas AISI-SAE H13. Este material es uno de los más ampliamente usados en componentes de herramientas tales como moldes, punzones para trabajo en caliente, entre otros. (Besler et al. 2017).

El polvo de partida de acero H13 fue fabricado por la empresa CHENGDU HUARUI INDUSTRIAL CO., LTD que posee un tamaño de partícula de $-53\mu\text{m} +20\mu\text{m}$ obtenido por atomización con gas nitrógeno. En la Tabla 1 se muestra la composición química del acero H13.

Tabla 1. Composición química de acero H13

C	0,37%
Si	0,96%
Cr	5,28%
Mn	0,39%
Mo	1,29%
V	1,07%
P	0,011%
S	0,004%
Fe	Balance

Se realizó la caracterización morfológica mediante microscopía electrónica de barrido SEM (Scanning Electron Microscopy) en el equipo Phenom XL en donde se generaron capturas a bajos aumentos 500X con el fin de poder identificar con análisis de imágenes la distribución de los polvos. El proceso se realizó mediante binarización de imágenes con el software ImageJ corroborándose la información suministrada por el fabricante.

A un aumento de 5000X se identificaron los detalles morfológicos del polvo. En donde se pudieron identificar partículas llamadas satélites, estas se producen por colisiones o impacto de partículas finas de polvo solidificado o semisolidificado es decir en estado pastoso en las partículas más gruesas fundidas o semifundidas durante varias etapas de solidificación (Chniouel 2019; German, Suri, and Park 2009; Jelis et al. 2015). La presencia de satélites es beneficiosa para procesos de manufactura aditiva, dado que estos ayudan a que las partículas puedan sostenerse con facilidad una con otra cuando están dispersas, esto debido a que generan entre las mismas un efecto cuña. En la Figura 2. se evidencia la formación de satélites en el acero H13, estos se revelan encerrados mediante óvalos de color rojo.

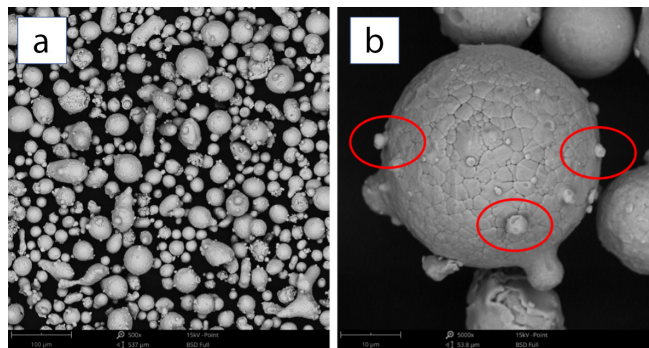


Figura 2

Nota de la figura: Acero H13, a) Imágenes SEM de la morfología del polvo H13, b) Detalle morfológico de un satélite presente en una partícula de polvo.

Que el polvo metálico presente una distribución homogénea de tamaño de partícula es beneficioso para ser usado mediante procesos de manufactura aditiva donde se hace uso de filamentos compuestos de polímero-metal: Kukla et al han demostrado que un cambio en la distribución del tamaño de polvo, es decir la presencia de grandes partículas metálicas sobre pequeñas impide la posibilidad de generar filamentos compuestos, por efecto de un

aumento en la viscosidad en el material, imposibilitando la posibilidad de fluir sobre una boquilla de impresión (Christian Kukla, Gonzalez-Gutierrez, et al. 2017).

2.2. Mezclado

En el mezclado de materiales poliméricos con materiales particulados se utilizan varios diseños de mezcladores de alto cizallamiento para obtener una distribución uniforme del polímero sobre el polvo. Algunos de los equipos usados en el mezclado de materiales compuestos son extrusoras de un solo tornillo, extrusora de doble tornillo, doble leva, doble planetaria, mezclas de cuchillas en Z, etc.

A fin de generar un material compuesto homogéneo el polvo metálico se mezcló con los polímeros en un mezclador de base cilíndrica calentada lateralmente mediante una resistencia eléctrica, donde se alberga el material polimérico y el material particulado que es mezclado por acción de cizallamiento de un émbolo superior que se encuentra conectado a un husillo de un taladro de árbol, Figura 3. Una vez el material es mezclado por cizalladura, un segundo cizallamiento del material es realizado al extraer el material por el espacio existente entre la base y el émbolo.

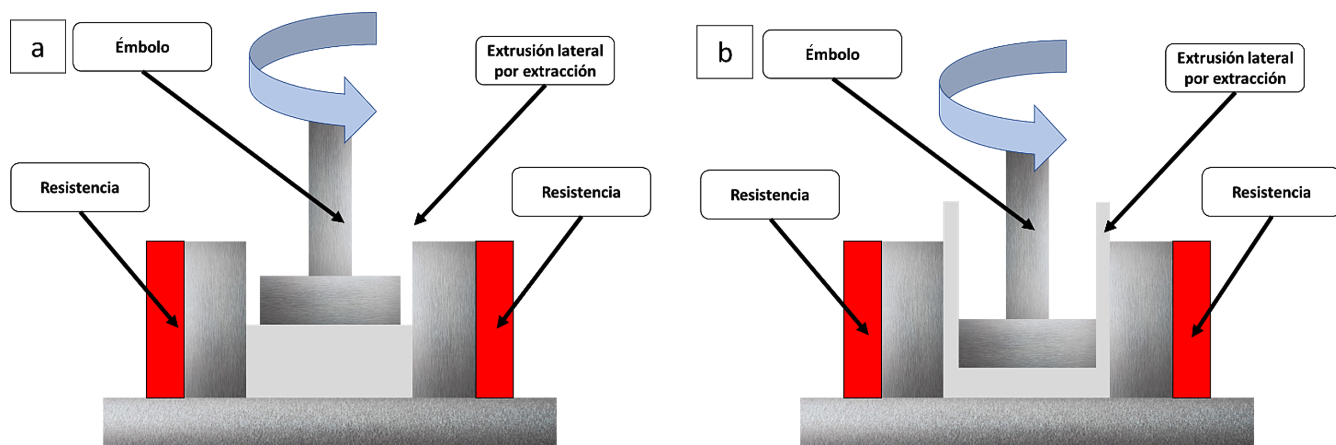


Figura 3. Proceso esquemático de mezclado con el equipo del laboratorio de fundición y pulvimetalurgia

Nota de la figura: a) Mezclado inicial de la mezcla, b) Extracción de material y mezclado por corte de extrusión.

3.3. Extrusión e impresión

Una vez el material es mezclado y solidificado, este es pelletizado. Obtenidos los pellets, estos fueron llevados al equipo de extrusión de marca Filastruder con dado de extrusión de diámetro $1,75 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$.

El equipo de impresión utilizado por el método FDM (Creality Ender 3 Pro) cuenta con una boquilla de 0.8mm de acero inoxidable y resolución de impresión entre 0.1 - 0.4mm en espesor de capa, alcanza velocidades de 22 hasta 180mm/s y el volumen de impresión es de $220 \times 220 \times 250 \text{ mm}$. Las temperaturas máximas en boquilla y en la base son de 240°C y 100°C respectivamente.

El filamento debe tener la capacidad de ser enrollado y desenrollado, el cual es transportado por

un rodillo y un engranaje a una zona de fusión donde constantemente es empujado y llevado a una boquilla de impresión que, de manera, controlada logra crear una geometría mediante un control NC (Numerical Control).

Un filamento usado en el proceso de impresión 3D, tiene dos propiedades básicas: flexibilidad para ser enrollado y rigidez para ser empujado hacia la zona de fusión sin presentar pandeo. La rigidez es importante porque el mismo filamento actúa como un émbolo lo que posibilita un empuje del material fundido por extrusión hacia la boquilla de impresión, Figura 4 (Christian Kukla, Gonzalez-gutierrez, et al. 2017).

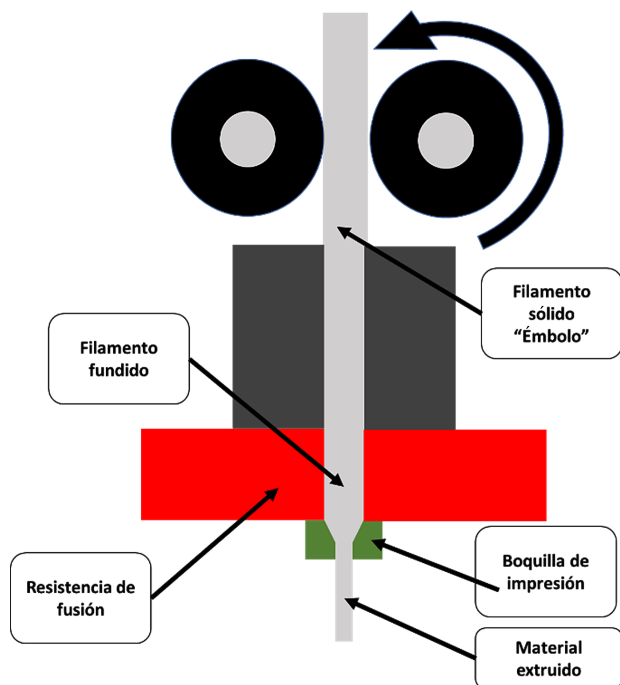


Figura 4. Esquema de un filamento actuando como émbolo.

Fuente: Autor

La obtención de materiales compuestos para procesos de impresión 3D al igual que se usa en los procesos de PIM, es una mezcla polímero-metal, donde el polímero se encuentra entre un 45% – 50% en volumen y el restante entre 55% y 50% en volumen de metal (Godec et al. 2020; Gonzalez-gutierrez et al. 2016; J. Gonzalez-Gutierrez et al. 2017; Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2018, 2019, 2014, 2017; Gonzlez-Gutierrez, Beulke, and Emri 2012; Christian Kukla et al. 2018; Christian Kukla, Gonzalez-gutierrez, et al. 2017; Lengauer, Duretek, Fürst, Gonzalez-Gutierrez, et al. 2019).

3.4. Despolimerizado y sinterización

Las temperaturas de degradación térmica de los polímeros se estudiaron mediante análisis termogravimétrico (TGA) en atmósfera de N₂ con una rampa de calentamiento de 10 °C / min, de 25 °C a 1000 °C (Mettler Toledo, TGA 1, STARe System). La extracción de los polímeros en las muestras impresas se realizó en dos pasos. En primer lugar, se realizó la despolimerización por disolvente utilizando ciclohexano calentado a 60°C y mezclando a 300 rpm durante 24 horas para la remoción del TPE. En segundo lugar, se realizó el despolimerizado térmico considerando la respuesta del PP a

la prueba TGA. las muestras se sinterizaron en un horno de vacío PVT 1700 en atmosfera de hidrogeno y nitrógeno a 1300°C y a 1400°C. Unas muestras se sinterizaron en una condición SS (Solid State) a 1300 °C y las otras muestras se sinterizaron a 1400 °C para formar fase liquida mediante el mecanismo SLPS (Super-Solidus Liquid Phase Sintering) y de esta manera promover una mejor densificación.

3. Resultados y discusión

4.1 Impresión

La adhesión de la primera capa impresa en la cama de impresión es fundamental, ya que sin una adhesión adecuada no se puede construir la pieza final. La adhesión inadecuada da como resultado objetos impresos de mala calidad, debido a desplazamientos, deformaciones o delaminaciones del objeto durante el proceso de impresión (Spoerk et al. 2018). Por tanto, la adherencia entre el material compuesto extruido y la cama de impresión debe ser lo suficientemente alta para mantener el objeto impreso en su lugar durante la impresión (Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2019). Sin embargo, la adherencia tras finalizar el proceso de impresión debe ser baja a fin de poder retirar fácilmente el componente impreso, para de esta manera no dañar el impreso (Rane, Castelli, and Strano 2019; Singh et al. 2020).

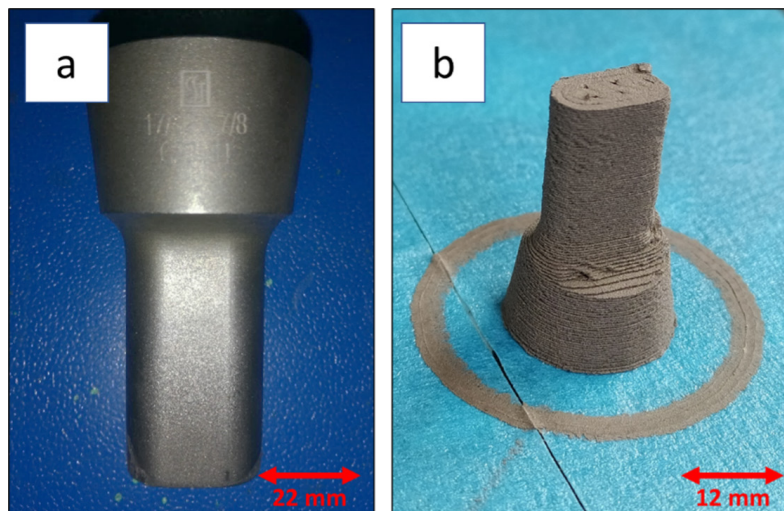
A medida que se enfría el polímero fundido, el volumen del polímero, tanto el volumen libre entre las cadenas macromoleculares como su volumen vibratorio, disminuye, esto da como resultado la contracción del material haciendo que exista un desprendimiento del impreso, (Spoerk, Holzer, and Gonzalez-Gutierrez 2020). Por lo que aumentar la temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea del material (T_g) del filamento conduce a una reducción de la tensión superficial entre la cama de impresión y el material de impresión generando un área de contacto más grande que finalmente causa una mejor adhesión entre la cama y el filamento.(Spoerk et al. 2018).

En función de lo anterior el material compuesto obtenido fue impreso a una temperatura de boquilla de 230°C y a una temperatura de cama de impresión de 100°C, en donde la geometría selec-

cionada fue un prototipo de un punzón de perforación de trabajo en caliente usado en la fabricación de amortiguadores de resorte de ballesta usados en la empresa IMAL S.A. La geometría obtenida una vez impresa se muestra en la Figura 5. Las temperaturas de impresión seleccionadas se obtuvieron con base en los diagramas TGA y DSC del material polimérico mezclado, es decir PP-TPE.

Figura 5. Punzones en acero H13. a) Punzón mecanizado en acero H13. b) Prototipo impreso mediante MABE en acero H13.

Fuente: Autor.



4.2. Despolimerizado

Para poder llevar a cabo la sinterización de acero es necesario eliminar la carga polimérica presente en las piezas obtenidas por manufactura aditiva, al igual que se usa en el proceso PIM. En primer lugar, la pieza es sumergida en un solvente con el fin de retirar el elastómero termoplástico que impartió flexibilidad y por lo tanto permitió que el filamento fuera fácilmente enrollado, esta disolución selectiva genera una red porosa. El polímero remanente (polipropileno) se suele denominar “Backbone” que en castellano sería columna vertebral, está sustenta los polvos y se descompone térmicamente en un horno con atmósfera controlada, en donde gracias a la red porosa generada por la extracción del primer polímero, se facilita la posterior salida de los gases del proceso mediante pirólisis (Banerjee and Joens 2012).

Para el caso de las probetas impresas con el material compuesto (TPE-PP-H13), el polímero TPE fue disuelto con ciclohexano con base en la referencias (Abel et al. 2019; Joamin Gonzalez-Gutierrez et al. 2019; Lengauer, Duretek, Fürst, Schwarz, et al. 2019; Thompson et al. 2019) donde de igual manera hicieron uso de TPE en los filamentos. El control de pérdida de masa del polímero TPE se realizó cada 6 horas, donde se pudo observar que el TPE fue disuelto en su totalidad a 24 horas.

Antes de la sinterización, el aglutinante orgánico “Backbone” debe eliminarse sin generar pérdida de contacto entre las partículas de pol-

vo moldeadas por impresión 3D; este proceso se conoce comúnmente como despolimerizado, que para este caso se realizó mediante despolimerizado térmico. Los polímeros orgánicos deben eliminarse completamente de la “parte verde”, ya que los residuos de carbono pueden influir en el proceso de sinterización y afectar negativamente a la calidad del producto final (Myers and Heaney 2012). El despolimerizado térmico es uno de los pasos más críticos en el proceso de obtención de componentes por manufactura aditiva basada en extrusión, ya que se pueden producir defectos como sopladuras, agrietamiento y ampollamiento. (Gonzalez-Gutierrez, Beulke, and Emri 2012).

Con base en los diagramas obtenidos por TGA se realizó el despolimerizado térmico, en donde el material es calentado lentamente a $0,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ hasta 200°C con un sostenimiento de 60 min, luego es calentando hasta 350°C con una rampa de $0,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ y un sostenimiento de 120 min, para finalizar el proceso el material es calentado hasta 500°C con una rampa de $0,3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ y un sostenimiento de 30 min, el tiempo total del proceso de despolimerizado térmico fue de 23 horas.

La práctica de despolimerizado térmico se realizó de manera lenta para prevenir la aparición de defectos, así como la generación de productos carbonosos que pueden generar alteración de las propiedades físicas y microestructurales en el metal una vez sinterizado. Todo el proceso se rea-

lizó en vacío a fin de generar mayor velocidad de extracción del polímero (Enneti et al. 2012), (Gonzalez-Gutierrez, Beulke, and Emri 2012)

4.3. Sinterización

La sinterización de aceros principalmente se da mediante un tratamiento térmico donde las dos variables de estudio más importantes son el tiempo y la temperatura, siendo la temperatura aquella que logra mayor densificación del material, en función que esta propende la formación una fase líquida que moja las partículas metálicas favoreciendo el proceso de crecimiento de grano y densificación (German, Suri, and Park 2009). La sinterización de aceros se da un proceso de formación parcial de fase líquida que no supera más del 15% en porcentaje en peso, a lo que se le denomina proceso SLPS (Supersolidus Liquid Phase Sintering), esto con el objeto de densificar al máximo y lograr propiedades mecánicas óptimas (German 1986). No obstante, el tiempo de sinterización también es una variable para considerar cuando se sinterizan aceros bien sean de maquinaria o de herramientas, dado que a mayor tiempo de sinterización logra mayor densificación generando propiedades mecánicas altas, si bien sinterizar mediante SLPS es una opción, el sinterizar a bajas temperaturas sin formación de líquido y largos tiempo de proceso puede lograr componentes funcionales para algunas aplicaciones. El sinterizar durante largos tiempos mediante SLPS favorece la distorsión geométrica de las piezas, prototipos, etc., siendo la sinterización en fase sólida una ruta alterna para mantener una tolerancia geométrica puntual (German 1999).

Sin embargo, dependiendo de las propiedades mecánicas deseadas, así como el porcentaje de porosidad deseado se puede sinterizar en estado sólido en donde las partículas metálicas en un estado inicial se encuentran en contacto, a medida que aumenta la temperatura se da la formación de cuellos por efecto del transporte de masa generado por difusión de volumen (VD) que involucra el transporte de átomos de fuentes superficiales por evaporación y condensación (E-C) y difusión de superficie (SD). Si el tiempo de sinterización avanza se da un crecimiento de cuello haciendo que las partículas se acerquen entre sí, promoviendo

la densificación y contracción. Lo anterior se produce gracias al flujo plástico o viscoso (PF) en el que se encuentra el material en donde la difusión se acelera por difusión de límite de grano (GB). Si el proceso continúa durante un tiempo infinito, las partículas deberían terminar como una esfera, en un estado de menor energía (Banerjee and Joens 2012).

Para obtener aceros con un porcentaje de carbono puntual es necesario que la atmósfera de sinterización o el material contenga carbono extra, para que de esta manera el contenido extra de carbono pueda reducir el oxígeno del polvo metálico (Banerjee and Joens 2012). Por lo anterior las piezas impresas y despolimerizadas por solvente químico y térmicamente se colocaron en un recipiente secundario en carbono (grafito) y para evitar que el acero tuviera contacto directo con el mismo se colocó una pequeña capa de alúmina en la base para de esta manera actuará como barrera impidiendo la difusión de carbono al polvo metálico y su contaminación. Aunque los aceros pueden ser sinterizados en atmósferas inertes como nitrógeno o argón, en este caso se seleccionó atmósfera de hidrógeno con el fin de reducir los óxidos presentes en el polvo, si bien sinterizar con atmósfera de hidrógeno ocasiona mayor pérdida de carbono en el acero por efecto de la formación de metano (Banerjee and Joens 2012), el carbono naciente para dar lugar a la formación de este metano proviene de las cajas de grafito que protegen el material impreso, permitiendo a su vez que el acero no se descarburice y de paso a la formación de fase ferrítica.

Con el fin de identificar los cambios microestructurales de los prototipos impresos y sinterizados a diversas temperaturas, dos temperaturas de sinterización fueron trabajadas siendo 1300°C y 1400°C, en donde a 1300°C únicamente fase sólida austenítica en donde el mecanismo por el cual se genera densificación en el material es sinterización en estado sólido a diferencia de cuando se sinteriza con presencia de líquido las difusividades son bajas en comparación con las difusividades líquidas (German, Suri, and Park 2009), en este proceso existe la necesidad de suprimir las superficies libres y de esta manera reducir la energía superficial, propendiendo la formación de enlaces sólidos entre partículas. Conforme se

suprimen las superficies libres, se da paso a la migración de los poros y esto genera densificación y por ende ganancia en las propiedades mecánicas (Banerjee and Joens 2012). A 1400°C En este proceso las partículas metálicas por efecto del aumento de la temperatura forman parcialmente una fase líquida, esta favorece la densificación en el material por efecto de la acomodación de la partícula, esto a su vez genera un crecimiento de partícula y por ende de grano mediante la re-precipitación en la solución. La acomodación de la forma del grano es favorable porque la energía interfacial total se reduce, este fenómeno se ve acelerado porque la reducción de energía de la interfaz Sólido-Líquido (S-L) es mayor en comparación entre las partículas, esta tensión capilar genera un movimiento de centro a centro entre partículas que hace que el material reduzca considerablemente su porosidad (German, Suri, and Park 2009). La selección de los valores de temperatura fueron seleccionados con base en el diagrama de fase del acero H13 (Besler et al. 2017).

4.4. Evaluación microestructural

Finalizado el proceso de sinterización de los prototipos por temperatura, se procedió a ejecutar ensayos de densidad en la balanza Sartorius con kit densidad mediante el método de Arquímedes, encontrándose una densidad promedio de $6,603 \text{ g/cm}^3 \pm 0,051$ para el conjunto de probetas que fueron sinterizadas en fase sólida a 1300°C, alcanzando un 85,19% de la densidad del acero H13. Para el conjunto de probetas que fueron sinterizadas bajo el mecanismo SLPS a 1400°C,

se obtuvo una densidad promedio de $7,393 \text{ g/cm}^3 \pm 0,022$ lográndose un 95,38% de la densidad del acero H13.

Las probetas sinterizadas a 1300°C muestran una porosidad interconectada producto de los cuellos de sinterización generados en estado sólido, estos cuellos son la unión entre las partículas esféricas del material. En la Figura 6a se muestra la sección transversal de una de las probetas sinterizadas en estado sólido, en donde se puede observar que existe una porosidad agrupada de manera lineal y grupal en el plano XY, esta porosidad muestra un patrón continuo y ordenado la cual sigue el patrón de impresión llevado a cabo en la estrategia de impresión realizada. Si bien esta porosidad podría ser disminuida mediante la interposición de líneas de impresión (Qaud 2018), así como poder maximizar la rigidez y resistencia del material, es necesario plantear una base de conocimiento que busque generar mayor compresión en trabajos futuros.

A la temperatura de sinterización de 1400°C Figura 6c el material presenta menor porosidad en comparación con la que fue sinterizada a 1300°C, observándose porosidad aislada producto de falta de coalescencia entre partículas por efecto del ángulo diedro que se forma entre tres partículas esféricas. El porcentaje de porosidad medido mediante tratamiento de imágenes en los materiales sinterizados fue de $19,46\% \pm 0,41$ para la sinterizada a 1300°C y de $1,01\% \pm 0,03$ a 1400°C.

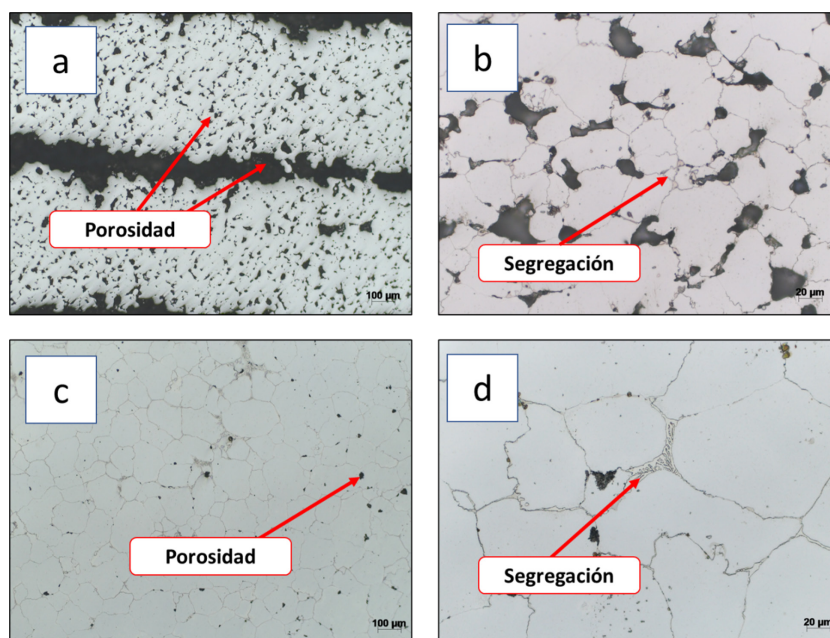


Figura 6. Microestructura obtenida tras sinterización del acero H13. a) Acero H13 sinterizado a 1300°C, b) Detalle microestructural de acero H13 sinterizado a 1300°C, c) Acero H13 sinterizado a 1400°C, d) Detalle microestructural de acero H13 sinterizado a 1400°C.

Fuente: Autor.

Debido a que la distorsión en los componentes sinterizados es mayor cuando se promueve la formación de fase líquida, la mayor parte de los componentes en aceros de maquinaria así como de herramientas tipo H13 son sinterizados en fase o estado sólido, sin embargo, los componentes hechos en estos materiales son obtenidos por MIM donde el porcentaje en volumen de la carga metálica supera el 55% o 60%, obteniéndose menor porosidad en los componentes ya sinterizados, en donde se puede alcanzar hasta un 99% en densificación (Coleman et al. 2011), (Besler et al. 2017).

De igual manera sinterizar en presencia de fase líquida genera una mayor probabilidad de segregación de partículas de segunda fase como carburos, lo cual pudo evidenciarse en las pruebas de sinterización realizadas entre las temperaturas de 1300°C y 1400°C, como se observa en las Figuras 6b y 6d, a su vez de resaltar que se generó un mayor crecimiento de grano en los materiales que fueron sinterizados a 1400°C, siendo de 7-8 para el que fue sinterizado a 1300°C y de 5-6 para el que fue sinterizado a 1400°C, ambos medidos bajo la norma ASTM E112.

Si bien la porosidad obtenida en el material sinterizado a 1400°C es relativamente baja, su distorsión fue alta, por lo que una mayor presencia de carga metálica puede favorecer la densificación en el material, no obstante, es de mencionar que no solo la presencia de una mayor carga metálica promueve una mayor densificación dado que el tiempo al que se sinteriza el material es de igual manera un parámetro de estudio. En la figura 7 se muestra un prototipo de punzón para trabajo en caliente el cual fue sinterizado a 1400°C, mediante el mecanismo SLPS, presentando distorsión en algunas zonas.



Figura 7. Prototipo de punzón para trabajo en caliente, izquierda prototipo impreso mediante MABE, derecha prototipo sinterizado 100% metal.

Fuente: Autor.

En cuanto al comportamiento mecánico de los materiales ya sinterizados se alcanzaron valores de durezas en la matriz de 693 ± 5 HV y en las zonas segregadas de carburos de 797 ± 5 HV, en vista que las segregaciones de carburos son perjudiciales por efecto que generan pérdida de tenacidad, puede pensarse en realizar un tratamiento térmico de solubilización y globalización para que de esta manera se recupere esta propiedad mecánica, así como que por efecto que el enfriamiento generado tras el proceso de sinterización generó precipitación bainítica en los bordes de los prototipos impresos y sinterizados.

4. Conclusiones

Acero de herramientas H13 fue procesado mediante MABE utilizando una máquina FDM lo que nos permitió concluir lo siguiente.

Mediante la ruta de obtención de componentes impresos y sinterizados se mostró la factibilidad técnica en lograr piezas 100% metálicas, haciendo uso de equipamiento de bajo costo como son las impresoras 3D de escritorio las cuales se enmarcan dentro de la industria 4.0.

La sinterización a bajas temperaturas sin formación de líquido y largos tiempos de proceso pueden lograr componentes funcionales para algunas aplicaciones. La sinterización por periodos prolongados mediante SLPS favorece la distorsión geométrica de piezas, prototipos, etc., siendo la sinterización en fase sólida una ruta alternativa para mantener una tolerancia geométrica específica.

Se logró identificar una ruta alterna a los procesos de mecanizado por los cuales los punzones para trabajo en caliente son fabricados y usados por la empresa IMAL. Lo anterior puede ser una oportunidad para la diversificación del mercado lo que puede permitir acortar el recambio de los componentes por efecto de los tiempos de importación en estos componentes, todo lo anterior permitiendo adoptar nuevas metodologías de trabajo que se encuentran dentro de la industria 4.0, no obstante, es necesario seguir realizando más

estudios, así como escalamiento de los prototipos realizados en términos de envergadura y de esta manera poder realizar pruebas reales de punzonado en caliente.

Los resultados encontrados son prometedores y plantean un punto de partida para la fabricación de aceros de herramientas mediante la llamada cuarta revolución industrial (Industria 4.0). Se requieren investigaciones futuras encaminadas en los postprocesos de tratamiento térmico, y acabado superficial de las herramientas obtenidas, así como su prueba en un ambiente real de punzonado en caliente.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen al Laboratorio de Fundición y Pulvimetalurgia de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, y al Centro de Materiales y Ensayos del SENA, Regional Distrito Capital, por el apoyo logístico, técnico, humano y financiero del proyecto. Este trabajo fue financiado con recursos de los proyectos: PROMEMA 4.0 código 8183-SGPS y MABECOM Hermes código 47503.

Referencias

- Abel, Johannes et al. 2019. "Fused Filament Fabrication (FFF) of Metal-Ceramic Components." *Journal of Visualized Experiments* 2019(143): 1–13.
- Banerjee, S., and C. J. Joens. 2012. "Debinding and Sintering of Metal Injection Molding (MIM) Components." *Handbook of Metal Injection Molding (Mim)*: 133–80.
- Besler, Robert et al. 2017. "Effect of Processing Route on the Microstructure and Mechanical Properties of Hot Work Tool Steel." *Materials Research* 20(6): 1518–24.
- Cano, Santiago et al. 2019. "Additive Manufacturing of Zirconia Parts by Fused Filament Fabrication and Solvent Debinding: Selection of Binder Formulation." *Additive Manufacturing* 26(November 2018): 117–28. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.01.001>.
- Chniouel, Aziz. 2019. "Etude de l'élaboration de l'acier Inoxydable 316L Par Fusion Laser Sélective Sur Lit de Poudre : Influence Des Paramètres Du Procédé, Des Caractéristiques de La Poudre, et Des Traitements Thermiques Sur La Microstructure et Les Propriétés Mécaniques." : 145.
- Coleman, Andrew J. et al. 2011. "Effect of Particle Size Distribution on Processing and Properties of Metal Injection Moulded 4140 and 4340." *Advances in Powder Metallurgy and Particulate Materials - 2011, Proceedings of the 2011 International Conference on Powder Metallurgy and Particulate Materials, PowderMet 2011*: 41–412.
- DebRoy, T. et al. 2018. "Additive Manufacturing of Metallic Components – Process, Structure and Properties." *Progress in Materials Science* 92: 112–224.
- Ecker, J. V. et al. 2020. "Additive Manufacturing of Steel and Copper Using Fused Layer Modelling: Material and Process Development." *Powder Metallurgy Progress* 19(2): 63–81.
- Enneti, Ravi K., Seong Jin Park, Randall M. German, and Sundar V. Atre. 2012. "Review: Thermal Debinding Process in Particulate Materials Processing." *Materials and Manufacturing Processes* 27(2): 103–18.
- "FILLER CONTENT AND PROPERTIES OF HIGHLY FILLED FILAMENTS FOR Joamin Gonzalez-Gutierrez, Ivica Duretek and Clemens Holzer, Chair of Polymer Processing, Florian Arbeiter, Chair of Polymer Testing and Material Characterization, Montanuniversitaet." 2017. : 1–4.
- German, Randall M. 1986. "Densification of Prealloyed Tool Steel Powders: Sintering Model." *International journal of powder metallurgy*: 49–61.. 1999. "Computer Model for the Sintering Densification of Injected Molded M2 Tool Steel." *International journal of powder metallurgy*: 57–67.
- German, Randall M., Pavan Suri, and Seong Jin Park. 2009. "Review: Liquid Phase Sintering." *Journal of Materials Science* 44(1): 1–39.
- Godec, Damir, Santiago Cano, Clemens Holzer, and Joamin Gonzalez-Gutierrez. 2020. "Optimization of the 3D Printing Parameters for Tensile Properties of Specimens Produced by Fused Filament Fabrication of 17-4PH Stainless Steel." *Materials* 13(3).
- Gonzalez-Gutierrez, J. et al. 2017. "Shaping, Debinding and Sintering of Steel Components Via Fused Filament Fabrication." *16th International Scientific Conference on Production Engineering - CIM2017* (June). 2018. "3D Printing Conditions Determination for Feedstock Used in Fused Filament Fabrication (FFF) of 17-4PH Stainless Steel Parts." *Metalurgija* 57(1–2): 117–20.
- Gonzalez-gutierrez, J et al. 2016. "Fused Filament Fabrication for Metallic Parts." (April).
- Gonzalez-Gutierrez, Joamin et al. 2017. "Filler Content and Properties of Highly Filled Filaments for Fused Filament Fabrication of Magnets." *Annual Technical Conference - ANTEC, Conference Proceedings 2017-May*: 55–58.
- . 2018. "Additive Manufacturing of Metallic and Ceramic Components by the Material Extrusion of Highly-Filled Polymers: A Review and Future Perspectives." *Materials* 11(5).
- . 2019. "Tensile Properties of Sintered 17-4PH Stainless Steel Fabricated by Material Extrusion Additive Manufacturing." *Materials Letters* 248: 165–68. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024>.
- Gonzalez-Gutierrez, Joamin, Sergio Carrillo De Hert, Bernd Steffen Von Bernstorff, and Igor Emri. 2014. "Prediction of Viscosity of Pim Feedstock Materials with Different Particle Size Distribution." *31st Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, DAS 2014 - Proceedings* (February 2015): 180–81.
- Gonzlez-Gutierrez, Joamn, Gustavo Beulke, and Igor Emri. 2012. "Powder Injection Molding of Metal and Ceramic Parts." *Some Critical Issues for Injection Molding*.

- Jelis, Elias et al. 2015. "Metallurgical and Mechanical Evaluation of 4340 Steel Produced by Direct Metal Laser Sintering." *Jom* 67(3): 582–89.
- Kukla, C. et al. 2017. "The Production of Magnets by FFF-Fused Filament Fabrication." *Proceedings Euro PM 2017: International Powder Metallurgy Congress and Exhibition* (November).
- Kukla, Christian et al. 2016. "Properties for PIM Feedstocks Used in Fused Filament Fabrication." *World PM 2016 Congress and Exhibition* (October).
- Kukla, Christian, Joamin Gonzalez-Gutierrez, et al. 2017. "Effect of Particle Size on the Properties of Highly-Filled Polymers for Fused Filament Fabrication." *AIP Conference Proceedings* 1914(December 2017).
- Kukla, Christian et al. 2019. "Debinding Behaviour of Feedstock for Material Extrusion Additive Manufacturing of Zirconia." *Powder Metallurgy* 62(3): 196–204.
- Kukla, Christian, Ivica Duretek, Joamin Gonzalez-Gutierrez, and Clemens Holzer. 2018. "Rheology of Highly Filled Polymers." *Polymer Rheology*.
- Kukla, Christian, Joamin Gonzalez-gutierrez, Santiago Cano, and Stefan Hampel. 2017. "Fused Filament Fabrication (FFF) of PIM Feedstocks." *Proceedings of VI Congreso Nacional de Pulvimetalurgia y I Congreso Iberoamericano de Pulvimetalurgia* (July).
- Lengauer, Walter, Ivica Duretek, Markus Fürst, Viktoria Schwarz, et al. 2019. "Fabrication and Properties of Extrusion-Based 3D-Printed Hardmetal and Cermet Components." *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials* 82(February): 141–49. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2019.04.011>.
- Lengauer, Walter, Ivica Duretek, Markus Fürst, Joamin Gonzalez-Gutierrez, et al. 2019. "Fused-Filament Printing of Hardmetals and Cermets with Feedstock from RTP Powders." *Euro PM2019 - HM & AM Indirect Methods* (October).
- Myers, N. S., and D. F. Heaney. 2012. "Metal Injection Molding (MIM) of High-Speed Tool Steels." *Handbook of Metal Injection Molding* (Mim): 516–25.
- Qaud, Nadia. 2018. 100 Sulzer Technical Review *Additive Manufacturing Technologies at Sulzer*.
- Rane, Kedarnath, Kevin Castelli, and Matteo Strano. 2019. "Rapid Surface Quality Assessment of Green 3D Printed Metal-Binder Parts." *Journal of Manufacturing Processes* 38(November 2018): 290–97. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.01.032>.
- Singh, Paramjot et al. 2020. "Estimating Powder-Polymer Material Properties Used in Design for Metal Fused Filament Fabrication (DfMF3)." *Jom* 72(1): 485–95. <https://doi.org/10.1007/s11837-019-03920-y>.
- Spoerk, Martin et al. 2018. "Effect of the Printing Bed Temperature on the Adhesion of Parts Produced by Fused Filament Fabrication." *Plastics, Rubber and Composites* 47(1): 17–24.
- Spoerk, Martin, Clemens Holzer, and Joamin Gonzalez-Gutierrez. 2020. "Material Extrusion-Based Additive Manufacturing of Polypropylene: A Review on How to Improve Dimensional Inaccuracy and Warpage." *Journal of Applied Polymer Science* 137(12): 1–16.
- Thompson, Yvonne, Joamin Gonzalez-Gutierrez, Christian Kukla, and Peter Felfer. 2019. "Fused Filament Fabrication, Debinding and Sintering as a Low Cost Additive Manufacturing Method of 316L Stainless Steel." *Additive Manufacturing* 30(May): 100861. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.100861>.
- Vaezi, Mohammad, Philipp Drescher, and Hermann Seitz. 2020. "Beamless Metal Additive Manufacturing." *Materials* 13(4).
- Yamanoglu, Ridvan, William Bradbury, Eugene A. Olevsky, and Randall M. German. 2013. "Sintering and Microstructure Characteristics of 42CrMo4 Steel Processed by Spark Plasma Sintering." *Metals and Materials International* 19(5): 1029–34.

Repercusiones éticas sobre el uso indebido del *deepfake* en el ámbito de las TIC mediante un análisis cualitativo documental

Ethical impact on the misuse of *deepfake* in the field of ICT through qualitative documentary analysis

Maldonado Arcila, Maribel Guisella, Ovalles Pabón, Freddy Oswaldo

Resumen

La presente investigación analiza las repercusiones éticas sobre el uso indebido del *deepfake* en el ámbito de las TIC. A través de un análisis cualitativo de revisión documental de información relacionada con problemáticas de índole ética, en la que se han visto perjudicadas figuras públicas y personas en general. Esto ha generado una preocupación tanto en presente como a futuro, puesto que, gracias a la inteligencia artificial con la que se emplea, cada vez será más fácil realizar vídeos realistas que emulan la realidad y permiten perjudicar y dañar la buena imagen de cualquier persona. Lo cierto es que es necesario recolectar y analizar las fuentes de información que traten el tema del *deepfake* en cuanto a sus principales problemáticas y usos indebidos; puesto que se requiere de la implementación de más normas y leyes que prohíban y regulen tanto el uso como la creación de software, para frenar el daño en el ámbito político, social, legal y religioso. Así, gracias al análisis de

las consecuencias del *deepfake*, se pueden brindar estrategias que pueden servir de guía para crear mejores softwares de detección, y pautas éticas en la comunidad de las TIC.

Palabras clave:

Deepfake, inteligencia artificial, repercusión ética, aprendizaje profundo.

Abstract

This research analyzes the ethical repercussions on the improper use of *deepfake* in the field of ICT through an exhaustive search for information and a qualitative analysis of documentary review of information related to ethical problems that have harmed public figures and victims in general. ,thus evidencing a concern both in the present and in the future since, thanks to the artificial intelligence with which it is used, it will be

Fecha de recibido: 30/09/2021 Fecha de aceptación 20/12/2021

Correo electrónico: mgmaldonadoO@misena.edu.co, fovalles@misena.edu.co

Investigación concluida, Proyecto: Repercusiones éticas sobre el uso indebido del Deepfake en el ámbito de las TIC. Abril 2021 a septiembre 2021. Semillero TESLA, Grupo de Investigación GINDET del Centro CIES SENA Reg. Norte de Santander. Maldonado Arcila, Maribel Guisella, Ovalles Pabón, Freddy Oswaldo.

Citar como: Maldonado, M.G y Ovalles, F.O (2021). Repercusiones éticas sobre el uso indebido del *deepfake* en el ámbito de las TIC mediante un análisis cualitativo documental. *Revista RETO*, 9.

increasingly easier to make realistic videos that emulate reality and allow damaging and damaging the good image of any person, therefore, it is necessary to collect and analyze those sources of information that deal with the subject of *deepfake* in terms of its main problems and improper uses, whose main authors defend the idea that said subject needs more control and later more rules and laws that prohibit and regulate both its use and the creation of software, which would stop damaging in the political, social, legal and religious sphere, thus, thanks to the analysis of the consequences of *deepfake*, strategies can be provided that can serve as a guide to create better screening software and ethical guidelines in the ICT community.

keywords:

Deepfake; Artificial intelligence; Ethical impact; Autonomous Learning.

Introducción

La presente investigación analiza las complejidades que se presentan hoy en día con el uso inadecuado de algunos elementos presentes en las TIC, específicamente, el uso indebido del *deepfake*. Gracias a la inteligencia artificial con la que se realizan, se da el espacio para la reproducción de videos falsos con el fin de entretener, engañar, difamar o chantajear. En tanto que son difíciles de detectar como información *fake* o falsa, este fenómeno audiovisual expone problemáticas éticas que apenas en algunos países se están regulando.

Uno de los principales problemas de un software que esté diseñado para suplantar imágenes, formas y hasta voces, es la gran repercusión ética que se tiene sobre la suplantación de identidad de una persona. Con todo lo cual se puede llegar a afectar la reputación social, posición política y hasta religiosa, además, de afectar, gravemente, la vida personal, económica y social, esto sin contar con que la persona suplantada puede ejercer un rol en el campo político de un país o ser una gran influencia social, con lo que se afectarían ambientes más allá del campo personal. Una de las finalidades del software es distorsionar la imagen pública de figuras reconocidas. Con la ayuda de las múltiples imágenes de referencia que se pueden encontrar, se pueden crear discursos falsos, videos falsos, di-

famaciones, entre otros. Gracias a los algoritmos RGA (Redes Generativas Antagónicas) se trata de minimizar al máximo cualquier falla en cada cuadro de imagen, para que el espectador al ver el video final lo crea y por ende, lo difunda.

Marco teórico

Actualmente, se tienen pocos estudios sobre el *deepfake* y fenómenos tecnológicos relacionados, debido a su reciente nacimiento. Sus principales exponentes tratan este tema como una problemática que requiere más control, tanto de índole ética como legal. La mayoría de estudios se encuentran en inglés, y tratan temas de repercusión social y política, que afectan gravemente a los involucrados si no se logran controlar. Para empezar, el doctor Jacob Bañuelos, en su artículo *Deepfake: la imagen en tiempos de la posverdad*, afirma “[...] los *deepfakes* minan la credibilidad de los documentos audiovisuales, principalmente videos, como medios de información o certificación de hechos, poniendo en entredicho su veracidad o generando riesgos de desinformación, difamación o chantaje” (2020). Así las cosas, se puede ver que existe una preocupación frente al ámbito ético y legal, en el que la credibilidad de los videos está cada vez más en entredicho.

Los autores Thanh Thi Nguyen, Cuong M. Nguyen, Dung Tien Nguyen, Duc Thanh Nguyen, Saeid Nahavandi, en su artículo “*Deep Learning for Deepfakes Creation and Detection*”, brindan bases para la comprensión de cómo detectar *deepfakes* y la importancia de esta actividad para saber qué de lo que consumimos es real y qué no, para evitar así, tensiones políticas o sociales. A través de su estudio se muestra que esta tecnología no sólo sirve para la suplantación de identidades, sino también, para la modificación de mapas o terrenos, con lo cual se pueden perjudicar gravemente misiones militares.

“Los *deepfakes* [...] podrían causar angustia y efectos negativos a los destinatarios, aumentar la desinformación y el discurso de odio, e incluso podrían estimular la tensión política, inflamar al público, la violencia o la guerra. Esto es especialmente crítico hoy en día, ya que las tecnologías para crear *deepfakes* son cada vez más accesibles y las plataformas de redes so-

ciales pueden difundir esos contenidos falsos rápidamente”. (2020)

Frente a los temas que abarcan la alfabetización moral o ética sobre el mal uso de los *deepfakes*, los autores, Víctor Cerdán, María Luisa García y Graciela Padilla, en su artículo “*Alfabetización moral digital para la detección de deepfakes y fakes audiovisuales*”, muestran la importancia de generar una cultura ética frente al fenómeno, así como la problemática de no tener una frente al uso indebido de dichos videos. Estos autores afirman que estos videos tan realistas pueden ser, como lo mencionan, armas de acoso o incitadores de conflicto social. En caso de no contar con un software adecuado para la detección de estos, es necesario lo que ellos denominan como la alfabetización moral ciudadana, basándose en el propio humano, este, “como máquina compleja e inteligente que es [...] puede divisar las pruebas de lo falso. La inteligencia humana, por ahora, se erige como más útil y rápida que la inteligencia artificial, mientras no haya software libre que ayude” (2020).

Los autores, Marissa Koopman, Andrea Macarulla Rodríguez, Zeno Geradts, en su artículo, *Detection of Deepfake Video Manipulation*, brindan una mirada sobre la gran consecuencia que tiene la manipulación de videos reales y suplantación de identidades, en el que algunas veces, los videos *fake* se usan en salas de audiencia y en investigaciones de tipo policial, lo cual perjudica a víctimas con evidencias falsas en su contra.

Las pruebas fotográficas y de video se utilizan comúnmente en la sala de espera y en las investigaciones policiales, se consideran tipos de pruebas fiables. Sin embargo, con los avances en las técnicas de edición de video, la evidencia de video se está volviendo potencialmente poco confiable. Es probable que, en un futuro próximo, se requiera que las pruebas de video se examinen en busca de rastros de manipulación antes de que se consideren admisibles ante los tribunales. (Koopman, Macarulla, Geradts, 2018)

Para entender cómo funciona el *deepfake*, es necesario entender cómo funciona un video, este consiste en “la tecnología de captación, grabación, procesamiento, almacenamiento, transmisión y reconstrucción por medios electrónicos digitales o analógicos de una secuencia de imágenes que

representan escenas en movimiento” (Sorrivas, 2015), por lo que en el *deepfake*, se puede realizar un montaje o reemplazo de un objeto en específico en cada una de las secuencias de esas imágenes, para reemplazarlas por aquello que se quiere que el público observe como real, por ejemplo, como se menciona anteriormente, los videos *fake* en situaciones legales.

Según, Koopman, Macarulla, Geradts, Cerdán y Padilla (2018), el *Deepfake* permite reemplazar el rostro de cualquier persona en un video con la cara de otra, con las condiciones de que se disponga de suficientes imágenes de ambas, ya que, al existir diversos ángulos, se puede reemplazar ese rostro con mayor facilidad, entre más información fotográfica se tenga de una persona, más realista será el resultado del video.

Para una sola persona, este trabajo sería un proceso largo y tedioso, si se realizara manualmente, se tendría que hacer básicamente un montaje de imagen sobre imagen, editando cada cuadro del video. No obstante, actualmente, se cuenta con la tecnología de inteligencia artificial, con la cual se pueden realizar procesos mucho más ágiles y precisos. Así, en el ámbito del *deepfake*, se tienen en cuenta las denominadas GAN o RGA, que hacen posible su realismo y exactitud.

“Las GAN consisten en dos modelos [...] el generador y el discriminador, entrenados simultáneamente para desafiarse uno al otro [...]. Por un lado, el generador es entrenado para generar datos falsos lo más parecidos posibles a los ejemplos reales [...] Por otro lado, el discriminador es entrenado para ser capaz de discernir los datos falsos producidos por el generador de aquellos que corresponden al conjunto de entrenamiento [...]. Sucesivamente, los dos modelos tratan continuamente de superarse” (Calcagni, 2020)

Gracias a esta tecnología es posible crear videos que sean totalmente creíbles ante el público que consuma el producto final, sea con fines humorísticos, comerciales, fraudulentos, entre otros. En muchas ocasiones, difíciles de discernir o categorizar como *fake*. Ocaña-Fernandez. y, Valenzuela-Fernández, L. y Garro-Aburto, L, comentan que la inteligencia artificial, “es parte de las ciencias de la computación que se ocupa del diseño de sistemas inteligentes, esto es sistemas que exhiben

características que asociamos con la inteligencia en las conductas humanas” (2019), así, se entiende que se emula el comportamiento o pensamiento humano.

Al contar con una tecnología que puede ser más precisa que un trabajo realizado de forma manual, se tiene como inconveniente el hecho de hacer creer a cualquier persona que algo es real, cuando se presente ante los medios de comunicación, es por ello que la ética juega un papel importante a la hora de realizar *deepfake*, ya que se presentan situaciones como la difamación, uso no autorizado de imágenes, derechos de autor, engaño al público y alteración de videos en asuntos legales, violando así, los derechos de las personas involucradas, tanto de quienes reciben información falsa, como del actor cuya imagen se ve alterada.

Metodología

Al analizar las principales repercusiones éticas del *deepfake*, se implementa un tipo de investigación exploratoria, ya que es un tema que está tomando un auge en la comunidad tecnológica de habla hispana, se tienen entre sus principales exponentes autores mayormente de habla inglesa,

por lo que se recolectan y analizan aquellas fuentes de información que traten el tema del *deepfake* en cuanto a sus principales problemáticas y usos indebidos.

Así mismo, se tiene en cuenta información documental que evidencie el éxito de los mecanismos y software para combatir prácticas incorrectas e ilegales en la comunidad del ámbito tecnológico respecto al *deepfake*. Por lo tanto, el enfoque de investigación es cualitativo, con un tipo de investigación exploratoria de tipo documental, con una técnica de recolección y análisis de información, sean documentos, artículos, tesis, libros, reflexiones, ensayos, capítulos de libro, entre otros, evidenciando los resultados en una serie de mapas conceptuales, con los cuales se demuestra el desarrollo de los siguientes objetivos: identificar la información existente sobre el *deepfake* con base en el estado del arte. Seguido de ello, contratar los principales usos del *deepfake* a través de un análisis cualitativo. Luego, describir las actividades realizadas con el uso incorrecto de tecnologías audiovisuales y materiales producto de inteligencia artificial que se han usado para difamar y engañar. Y, por último, orientar sobre el uso de diverso software para la detección del *deepfake*.

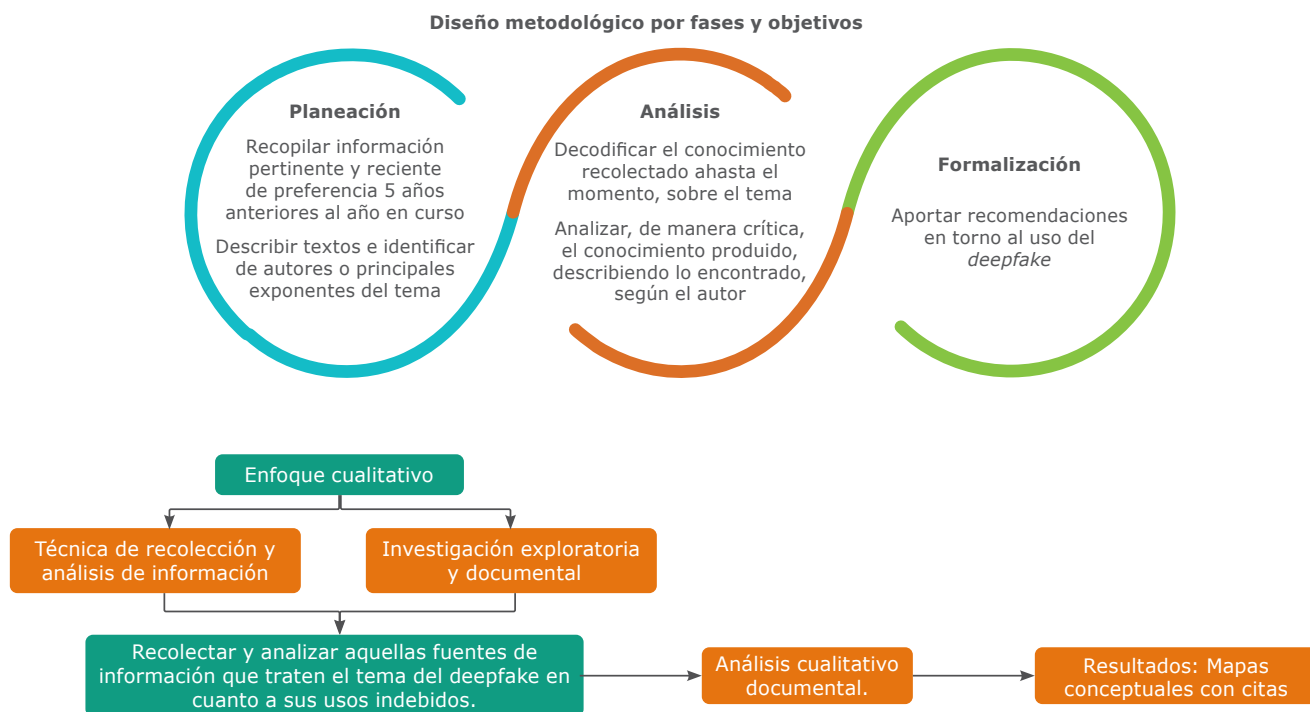


Figura 1. Metodología y Diseño Metodológico

Resultados

M. Westerlund, en su artículo de “The Emergence of *Deepfake* Technology: A Review”, presenta una breve explicación del concepto, en el que la palabra engloba los conceptos de “deeplearning” y el concepto “fake”, creando así la palabra *deepfake*, ya que este proceso “implica introducir imágenes de dos personas en un algoritmo de aprendizaje profundo para entrenarlas para intercambiar caras (...) usan tecnología de mapeo facial e inteligencia artificial” (Westerlund, 2019). Así, el *deepfake* está creado con software de alta calidad; distinto del denominado *cheapfakes*. Este último, creado como falsificaciones baratas, ya que su resultado es menos eficiente, creíble y con más imperfecciones, dando como resultado videos de baja calidad.

Para entender cómo funciona el *deepfake*, hay que entender que esta tecnología funciona como funciona un cerebro humano. Es decir, se hace uso de redes neuronales para actividades automáticas, como el reconocimiento de un rostro o de fallos en la lógica, esto se hace a través del aprendizaje continuo y la experiencia del día a día, así, “el principal ingrediente tecnológico en la creación de *deepfakes* es el aprendizaje profundo, una técnica de aprendizaje automático de IA que se puede utilizar para entrenar redes neuronales profundas” (Westerlund, 2019). Así, el software reconocería el rostro de una persona humana en específico, por lo que “[...] esta tecnología se basa en algoritmos sofisticados en los que una IA genera imágenes de personas y una segunda IA adivina si las imágenes son reales o falsas. De esta manera, las IA mejoran cada vez más en lo que están haciendo” (Gonzalez, 2020)

Por ejemplo, este procedimiento funciona como si se tratase de retratar un rostro humano, si se quiere dibujar el rostro de alguien, primero, el dibujante observaría una serie de diversas fotografías existentes, ángulos, expresiones, etc., con el fin de recolectar información para ilustrarlo, El *deepfake* recoge múltiples imágenes y se le entrena al software para reconocer características del rostro, para que, posteriormente, este pueda recrear imágenes únicas, “este proceso de reconocer primero un número comparativamente pequeño de características faciales en la entrada y, a partir de ahí, generar caras de aspecto real, como salida se logra en tres subpartes de codificadores automá-

ticos: un codificador, un espacio latente y un decodificador” (Kietzmann, J., Lee, L. McCarthy, I. & Kietzmann, T, 2019)

De acuerdo con lo anterior, dentro de este ámbito se pueden diferenciar dos tipos de categorías, el primero es el *deepface* y el segundo, el *deepvoice*. El primero, ya explicado anteriormente como aquel en el que se superpone un rostro sobre otro para falsificar sus gestos, y el segundo, “*deepvoice*: en este otro caso se trataría de unir frases y palabras sueltas utilizadas por una persona para crear un discurso. Incluso, es capaz de clonar la voz original a partir de estos fragmentos” (OSI, 2020) ambos, en la mayoría de los casos, van de la mano, ya que permite así, que haya más similitud con la realidad, por lo tanto, un resultado más creíble para el espectador.

Teniendo en cuenta cómo funciona el *deepfake*, se tiene en cuenta una de las principales problemáticas existentes en este ámbito y es la tendencia a usarse para la desinformación, donde la desinformación abarca no sólo el ámbito del entretenimiento, sino también, el ámbito militar y de seguridad en general. Debido a ello, existen métodos para la detección y explicación de los mismos, ya que entre más avancen las técnicas para la creación de *deepfake*, más tendrán que avanzar los métodos para combatirlo, “hay una guerra fría entre los métodos de detección y generación de *Deepfake*. Como hay mejoras en uno, provoca desafíos para el otro.” (Masood, M. Nawaz, K. Mahmood, A. Javed, A. & Irtaza, 2021) esto permite, que cada vez haya mayores indicios sobre cómo contener la creación de videos falsos y brindar en la comunidad de las TIC avances en cuanto al uso de software.

El autor Barbas, D. abarca la información desde la preocupación sobre la generación de noticias falsas gracias a la alteración de lo que vemos como real y de calidad, ya que, gracias a los rápidos avances tecnológicos, la población tiene, cada vez más, acceso y facilidad de aprender sobre el uso de software para alterar información. “El uso incorrecto de estas tecnologías permite la creación de perfiles falsos, saltarse mecanismos de reconocimiento facial o comprometer a individuos haciéndoles aparecer en actos en los que no han formado parte” (Barbas, 2020), y si cada vez es más sencillo crearlo o aprenderlo, más inconvenientes con el *deepfake* habrán.

A continuación, en la Figura 2, se resumen, de manera conceptual, los resultados del primer objetivo de esta investigación, basado en identificar la

información existente sobre el *deepfake* con base en el estado del arte, así, se tienen en cuenta los autores anteriormente mencionados para su desarrollo.

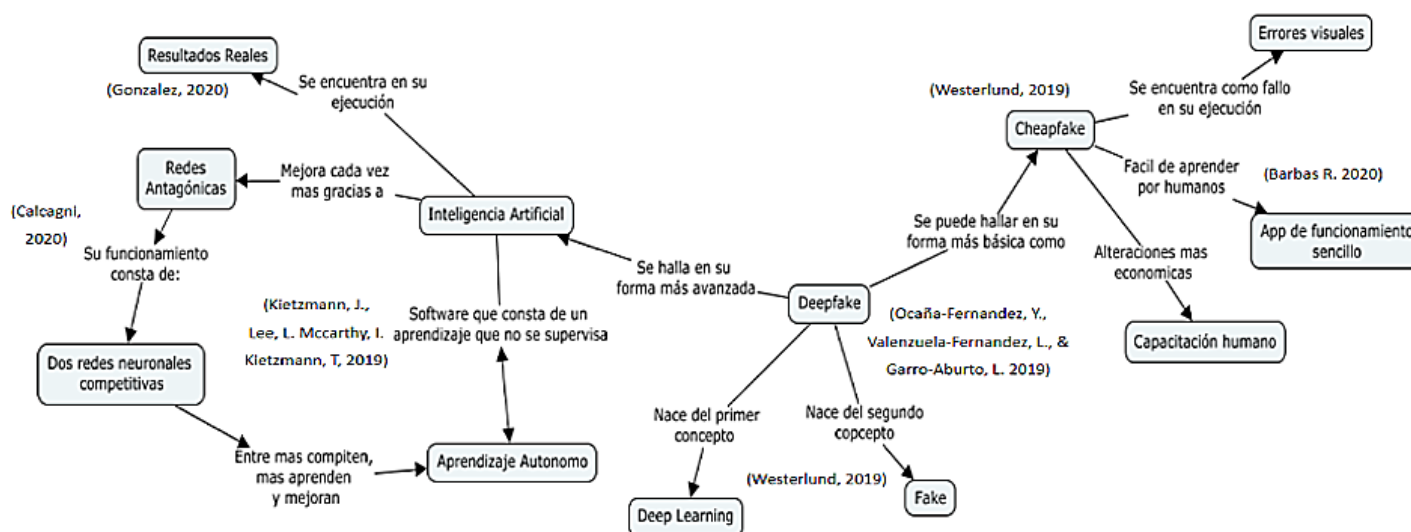


Figura 2. Información existente sobre el *deepfake* con base en el estado del arte

En el artículo de Government Accountability Office (2020), se expone que el *deepfake* es un video que ha sido manipulado con inteligencia artificial, reemplazando completamente un rostro y hasta las expresiones del mismo, exponiendo que estos representan básicamente lo que un usuario ve en un video *fake*, como hacer parecer ver algo que nunca se hizo y escuchar algo que nunca se dijo, lo cual permite que se puedan realizar los siguientes usos: dentro del entretenimiento, en el comercio electrónico y en la comunicación. Por ejemplo, se puede reemplazar a un actor cuando este no está disponible o no hay elementos suficientes en la escena de grabación, también se puede hacer publicidad con una celebridad fallecida de la cual se tengan suficientes imágenes, o bien, hacer una manipulación facial para que parezca que una persona está hablando otro idioma o diciendo algo diferente a lo que en realidad está expresando.

El *deepfake* se ha usado en diversos ámbitos, estos han evolucionado acorde con su usabilidad y complejidad. Según el Centro Belfer de Ciencias y Asuntos Internacionales (2020) estas son algunas aplicaciones más populares del *deepfake*: sátira política y social, imágenes publicitarias, reconstrucción de voz, desinformación política, pornografía,

chantaje y extorsión, entretenimiento amateur, fraude financiero y ciberdelincuencia. De ahí que, “los *deepfakes* se han utilizado para difundir desinformación y desinformación sobre funcionarios públicos y cuestiones políticas, alterar sin consentimiento el contenido pornográfico y desarrollar entretenimiento amateur en aplicaciones de redes sociales” (Centro Belfer de Ciencias y Asuntos Internacionales, 2020). Teniendo en cuenta lo anterior, la información será cada vez más difícil de distinguir; si se observa un video de humor de un personaje importante, así se vea real, se podría discernir de lo falso a lo real por su contenido, pero si se ve al mismo sujeto realizando actos ilícitos y es catalogado como real, la percepción de lo real o ficticio puede variar y colocarse en duda, sólo se podría confiar, en este caso, de la fuente de información.

La autora Andrea Hauser (2018) brinda una perspectiva más amplia en cuanto a los diversos tipos de aplicaciones que se utilizan, más allá de mencionar los campos en que esta tecnología es usada, brinda un claro ejemplo de que el *deepfake* no se limita solo al intercambio de caras, sino que cualquier cosa, integrada en el video, puede ser reemplazada, fácilmente, por cualquier elemento que se desee integrar si cumple con característi-

cas similares. Esto puede ser de gran ayuda en el campo del entretenimiento, pero una gran desventaja en otros campos de índole social o de seguridad, pues alterar no solo a una persona sino el escenario donde se encuentra, dificulta el discernir la realidad y puede complicar una evidencia en un caso criminal, por ejemplo.

Dentro de los campos en los que la tecnología del *Deepfake* puede ser usada para que causen impactos positivos en la sociedad, además del estudio del comportamiento de la inteligencia artificial, son algunos ámbitos que mencionan en AE-COC como: la protección de identidad, que gracias a la IA, se limita la identificación de entrevistados en casos como los que se han presentado en Rusia con la comunidad LGBTQ, también, el ahorro de costos económicos en videos de publicidad y videojuegos, reemplazo de personas como en los

videos de entrenamiento y deporte, cambiar diálogos y escenarios en escenas de películas para evitar nuevas grabaciones y, por último, aplicaciones que aún se están desarrollando como “en la medicina, donde la tecnología generativa ya se está utilizando para crear escáneres cerebrales «falsos» basados en datos reales de pacientes. Estos escaneos falsos se utilizan para entrenar algoritmos para detectar tumores en imágenes reales” (AECOC, 2020)

De acuerdo con lo anterior, se presenta un resumen de lo previamente mencionado, esta Figura 3, corresponde al segundo objetivo de esta investigación, el cual consiste en contrastar los principales usos del *deepfake* a través de un análisis cualitativo, por lo que se presenta de forma concisa los usos de esta tecnología sean positivos o negativos.

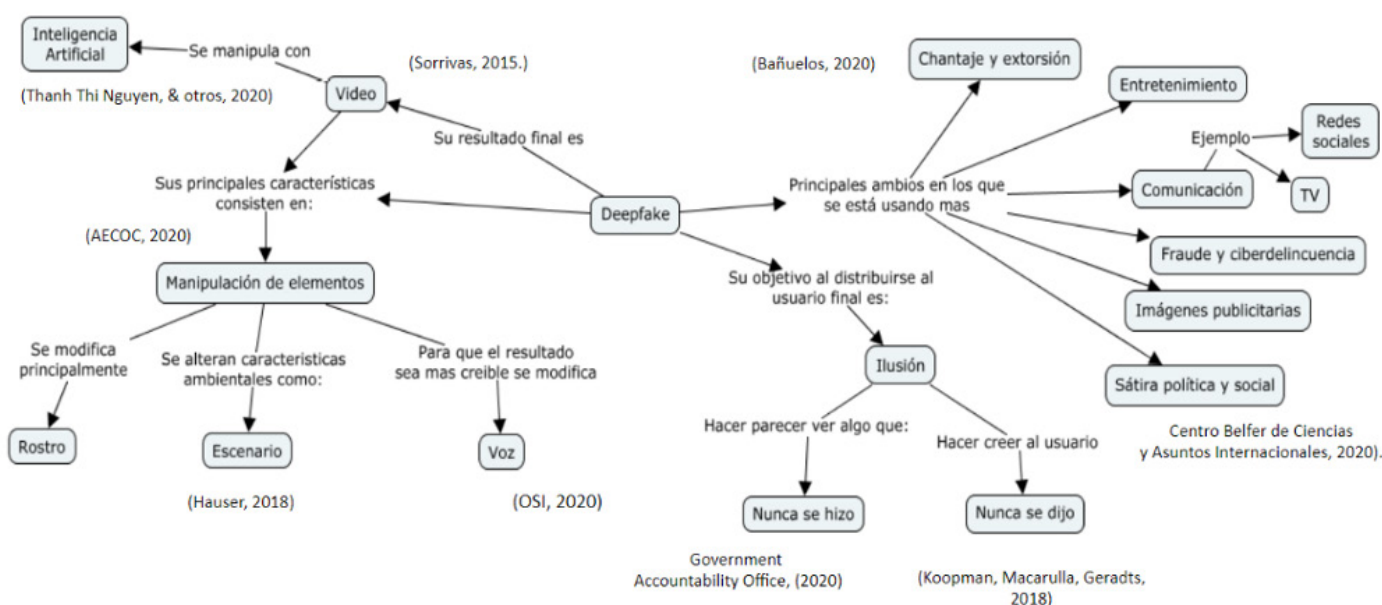


Figura 3. Contraste de los principales usos del *deepfake* a través de un análisis cualitativa
Fuente. Elaboración propia

La autora Samantha Cole brinda una mirada a uno de los graves problemas que puede enfrentar cualquier persona inocente que es víctima de alguna venganza, como sería el caso de una app creada para crear la imagen de una mujer desnuda, esta app, DeepNude toma como base la foto de la víctima y la anexa a otras fotos de mujeres desnudas tomadas de internet, creando así el resultado e ilusión de que ese cuerpo le pertenece a

la víctima. Al respecto, la autora comenta que “la mayoría de casos, los *deepfakes* han sido utilizados como un arma contra las mujeres y sin su consentimiento, y gran parte de los titulares y el miedo político que tienen se centran en el potencial de las noticias falsas”. (Cole, 2019).

Cada día y gracias a los avances tecnológicos salen más noticias falsas que, dependiendo de cómo las vea el público, se tornan creíbles, actua-

les y verídicas, cada día al usuario de Internet se le aborda con gran cantidad de noticias que, puede que no filtre a razón de buscar de lo que observó qué es real y qué es falso, “a más cantidad de información no garantiza la calidad de esta. Por tal razón, promover acciones de alfabetización digital siempre es una idea pertinente, vigente, y socialmente responsable” (Amorós, 2018), si se capacita digitalmente, menos incrédulos de noticias falsas se hallarán difundiendo y haciendo virales más *fake news* o videos *deepfake* que afecten la vida de alguna persona o cree un malestar en la comunidad, así, “con la aparición de las redes sociales, el ecosistema comunicativo ha cambiado [...] ya no es una responsabilidad de los medios, como en el siglo XX. Ahora muchas mentiras se mueven por Internet con el peligro de que otros las copien”. (Alsina, Cerqueira, 2019).

Así, el ámbito ético recae sobre el usuario que, crea o difunde la información que se comparte en la internet, sea como en los casos anteriormente mencionados, creaciones de fotos desnudas de mujeres inocentes, al intercambiar sus rostros con el cuerpo de otras mujeres, o sea la difusión de noticias falsas gracias a que algunos creen en los *deepfake* como algo verídico y contribuyan a su difusión, la gran preocupación es que gracias a “las redes sociales y las noticias digitales ha aumentado la responsabilidad ética de la gente que opera en este campo, especialmente, teniendo en cuenta el alcance global y el poderoso impacto de estos nuevos tipos de medios de comunicación” (UNODC, 2019). Antes, la responsabilidad recaía netamente en los medios de comunicación, ahora, es deber del internauta no difundir o recrear la noticia, es una responsabilidad y deber ético, no contribuir con la afectación de la difamación de hechos o personajes a través de sus propias redes sociales.

Para distanciar al usuario de difundir noticias o videos falsos, La Federación Internacional de Periodistas (2018) brinda una serie de pautas que el internauta puede seguir para no caer en la difusión de las mismas, como lo son, el analizar la sección “Acerca de” o “About” del sitio, ya que en este, se incluyen datos que se podrían verificar, así como del autor de la noticia, también, revisar los links y las citas, ya que estas son el respaldo o fuentes de la noticia, y si estos redirigen a otros sitios, proba-

blemente la noticia sea *fake*, por último, también se recomienda realizar una búsqueda inversa de imágenes, con el fin de desestimar una información que no sea real y cuyas imágenes sean copias de otros artículos. Estas pautas son necesarias ya que “las personas son los principales culpables de la propagación de las noticias falsas, ya que difunden un mayor número de bulos que los bots” (Servimedia, 2018).

Una de las soluciones parciales que pueden existir hoy día frente a la difusión de información falsa y videos que atenten contra la dignidad de las personas en las redes sociales, son estas mismas, al respecto, “para detener la propagación de videos falsos, Facebook, Google y Twitter tendrían que demostrar que pueden cumplir sus recientes promesas de vigilar sus plataformas” (Pierson, 2018), así, aunque la ética de la persona no frene la propagación de algún video que esté perjudicando a una víctima, la misma red social se encargará de poner un alto a su difusión, siempre y cuando, esta cumpla con su deber de regular las publicaciones. Así, García, plantea un ejemplo de Facebook, una de las redes sociales más populares en Occidente, en cuanto a qué regulan respecto al *Deepfake*, cumpliendo, dentro de sus políticas eliminar contenido del *Deepfake* siempre y cuando cumpla con los criterios de: “ha sido editado (...) de una manera que no quede claro para una persona promedio y que probablemente sirvan para engañarle (...), si es producto de una inteligencia artificial (...) para que parezca que es auténtico.” (García, 2020) aunque hay una excepción no sólo en esta red social, sino en la mayoría, y es permitir y no borrar aquel contenido que sea de naturaleza humorística o bien, se resume el video sin cambiar su mensaje final. Aún con estos criterios, se usan por el momento, verificadores humanos, para descartar contenido que no cumpla las normativas de la red social, “si uno de estos verificadores califica una foto o video como falso o potencialmente falso, se reducirá significativamente su distribución en el news feed, o será rechazado si se trata de un anuncio” (Galeano, 2020) lo cual propicia que menos usuarios observen contenido falso además de impedir su viralización.

Pese a que algunas redes sociales se esmeran en regular su contenido, algunas páginas no consideran de este, un problema, un ejemplo de ello

son las páginas de contenido pornográfico, que, gracias a los *Deepfake*, cuentan con más videos y usuarios que esperan ver a sus celebridades favoritas en videos o imágenes que esta nunca ha creado.

“Hasta julio de 2019 había menos de 15.000 *deepfakes* circulando por la web. Un año después, la cifra creció a casi 50.000. El 96% son pornográficos y en lo que va de 2020 ya se subieron más de mil *deepfakes* por mes solo en sitios de pornografía, donde aparecen con cada vez más frecuencia supuestos «videos prohibidos» de celebridades e influenciadores. Las compañías detrás de la web porno no consideran que esto sea un problema” (Rodríguez, 2020).

Por el momento hay un pequeño respiro en cuanto a los peligros del *Deepfake*, y es el hecho de que no todos pueden o saben realizar un contenido de calidad que a simple vista parezca real, al respecto, hay un caso que se hizo viral como el del usuario @deeptomcruise de TikTok, esta per-

sona, personificaba al verdadero Tom Cruise por medio de estas tecnologías, viéndose tan real para llegar al punto en el que los usuarios dudaban si este era *fake* o real, haciéndose viral, “Chris Ume es quien está detrás de estos clips virales y explicó en una entrevista en The Verge la de horas y esfuerzo detrás de estos videos, además de trabajar con Miles Fisher, imitador de Tom Cruise: <<No puedes hacerlo con solo presionar un botón>>”. (Reino, 2021), lo cual es un posible alivio teniendo en cuenta la cantidad de personas que desean recrear situaciones de celebridades o ciudadanos comunes en escenarios de contenido ilegal, ilícito, sexual, entre otros.

De acuerdo a lo anterior, se presenta la Figura 4, el cual resume detalladamente uno de los objetivos más importantes, el cual consiste en describir las actividades realizadas con el uso incorrecto de tecnologías audiovisuales y materiales producto de inteligencia artificial que se han usado para difamar y engañar, esto, de acuerdo a los autores y a los casos encontrados que ejemplifican la repercusión ética, tanto en víctimas o sus creadores.

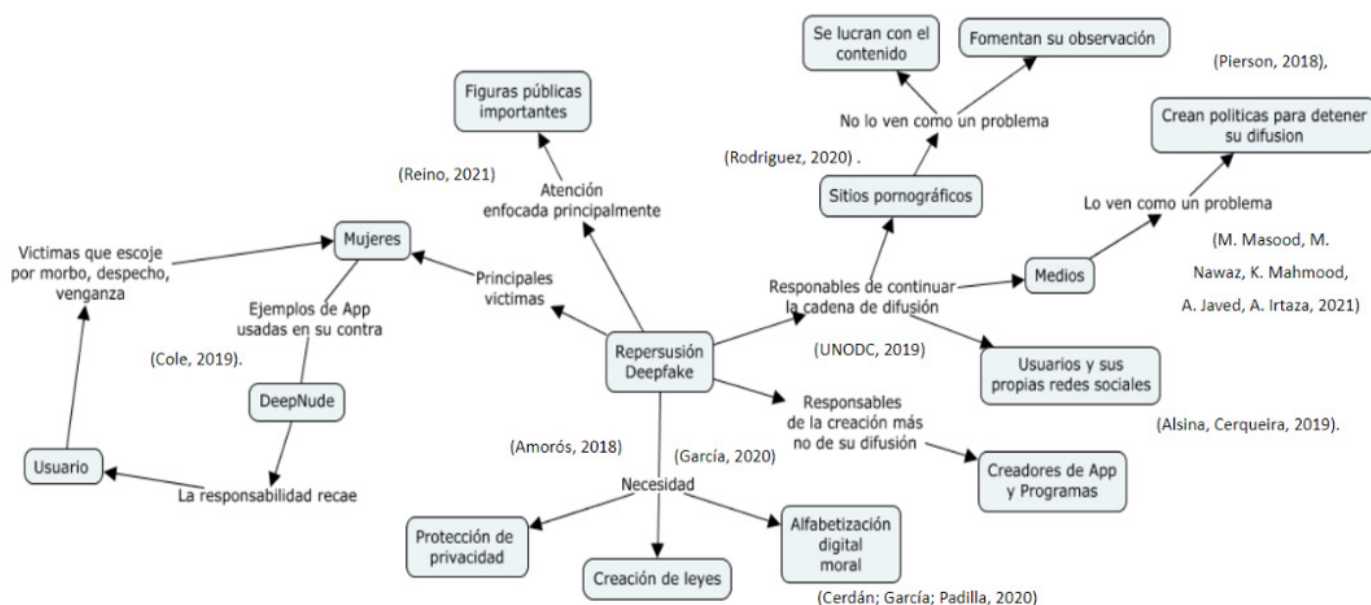


Figura 4. Descripción de las actividades realizadas con el uso incorrecto de tecnologías audiovisuales y materiales producto de inteligencia artificial que se han usado para difamar y engañar
Fuente. Elaboración propia

Una de las mayores responsabilidades que recaen sobre el uso del *Deepfake* es del usuario quien reproduce la información, si el contenido ya está

creado, no tiene porqué seguir siendo difundido y viralizado en internet, cada uno puede detener su difusión si toma responsabilidad y detiene la

cadena de emisión, realizando acciones como bloqueo del contenido, dejar de compartir, evitar mirar el contenido, no brindar likes ni comentarios, no brindar aquellos aspectos que permiten que las publicaciones alcancen mayor visibilidad.

Para que el usuario logre distinguir un *deepfake* de un video real y así evitar perjudicar a una persona inocente, se tienen diversas pautas para la detección del *deepfake*, uno de los más mencionados es el parpadeo de la persona que esté hablando en el video, al respecto:

“Los humanos solemos parpadear una vez cada 2-8 segundos durando cada parpadeo entre 1 y 4 décimas de segundo. Si quieres saber si estás ante una *Deepfake*, fíjate en el número de veces que parpadea, te darás cuenta de que lo hace mucho menos que una persona real. El algoritmo de los *Deepfake* no puede parpadear a la misma velocidad que un humano” (Galiana, 2019)

Así, al estar frente a un video muy realista en el que no se tenga seguridad si lo que se ve es real o no, el mayor enfoque debe estar en los ojos del hablante; pese a que hay personas que pueden parpadear más despacio que otras, una singular manera lenta de parpadear, con poco ritmo o de forma extraña, debe alertarnos para fijarnos en demás elementos del video para hallar más inconsistencias. según Galiana (2019), los elementos a observar serían la consistencia entre el cuello y la cara, la duración del video, la fuente de la grabación, los sonidos, algunos detalles como discrepancias en el fondo o los cambios repentinos sea en texturas, las luces, colores, entre otros y, por último, el interior de la boca.

Aunque se cuenten hoy en día con diversas pautas para su detección, no todas las personas cuentan con el tiempo suficiente para fijarse en los pequeños detalles, por lo que se cuenta con inteligencia artificial que analiza cualquier video sospechoso de ser un *Deepfake*, al realizarlo de manera automática, facilita tiempo por lo que se puede detener de una forma más oportuna su difusión, por ejemplo, este se encarga de “detectar el número de fotogramas en que las personas aparecen con los ojos cerrados y dictaminar a partir de ese dato si se trata o no de un *deepfake*. Su tasa de detección es de más del 95%”. (Merino, 2019)

Otra pauta para la detección del *Deepfake* recae en la creación de mejores software, que automáticamente, puedan hallar videos falsos, en el que la inteligencia artificial detecta por sí misma los aspectos mencionados anteriormente y halle otras inconsistencias que el ojo humano no pueda observar fácilmente, actualmente, se sigue trabajando y mejorando programas como MediFor, el cual puede reconocer en videos discrepancias, pero que actualmente aún siguen mejorando, paradójicamente, entre mejor sea un *deepfake*, más se puede aprender de él y mejorar la tecnología para detectarlo.

“DARPA ha tenido dos programas dedicados a la detección de falsificaciones profundas: Media Forensics (MediFor) y Semantic Forensics (SemaFor). MediFor, (...) desarrolló algoritmos para evaluar automáticamente la integridad de fotos y videos (...) exploró técnicas para identificar las inconsistencias audiovisuales presentes en las falsificaciones profundas, incluyendo inconsistencias en píxeles (integridad digital), inconsistencias con las leyes de la física (integridad física) e inconsistencias con otras fuentes de información (integridad semántica)”. (Congressional Research Service, 2021)

El *Deepfake* también aprende de las mejoras constantes para pulir su funcionamiento, por ejemplo, se descubrió “que los primeros métodos de *Deepfake* no podían imitar la velocidad a la que una persona parpadea; mientras que los programas recientes han solucionado la falta de parpadeo o parpadeo no natural después de que se publicaron los hallazgos” (Gonzalez, 2020) por lo que muchos creadores de *deepfake* están al corriente de las mejoras tecnológicas para mejorar, lo cual supone un peligro para su detección y contención del problema.

A continuación, se presenta la última figura correspondiente al objetivo final de la investigación, el cual consiste en orientar sobre el uso de diversos softwares para la detección del *deepfake*, en el que se resumen algunas pautas para la orientación actualizada en cuanto a la mejora de programas que lo detecten y combatan, para evitar así, la mala praxis de acuerdo a los autores anteriormente mencionados.

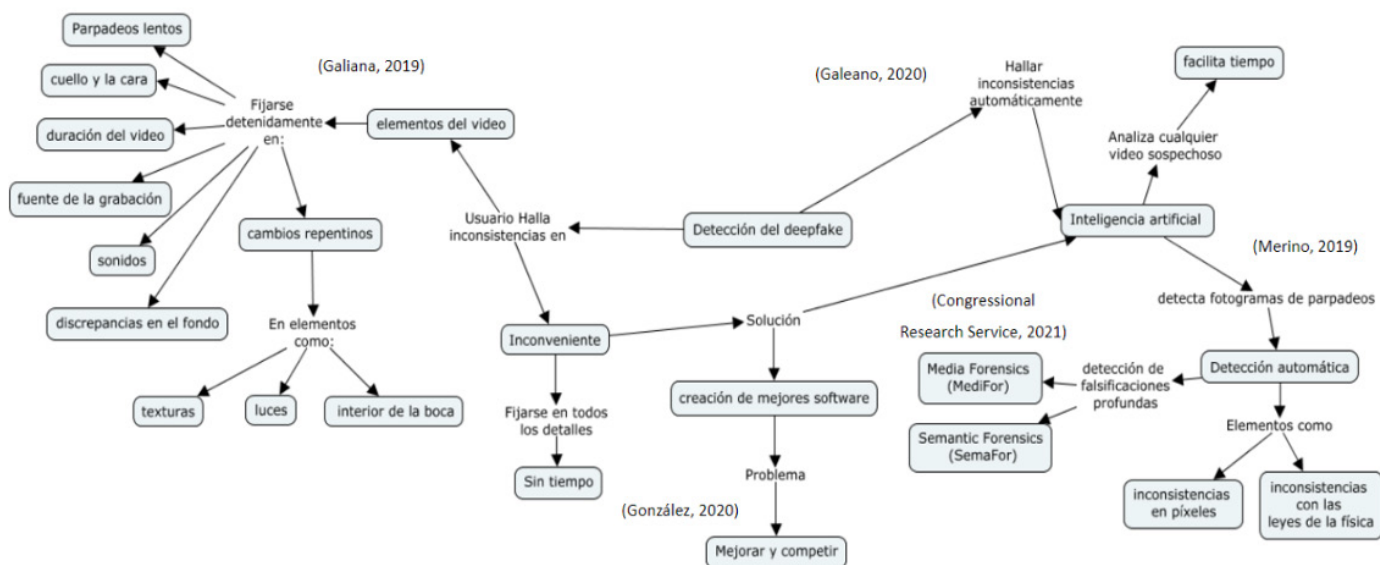


Figura 5. Orientación sobre el uso de diverso software para la detección del *deepfake*.
Fuente. Elaboración propia

Conclusiones

Gracias al estudio de los casos documentados del uso del *Deepfake* por sus principales exponentes, se puede evidenciar y recolectar información pertinente para combatir el uso indebido de este, advirtiendo en la comunidad perteneciente a las TIC las principales repercusiones éticas que afectan a individuos inocentes y sus principales consecuencias sociales y legales que influyen en el bienestar social; gracias al análisis de las consecuencias del *Deepfake*, se brindan estrategias que pueden servir de guía para crear mejores software de detección y pautas éticas en la comunidad de las TIC, por lo que se puede concienciar a la comunidad que hace parte de las TIC para advertir y evitar la continuidad de la mala praxis, creando conciencia de no distribuir ni crear material que afecte gravemente la vida de las personas, su reputación, libertad o resolución de conflictos como es el caso de evidencias falsas o alteradas en audiencias y situaciones legales.

Referencias:

- AECOC, (2020). "La capacidad de la IA para crear deepfakes: ¿Cuáles son los potenciales impactos positivos?" AECOC, INNOVATION HUB. Barcelona, *Deepfakes: ¿Cuáles son los potenciales impactos positivos?* (aecoc.es)
- Alsina, Rodrigo, Cerqueira, L. (2019). *Periodismo, ética y posverdad*. Cuadernos.info, (44), 225-239. <https://doi.org/10.7764/cdi.44.1418>
- Amorós García, M. (2018). *Fake news, la verdad de las noticias falsas*. Plataforma Editorial. 1.a Ed. España. ISBN: 978-84-17114-72-5 https://www.tse.go.cr/revista/art/28/fake_news.pdf
- Bañuelos Capistrán Jacob. (2020). *Deepfake: la imagen en tiempos de la pos-verdad*. Universidad Autónoma de Baja California, Revista Panamericana de Comunicación | Año 2 No. 1 enero - junio 2020.
- Barbas Rebollo, David. (2020) *Detección de noticias falsas y caras de personas manipuladas*. Universitat Politècnica de València <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/149028/Barbas%20-%20Detecci%C3%B3n%20de%20noticias%20falsas%20y%20caras%20de%20personas%20manipuladas.pdf?sequence=1>
- Calcagni, Laura R. (2020). *Redes Generativas Antagónicas y sus aplicaciones*. Universidad de la Plata.
- Centro Belfer de Ciencias y Asuntos Internacionales. (2020). *Deepfakes. Tech factsheets for policymakers*. Spring 2020 Series. Harvard Kennedy School 79 John F. Kennedy Street, Cambridge, MA 02138.
- Cole, S. (2019). *Esta terrorífica app crea un nude de cualquier mujer con un simple clic*. Vice. Consultado el 3 de febrero de 2019 en: <https://bit.ly/2I-i3WbS>
- Congressional Research Service (2021). *Deep Fakes and National Security*. Library of Congress. IF11333. Washington, D.C.: oct. 14, 2019. <https://crs-reports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11333>
- Federación Internacional de Periodistas (The International Federation of Journalists - IFJ). (2018). *¿Qué son las fake news? Guía para combatir la desinformación en la era de post verdad*. https://www.ifj.org/fileadmin/user_upload/Fake_News_-_FIP_AmLat.pdf
- Galeano, Susana. (2020). *¿Qué son los deepfakes... y así se prepara Facebook para eliminarlos de sus redes sociales. ¿Qué son los deepfakes... y así se prepara Facebook para eliminarlos de sus redes sociales - Marketing 4 Ecommerce - Tu revista de marketing online para e-commerce*
- Galiana, Patricia. (2019). *¿Qué son los Deepfakes y cómo detectarlos?* <https://www.iebschool.com/blog/deepfakes-como-detectarlas-business-tech/>
- García, Jose. (2020). *Las redes sociales frente a los deepfakes: un repaso a las políticas de Facebook, Instagram, Twitter y LinkedIn*. Xataka México, Sección, *inteligencia artificial*. *Las redes sociales frente a los deepfakes: un repaso a las políticas de Facebook, Instagram, Twitter y LinkedIn* (xataka.com)
- GAO U.S. Government Accountability Office. (2020). *SCIENCE & TECH SPOTLIGHT: DEEPFAKES*. <https://www.gao.gov/assets/gao-20-379sp.pdf>
- Geradts, Zeno, Koopman, Marissa, Macarulla, Andrea. (2018). *Detection of Deepfake Video Manipulation*. University of Amsterdam & Netherlands Forensic Institute.
- Gonzalez, Yolanda. (2020). *¿Qué son los Deepfakes y cómo protegerte de ellos*. Grupo Atico 34, Madrid. *¿Qué son los Deepfakes y cómo protegerte de ellos?* (protecciondatos-lopd.com)
- Hauser, Andrea. (2018). *Deepfake - An Introduction*.
- KIETZMANN, J., LEE, L., MCCARTHY, I. and KIETZMANN, T. (2019). *Deepfakes: trick or treat?* Business Horizons. ISSN 0007-6813. <https://core.ac.uk/download/pdf/250590695.pdf>
- Masood Momina, Mariam Nawaz, Khalid Mahmood Malik, Ali Javed, Aun Irtaza (2021). *Deepfakes Generation and Detection: State-of-the-art, open challenges, countermeasures, and way forward*. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2103/2103.00484.pdf>
- Merino, Marcos, (2019) *Así es posible saber si un vídeo es un deepfake con sólo un abrir y cerrar de ojos, literalmente*. <https://www.xataka.com/inteligencia-artificial/posible-saber-video-deepfake-solo-abrir-cerrar-ojos-literalmente-quizas-eso-no-sea-suficiente>
- Ocaña-Fernandez, Y., Valenzuela-Fernandez, L., & Garro-Aburto, L. (2019). *Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536-568 p. 540. <http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v7n2/a21v7n2.pdf>.
- OSI. Oficina de Seguridad para el Internauta (2020). "Deepfakes, ¿cómo se aprovechan de esta tecnología para engañarnos?" Blog: *Deepfakes, ¿cómo se aprovechan de esta tecnología para engañarnos?* | Oficina de Seguridad del Internauta (osi.es)
- Padilla Castillo, G; Cerdán Alenda, V. (2020). *Alfabetización moral digital para la detección de deepfakes y fakes audiovisuales en CIC*. Cuadernos de Información y Comunicación 25, 165-181.
- Pierson, David. (2018). *Videos falsos: mientras el realismo aumenta, ver no siempre debe implicar creer*. Los Angeles Times. <https://www.latimes.com/espanol/eeuu/la-es-videos-falsos-mientras-el-realismo-aumenta-ver-no-siempre-debe-implicar-creer-20180219-story.html>
- Reino, Antia. (2021). *Los 'deepfakes' y el debate sobre la suplantación de identidad con el uso de IA vuelven con fuerza a las redes sociales*. RTVE, Corporación de Radio y Televisión Española.
- Rodríguez Ansorena, Tomas. (2020). *El fin de la realidad ¿Qué son los deepfakes?* Nueva sociedad. [El fin de la realidad ¿Qué son los «deepfakes»? | Nueva Sociedad \(nuso.org\)](http://nuso.org)
- Servimedia (2018), *Influencia de las noticias falsas en la opinión pública*, estudio de comunicación en colaboración con Servimedia. https://www.servimedia.es/sites/default/files/documentos/informe_sobre_fake_news.pdf
- Sorrivas, Nicolás. (2015). *El videoarte como herramienta pedagógica* fue publicado de la página 81 a página 94 en Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación N° 52
- Thanh Thi Nguyen, Cuong M. Nguyen, Dung Tien Nguyen, Duc Thanh Nguyen, Saeid Nahavandi. (2020). *Deep Learning for Deepfakes Creation and Detection: A Survey*, Arxiv: 1909.11573v2. <https://arxiv.org/pdf/1909.11573.pdf>
- UNODC, Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito, (2019) *Integridad y ética de los medios de comunicación*. Educación para la justicia serie de módulos universitarios. https://www.unodc.org/documents/e4j/IntegrityEthics/MODULE_10_-_Media_Integrity_and_Ethics_-_Spanish.pdf
- Westerlund, Mika. (2019) *The Emergence of Deepfake Technology: A Review*. Technology Innovation Management Review, vol. 9, no. 11: pp. 39-52. https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/TIMReview_November2019%20-%20D%20-%20Final.pdf

Análisis de herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad, en la prestación de los servicios de salud, para la determinación de la metodología más aplicable a la población afiliada al magisterio de Colombia

Analysis of tools for monitoring and evaluation of quality in the provision of health services for the determination of the most applicable methodology to the population affiliated to the teaching assistance of Colombia

Sinisterra Leidy Carolina, Burgos Luz Andrea, Patiño Pablo Felipe

Resumen

Objetivo: Analizar las herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de servicios de salud existentes en las instituciones de salud. **Material y métodos:** Determinar las herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de servicios de salud más favorable para la aplicación en el modelo de salud de los afiliados al Magisterio colombiano, Diseñar

una herramienta de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de servicios de salud para los afiliados al Magisterio. **Resultados:** Se especificaron las propiedades importantes de las herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de los servicios, el sector de aplicación de la herramienta objeto de revisión, la evaluación de la probabilidad de implementar

Fecha de recibido: 14/10/2021 Fecha de aceptación 20/12/2021

Correo electrónico: carosyma2630@gmail.com, lburgos@fiduprevisora.com.co, pfpatino@misena.edu.co

Citar como: Sinisterra, L.C; Burgos, L.A y Patiño, P.F. (2021). Análisis de herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de los servicios de salud para la determinación de la metodología más aplicable a la población afiliada al magisterio de Colombia. *Revista RETO*, 9.

dicha herramienta para el magisterio, la evaluación del impacto de implementarla para el magisterio y como producto de estas dos, obtenemos la evaluación final de la herramienta. Para obtener un valor cualitativo del impacto y la probabilidad se estableció una escala PXI aplicada de manera, Adicional como variables determinantes para la aplicación en el Régimen del Magisterio, el equipo de trabajo definió que las herramientas a analizar incluyeran el enfoque, la implementación y el resultado **Conclusiones:** Las herramientas para seguimiento y evaluación son importantes para controlar el estado actual de procesos de calidad en salud con el objetivo de tener una visión detallada de su estado y buscar formas de mejoramiento continuo.

Palabras claves: Calidad, herramientas

Abstract

Objective: To analyze the tools for monitoring and evaluating the quality of the provision of health services in health institutions. Material and methods: Determine the tools for monitoring and evaluating the quality in the provision of health services more favorable for the application in the health model of the affiliated with the Colombian Teaching, designing a tool for monitoring and evaluating quality in the provision of health services for members of the Magisterium. **Results:** The important properties of the tools for monitoring and evaluating quality in the provision of services, the sector of application of the tool under review, the evaluation of the probability of implementing said tool for the teaching profession, the evaluation of the impact of implementing it for the teaching profession and as a product of these two, we obtain the final evaluation of the tool. To obtain a qualitative value of the impact and the probability, a PXI scale was established in such a way that, additionally as determining variables for the application in the Teaching Regime, the work team defined that the tools to be analyzed include the approach, the implementation and the result **Conclusions:** The tools for monitoring and evaluation are important to control the current state of health quality processes in order to have a detailed vision of their state and seek ways of continuous improvement.

Key words: Quality, tools

Introducción

Definir herramientas que ayuden a garantizar la calidad de la prestación de los servicios de salud, es la estrategia con la que pueden contar las EPS para lograr un mayor nivel de satisfacción de sus usuarios en concordancia con la normatividad vigente.

Aunque la auditoría para el mejoramiento de la calidad en salud no es una investigación clínica, sí requiere el uso de metodologías correctamente diseñadas y probadas, y por lo tanto debe incorporar elementos que permitan analizar, evaluar y concluir en relación con temas específicos de la prestación del servicio. Por lo tanto, la auditoría para el mejoramiento de la calidad en salud debe emplear herramientas adecuadas dirigidas al problema de calidad que se desee analizar de tal manera que puedan plantear causas para determinar las intervenciones de mayor efectividad.

Mediante la revisión de antecedentes entorno al uso de herramientas de calidad en salud, el presente trabajo pretende determinar de herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de los servicios de salud que mejores características presenten, orientadas a la población afiliada al magisterio de Colombia – teniendo en cuenta que es un régimen excepción - por medio la implementación de un instrumento el cual permite exponer las variables y los aspectos más relevante de cada herramienta tanto de forma cuantitativa, para el caso de las características de evaluación, como de manera cualitativa para el caso de las variables. Pretendiendo impactar los modelos de gestión de la calidad implementados por el Magisterio de Colombia para la prestación de servicios de salud en su población afiliada.

METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo cualitativa, utiliza información de tipo cualitativo y cuyo análisis se dirige a lograr descripciones detalladas de los fenómenos estudiados. La mayoría de estas investigaciones pone el acento en la utilización práctica de la investigación. Algunos ejemplos de investigaciones cualitativas son la investigación participativa, la investigación - acción,

investigación - acción participativa, investigación etnográfica, estudio de casos.

La población que se pretende impactar son los afiliados al régimen en salud del Magisterio de Colombia mediante la mejora de los modelos de gestión de la calidad al implementar herramientas para el seguimiento y evaluación.

Este estudio se busca especificar las propiedades importantes de las herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de los servicios, que serán sometida a análisis. En este estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, de forma tal de describir lo que se investiga. La meta del estudio es describir, comprender e interpretar los fenómenos a través de las percepciones y significados de los investigadores en relación con los diferentes modelos de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de servicios de salud, es decir, partimos de las teorías ya existentes y ese será nuestro punto de referencia para compararlas entre sí.

El presente estudio puede ofrecer la posibilidad de llevar a cabo algún nivel de predicción (aunque sea elemental). Como aproximación a un aspecto de la realidad social, tenemos en primer lugar (en el sentido de más elemental) las investigaciones de tipo descriptivo. Buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Consiste fundamentalmente en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

El estudio se realizará a partir de las técnicas de inspección, observación, indagación y confirmación y la recolección de información se realizará a través de un instrumento diseñado específicamente para tal fin. Los resultados serán tabulados a partir de la herramienta excel y presentados en tablas con las variables analizadas.

RESULTADOS

Para el análisis de las herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de los servicios de salud, se determinaron las siguientes:

- Diagrama Causa - Efecto
- Diagrama de Flujo
- Estratificación
- Hojas de Verificación
- Diagrama de Pareto
- Histogramas
- Diagramas de control
- Diagramas de dispersión
- Función de pérdida de Taguchi.
- Evaluación 360°
- Ciclo PHVA
- Modelo Baldrige
- Modelo europeo de excelencia EFQM
- Esquema lógico REDER
- Modelo de Supervisión Basada en Riesgos

Se especificaron las propiedades importantes de las herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de los servicios, tales como: el sector de aplicación de la herramienta objeto de revisión, la evaluación de la probabilidad de implementar dicha herramienta para el magisterio, la evaluación del impacto de implementarla para el magisterio y como producto de estas dos, obtenemos la evaluación final de la herramienta. Para obtener un valor cualitativo del impacto y la probabilidad se estableció una escala PXI aplicada de la siguiente manera.

Adicionalmente, como variables determinantes para la aplicación en el Régimen del Magisterio, el equipo de trabajo definió que las herramientas a analizar incluyeran el enfoque, la implementación y el resultado.

El resultado que se observa en el anterior Figura es el producto de la multiplicación del puntaje obtenido por cada una de las herramientas en el impacto y la probabilidad, determinado por la información descrita en la Tabla 1. Las herramientas que obtuvieron el puntaje máximo (25 puntos) fueron: las hojas de verificación, el ciclo PHVA, el modelo europeo de excelencia EFQM, el esquema lógico REDER y el modelo de supervisión basado en riesgos. Lo cual indica que estas herramientas nos brindan una alta probabilidad de ser implementada en el seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de salud de acuerdo con el modelo de atención del Magisterio y que esta herramienta puede desencadenar un impacto que permita evaluar entre el 90% y 100% de los indicadores de gestión determinados por la entidad.

Tabla 1. Escala PXI

Probabilidad		Impacto	
Es muy probable que esta herramienta pueda ser implementada en el seguimiento y la evaluación de la calidad en la prestación de salud de acuerdo al modelo de atención del magisterio	5	La aplicación de esta herramienta puede desencadenar un impacto que permita evaluar entre el 90% y 100% de los indicadores de gestión determinados por la entidad para el monitoreo de la calidad en la prestación de servicios de salud del Magisterio	5
Es probable que esta herramienta pueda ser implementada en el seguimiento y la evaluación de la calidad en la prestación de salud de acuerdo al modelo de atención del Magisterio, sin embargo, su implementación puede dejar por fuera una de las tres dimensiones de la evaluación (enfoque - implementación - resultado)	3	La aplicación de esta herramienta puede desencadenar un impacto que permita evaluar entre el 80% y 89% de los indicadores de gestión determinados por la entidad para el monitoreo de la calidad en la prestación de servicios de salud del Magisterio	3
Es poco probable que esta herramienta pueda ser implementada en el seguimientos y la evaluación de la calidad en la prestación de salud de acuerdo al modelo de atención del Magisterio, su implementación puede dejar por fuera dos o más de las tres dimensiones de la evaluación (enfoque - implementación - resultado)	1	La aplicación de esta herramienta puede desencadenar un impacto que permita evaluar menos del 80% de los indicadores de gestión determinados por la entidad para el monitoreo de la calidad en la prestación de servicios de salud del Magisterio	1

EVALUACIÓN FINAL DE LAS HERRAMIENTAS

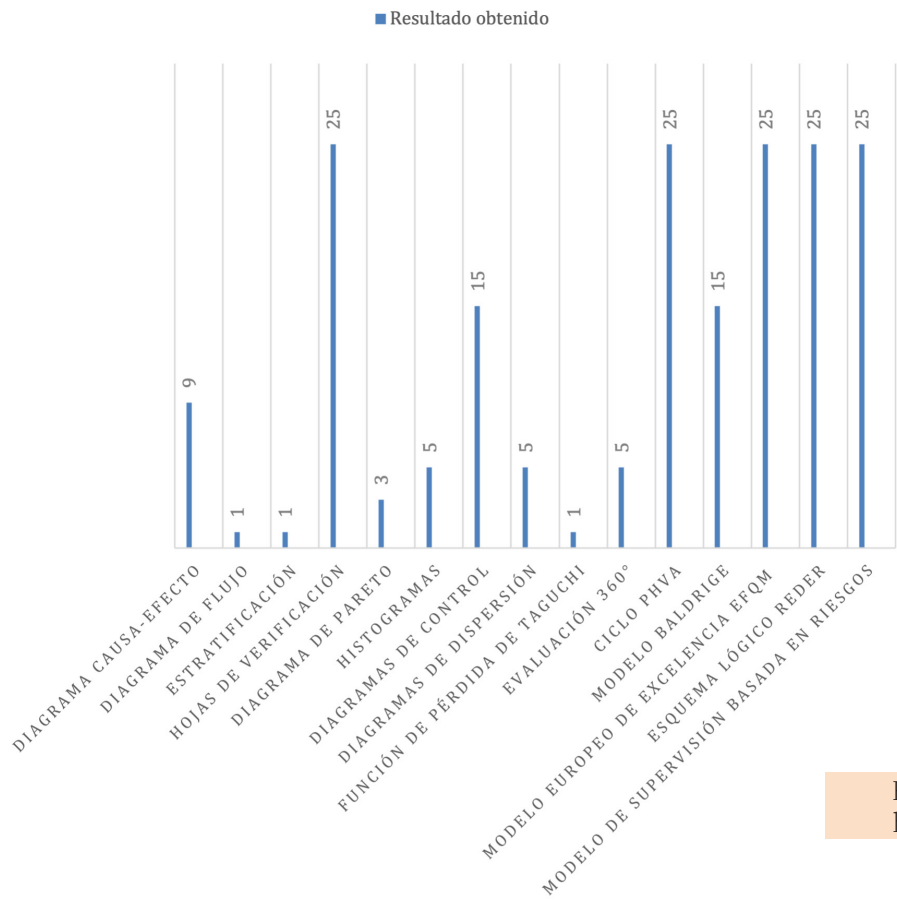


Figura 1. Evaluación final de las herramientas objeto de revisión

Las herramientas con menor puntuación (1 punto) fueron: diagrama de flujo, estratificación y función de pérdida de Taguchi, representado casi un nulo beneficio para el cumplimiento de análisis de seguimiento y evaluación de procesos de calidad.

Se analizó el sector de aplicación de la herramienta objeto de revisión, obteniendo la siguiente información.

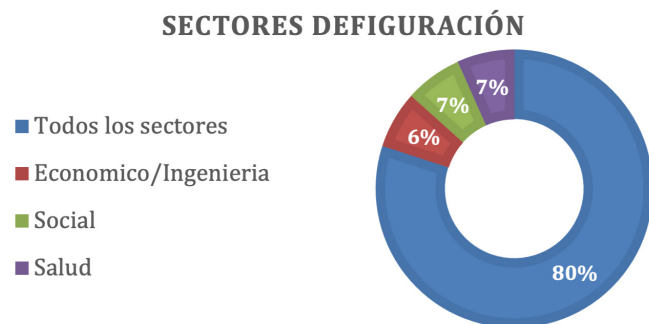


Figura 2. Sectores de aplicación de las herramientas objeto de revisión

El 80% de las herramientas tienen su aplicación en todos los sectores, solo tres (3) herramientas tienen aplicaciones específicas, permitiendo trabajarlas en la economía/ingeniería, social y salud. Sin embargo, para este propósito la herramienta aplicada al sector salud representa una buena opción.

También se tuvieron en cuenta 3 variables contenidas en la herramienta objeto de revisión, las cuales se presentará de forma gráfica a continuación.

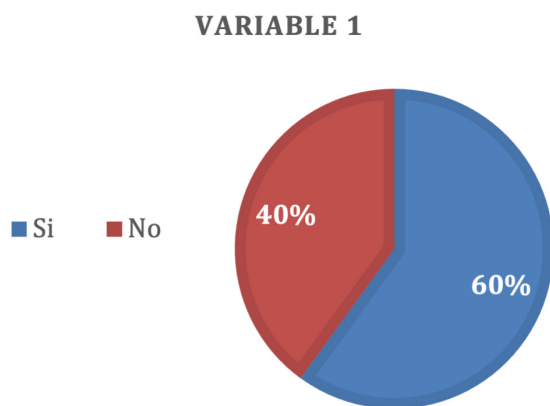


Figura 3. Variable 1. Posibilidad de evaluar el enfoque con la herramienta

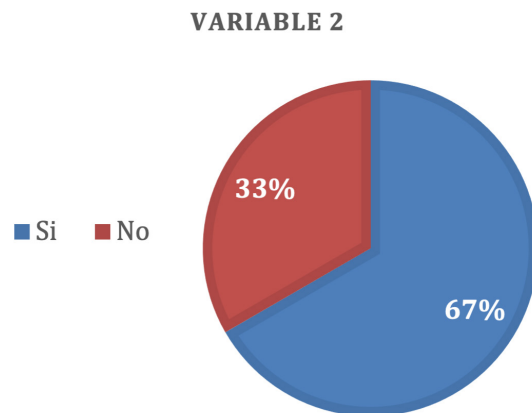


Figura 4. Variable 2. Posibilidad de evaluar la implementación con la herramienta

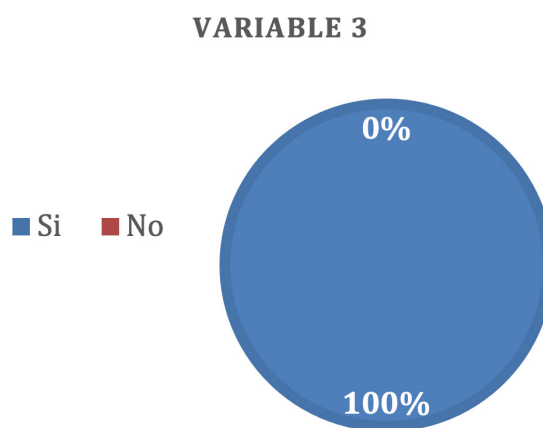


Figura 5. Variable 3. Posibilidad de evaluar el resultado con la herramienta

De las anteriores graficas se puede observar que todas las herramientas objeto de estudios permiten realizar la evaluación de los resultados (variable 3), de la calidad en la prestación de los servicios de salud. En cuanto a la posibilidad de evaluar la implementación (variable 2), solo el 67% de dichas herramientas nos permiten hacerlo, mientras que respecto a la posibilidad de evaluar el enfoque (variable 1), el 40% de las herramientas son útiles para tal fin.

Las herramientas que menos utilidad presentan para el cumplimiento de los objetivos del presente trabajo son: estratificación, histogramas, diagramas de dispersión y función de pérdida de Taguchi, pues de 3 variables solo nos permite implementar una (1), la cual corresponde a la varia-

ble 3 (evaluación del resultado), excluyendo de la posibilidad de efectuar la variable 1 y 2, correspondientes a la evaluación del enfoque y la implementación.

Propuesta de herramienta de seguimiento y evaluación de la calidad en la prestación de servicios de salud

Teniendo en cuenta los resultados descritos anteriormente y basándonos en las herramientas que tuvieron los mejores resultados, el equipo de trabajo realizó la siguiente propuesta de herramienta que integra las de mejor evaluación para su aplicación en el Magisterio.

Tabla 2. Priorización planteada

Nº	Variables de priorización	Rango de riesgo	Calificación	Nivel de riesgo
1	Incrementos inesperados en la en las tasas de patologías evitables en la población afiliada	Probabilidad de que la tasa por patologías evitables esté por encima de XX por 1000 afiliados	4	Alto
		Probabilidad de que la tasa por patologías evitables esté entre xxx por 1000 afiliados	3	Por encima del promedio
		Probabilidad de que la tasa por patologías evitables esté entre xxx por 1000 afiliados	2	Moderado
		Probabilidad de que la tasa por patologías evitables esté por debajo de xxx por 1000 afiliados	1	Bajo
2	Incrementos inesperados en la tasa de grupos de riesgo o patologías identificadas en la población afiliada	Probabilidad de que la tasa por patologías identificadas esté por encima de xx por 1000 afiliados	4	Alto
		Probabilidad de que la tasa por patologías identificadas esté entre xxx por 1000 afiliados	3	Por encima del promedio
		Probabilidad de que la tasa por patologías identificadas esté entre xxx por 1000 afiliados	2	Moderado
		Probabilidad de que la tasa por patologías identificadas esté por debajo de xx por 1000 afiliados	1	Bajo
3	Aumento del gasto en salud por grupo de riesgo o patología en la población atendida por inadecuado uso de recursos	Probabilidad que el gasto generado por ingreso a unidad de cuidado intensivo sea superior a \$xxx	4	Alto
		Probabilidad que el gasto generado por ingreso a unidad de cuidado intensivo esté entre \$xxx	3	Por encima del promedio
		Probabilidad que el gasto generado por ingreso a unidad de cuidado intensivo esté entre \$xxx	2	Moderado
		Probabilidad que el gasto generado por ingreso a unidad de cuidado intensivo sea inferior a \$xxx	1	Bajo

Nº	Variables de priorización	Rango de riesgo	Calificación	Nivel de riesgo
4	Incrementos inesperados del gasto administrativo	Probabilidad que el gasto administrativo se encuentre por encima del xx%	4	Alto
		Probabilidad que el gasto administrativo se encuentre entre el xx%	3	Por encima del promedio
		Probabilidad que el gasto administrativo se encuentre entre el xx%	2	Moderado
		Probabilidad que el gasto administrativo sea inferior al xx%	1	Bajo
5	Incumplimiento a las obligaciones contractuales	Probabilidad que se incumplan las obligaciones en un porcentaje mayor a xx	4	Alto
		Probabilidad que se incumplan las obligaciones en un porcentaje entre xx	3	Por encima del promedio
		Probabilidad que se incumplan las obligaciones en un porcentaje entre xx	2	Moderado
		Probabilidad que se incumplan las obligaciones en un porcentaje menor a xx	1	Bajo

Tabla 3. Lista de verificación

NIVEL DE FRECUENCIA DEL PROBLEMA DE CALIDAD O RIESGO	INTERPRETACIÓN
MUY ALTA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya en 6 meses.
ALTA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado 5 meses.
MODERADA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en 4 meses.
BAJA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en 3 meses.
MUY BAJA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en 2 meses o menos

Tabla 4. Evaluación de Riesgo Inherente

NIVEL DE FRECUENCIA DEL PROBLEMA DE CALIDAD O RIESGO	INTERPRETACIÓN
MUY ALTA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en más de 50 de las obligaciones contractuales.
ALTA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en 38 a 50 obligaciones contractuales
MODERADA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en 25 a 37 obligaciones contractuales
BAJA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en 12 a 24 obligaciones contractuales
MUY BAJA	Se espera que el problema de calidad o riesgo se presente o se haya presentado en menos de 12 de las obligaciones contractuales.

Tabla 5. Lista de verificación

VARIABLE	ELEMENTO CLAVE	INTERPRETACIÓN	SUBVARIABLES	ATRIBUTO DE CALIDAD	OBLIGACION CONTRACTUAL PRE-SUNTAMENTE INCUMPLIDA
Enfoque	Documentación	El enfoque se encuentra documentado	El Prestador de Servicios de Salud, cuenta con un documento que describe el enfoque [Proceso, Procedimiento, Protocolo, Manual, Guía, Instructivo, entre otros] descrito en físico o en medio magnético; RELACIONADO CON LA DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS O MECANISMOS PARA REALIZAR INDUCCIÓN DE LA DEMANDA POR CURSO DE VIDA; ESPECIFICAMENTE EN PRIMERA INFANCIA E INFANCIA: TALES COMO: • INDUCCIÓN A LA DEMANDA EN: ATENCIÓN DEL RECIÉN NACIDO. • DETECCIÓN TEMPRANA DE LAS ALTERACIONES DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO. • VACUNACIÓN. • ATENCIÓN PREVENTIVA EN SALUD BUCAL. • DETECCIÓN TEMPRANA DE ALTERACIONES DE LA SALUD VISUAL. • PLANES DE PRESTACIÓN PRIORIZADOS	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Enfoque	Orientación al usuario	El enfoque está centrado en el usuario y actualizado.	El Prestador de Servicios de Salud cuenta con un documento [Proceso/Procedimiento] que describe el enfoque centrado en el usuario; es decir, en las necesidades, características y metas de lo que requieren los usuarios (Fiduprevisora S.A., Prestador, Prestador; Afiliados) involucrados procesos/procedimiento); conforme a lo que se describe en el estándar.	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Enfoque	Formalización	El enfoque está formalizado en los procesos y/o procedimientos y/o sistema de calidad institucional	El Prestador de Servicios de Salud cuenta con enfoque formalizado en los procesos y/o procedimientos y/o sistema de calidad implementado en la Institución; en el cual se evidencia la elaboración, revisión y aprobación por las personas designadas.	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Enfoque	Fundamentación	El enfoque es consistente y coherente en su estructura	El Prestador de Servicios de Salud cuenta con un enfoque documentado de manera estandarizada y estructurada, donde se evidencia el objetivo (propósito), el paso a paso para realizar su implementación y la forma de hacer monitoreo y seguimiento.	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Enfoque	Alineación	El enfoque se encuentra alineado al plan integral de salud del magisterio	El Prestador de Servicios de Salud, cuenta con un documento que describe el enfoque [Proceso, Procedimiento, Protocolo, Manual, Guía, Instructivo, entre otros] descrito en físico o en medio magnético, alineado al plan integral de salud del magisterio; relacionado con la definición de procedimientos o mecanismos para realizar inducción de la demanda por curso de vida; específicamente en primera infancia e infancia: tales como: • Inducción a la demanda en: atención del recién nacido. • Detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo. • Vacunación. • Atención preventiva en salud bucal. • Detección temprana de alteraciones de la salud visual. • Llanes de prestación priorizados	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato

VARIABLE	ELEMENTO CLAVE	INTERPRETACIÓN	SUBVARIABLES	ATRIBUTO DE CALIDAD	OBLIGACION CONTRACTUAL PRE-SUNTAMENTE INCUMPLIDA
Enfoque	Divulgación	El enfoque se encuentra socializado en todos los procesos claves. Cuenta con la evidencia de la socialización a las personas encargadas (Actas, listas de asistencia, firmas, etc.).	El prestador de servicios de salud ha divulgado el documento que describe lo relacionado con la definición de procedimientos o mecanismos para realizar inducción de la demanda por curso de vida; específicamente en primera infancia e infancia: tales como: • Inducción a la demanda en: atención del recién nacido. • Detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo. • Vacunación. • Atención preventiva en salud bucal. • Detección temprana de alteraciones de la salud visual. • Planes de prestación priorizados; en todos los procesos claves (100%); es decir, cuenta con la evidencia de la socialización a la totalidad de las personas encargadas de ejecutar los procesos claves (actas, listas de asistencia, firmas, etc.) de forma consistente.	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Implementación	Entendimiento	El enfoque es entendido en los procesos claves.	El prestador de servicios de salud cuenta con una metodología para medir el entendimiento y analizar los resultados obtenidos en la verificación del mismo, específicamente a las personas encargadas de los procesos claves (relacionado con la definición de procedimientos o mecanismos para realizar inducción de la demanda por curso de vida; específicamente en primera infancia e infancia: tales como: • Inducción a la demanda en: atención del recién nacido. • Detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo. • Vacunación. • Atención preventiva en salud bucal. • Detección temprana de alteraciones de la salud visual. • Planes de prestación priorizados; a través de diferentes métodos (evaluaciones, listas de chequeo, pruebas de conocimiento, etc.), con evidencias (hechos y datos).	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Implementación	Apropiación	El enfoque es aplicado adecuadamente en todos los procesos claves	El Prestador de Servicios de Salud ha implementado (aplicado) adecuadamente los procesos claves relacionados con el estándar; relacionados con la definición de procedimientos o mecanismos para realizar inducción de la demanda por curso de vida; específicamente en primera infancia e infancia: tales como: • Inducción a la demanda en: atención del recién nacido. • Detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo. • Vacunación. • Atención preventiva en salud bucal. • Detección temprana de alteraciones de la salud visual. • Planes de prestación priorizados.	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Resultado	Pertinencia	Existe medición de indicadores que responden al enfoque	El prestador de servicios de salud cuenta con mecanismos de monitoreo y seguimiento (indicadores, listas de chequeo, encuestas de satisfacción, pqr's, entre otros) a la implementación de los procesos claves relacionados con el estándar, específicamente: a la definición de procedimientos o mecanismos para realizar inducción de la demanda por curso de vida; específicamente en primera infancia e infancia: tales como: *Inducción a la demanda en: atención del recién nacido. *Detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo. *Vacunación. *Atención preventiva en salud bucal. *Detección temprana de alteraciones de la salud visual. *planes de prestación priorizados.	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato

VARIABLE	ELEMENTO CLAVE	INTERPRETACIÓN	SUBVARIABLES	ATRIBUTO DE CALIDAD	OBLIGACION CONTRACTUAL PRE-SUNTAMENTE INCUMPLIDA
Resultado	Análisis y toma de decisiones	Los resultados de los indicadores se analizan y se toman decisiones según corresponda	El prestador de servicios de salud analiza y toma decisiones de acuerdo con el resultado de los mecanismos de monitoreo y seguimiento (indicadores, listas de chequeo, encuestas de satisfacción, pqr's, entre otros) y cuenta con evidencia (documentos, actas, actas de comités, actas de reuniones, entre otros), del análisis realizado y de la toma de decisiones a la implementación de los procesos claves relacionados con el estándar, específicamente: a la definición de procedimientos o mecanismos para realizar inducción de la demanda por curso de vida; específicamente en primera infancia e infancia: tales como: *Inducción a la demanda en: atención del recién nacido. *Detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo. *Vacunación. *Atención preventiva en salud bucal. *Detección temprana de alteraciones de la salud visual. *planes de prestación priorizados.	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato
Resultado	Sostenimiento en el tiempo	Los resultados de los indicadores muestran una tendencia y sostenimiento positivo (al menos un año)	El prestador de servicios de salud cuenta con los resultados de los indicadores de los procesos claves relacionados con el estándar, específicamente: de los relacionados con la definición de procedimientos o mecanismos para realizar inducción de la demanda por curso de vida; específicamente en primera infancia e infancia: tales como: *inducción a la demanda en: atención del recién nacido. *detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo. *vacunación. *atención preventiva en salud bucal. *detección temprana de alteraciones de la salud visual. *planes de prestación priorizados); los cuales, muestran una tendencia y sostenimiento positivo (al menos un año).	ACCESIBILIDAD	Responder de manera integral por el manejo del riesgo en salud y la garantía de los servicios de salud incluidos en el contrato

Tabla 4. Lista de verificación

Nº	RIESGO	RANGO DE RIESGO	CALIFICACIÓN	NIVEL DE RIESGO
1	Probabilidad de incumplimiento de los temas del Plan de Atención Integral de Salud del Magisterio	Los temas del plan de atención se cumplen en menos del 40%	5	ALTO
		Los temas del plan de atención se cumplen entre el 41 y 60%	4	POR ENCIMA DEL PROMEDIO
		Los temas del plan de atención se cumplen entre el 61 y 80%	3	MODERADO
		Los temas del plan de atención se cumplen entre el 81 y 90%	2	BAJO

Nº	RIESGO	RANGO DE RIESGO	CALIFICACIÓN	NIVEL DE RIESGO
2	Probabilidad de incumplimiento de los atributos de calidad	Los atributos de calidad se cumplen en menos del 40%	5	ALTO
		Los atributos de calidad se cumplen entre el 41 y 60%	4	POR ENCIMA DEL PROMEDIO
		Los atributos de calidad se cumplen entre el 61 y 80%	3	MODERADO
		Los atributos de calidad se cumplen entre el 81 y 90%	2	BAJO
3	Probabilidad de incumplimiento de las obligaciones contractuales	Las obligaciones contractuales se cumplen en menos del 40%	5	ALTO
		Las obligaciones contractuales se cumplen entre el 41 y 60%	4	POR ENCIMA DEL PROMEDIO
		Las obligaciones contractuales se cumplen entre el 61 y 80%	3	MODERADO
		Las obligaciones contractuales se cumplen entre el 81 y 90%	2	BAJO
4	Probabilidad de incumplimiento en la variable de resultado	La variable de resultado se cumple en menos del 40%	5	ALTO
		La variable de resultado se cumple entre el 41 y 60%	4	POR ENCIMA DEL PROMEDIO
		La variable de resultado se cumple entre el 61 y 80%	3	MODERADO
		La variable de resultado se cumple entre el 81 y 90%	2	BAJO

Discusión

Las herramientas para seguimiento y evaluación son importantes para controlar el estado actual de procesos de calidad en salud con el objetivo de tener una visión detallada de su estado y buscar formas de mejoramiento continuo.

La herramienta que más beneficios presenta para el seguimiento y evaluación de procesos de calidad en salud según las variables y características de evaluación objeto de análisis es el Modelo de Supervisión basado en riesgos, ya que obtuvo una evaluación final de 25 puntos, lo que significa que sus puntajes en la escala PXI fueron máximos tanto para la evaluación del impacto de la implementación como para la evaluación de la probabilidad de la implementación. Las tres variables analizadas están contenidas en esta herramienta

y respecto al sector de aplicación, pese a que muchas de las herramientas pueden ser implementadas en todos los sectores, esta herramienta está diseñada para el sector salud.

Conclusiones

Con los resultados de este análisis el equipo de trabajo diseñó una herramienta aplicable al Régimen de Excepción del Magisterio que parte de la herramienta de listas de chequeo o de verificación, las cuales a su interior tienen incluida el seguimiento y evaluación del enfoque, la implementación y los resultados en relación al plan de atención en salud del Magisterio, integradas mediante los estándares de calidad definidos por la Entidad, con lo cual integramos la herramienta Modelo europeo de excelencia EFQM y el Esquema Lógico de

Reder, para posteriormente construir un modelo de calificación cuantitativa y cualitativa del nivel de riesgo neto de las instituciones prestadoras de servicios de salud teniendo como base las definiciones de riesgo en salud, riesgo operativo y riesgo financiero con base en el Modelo de Supervisión Basada en Riesgo. Pretendemos que, con la aplicación de la herramienta propuesta por el equipo de trabajo, al final se logre generar un ranking de la calidad en la prestación de servicios de salud.

Referencias

- Hernández Sampieri, R. Baptista Lucio, P. y Fernández Collado, C. (2006). Metodología de la investigación (4a. ed.). McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliobero/73662?page=48>
- Bermúdez, L. T. (2013). Investigación en la gestión empresarial. Eco Ediciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/bibliobero/titulos/69246>
- Maya Jaramillo, Beatriz Eugenia. Modelo de auditoría para el mejoramiento de la calidad de la atención en el servicio de odontología de la unidad hospitalaria de Belén. Año 2005. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12494/13822>
- Pavón Rosero, Luis Eduardo. La auditoría médica como herramienta de control en la administración hospitalaria del Ecuador. Julio de 2017. Imprenta Calderón – Quito – Ecuador. Recuperado de <http://www.ds-pace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13411/1/La%20auditoria%20m%C3%A9dica.pdf>
- ISO 9001:2015. (2016). Recuperado de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/>
- ESAN. (2016). Los diferentes conceptos de calidad en salud. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/05/los-diferentes-conceptos-de-calidad-en-salud/>
- ISOTools. (2015). Conceptos fundamentales de la calidad en salud. Recuperado de <https://www.isotools.org/2015/06/29/conceptos-fundamentales-de-la-calidad-en-salud/>
- Ramiro, M. Gallego, A. Vásquez, J. (2011). Sistema de salud de Colombia. [https://scielosp.org/article/spm/2011.v53suppl2/s144-s155/#:~:text=El%20sistema%20de%20salud%20colombiano,Social%20en%20Salud%20\(SGSSS\)](https://scielosp.org/article/spm/2011.v53suppl2/s144-s155/#:~:text=El%20sistema%20de%20salud%20colombiano,Social%20en%20Salud%20(SGSSS))
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud (SOGCS). Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/sistema-obligatorio-garantia-calidad-SOGC.aspx>
- Hernández, A., Medina, A., Nogueira, D., Negrín, H. y Márqués, M. (2014). La caracterización y clasificación de sistemas, un paso necesario en la gestión y mejora de procesos. Particularidades en organizaciones hospitalarias. Revista Universidad Nacional de Colombia, 81(184), 193-200
- Lorenzo Martínez S. (1999). ¿Gestión de procesos en asistencia sanitaria?. Rev calidad asistencial (internet). (último acceso 17 de noviembre de 2013). 14(4) 243-244. Recuperado de <http://calidadasistencial.es/imagenes/gestion/biblioteca/302.pdf#page=2>.
- Rojas González, Ana Alicia. (2014). Modelos de gestión por procesos integrados en salud. Ene, 8(3) <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2014000300008>
- ISOTools. (2015). Modelos de gestión de calidad aplicados a la salud. Recuperado de <https://www.isotools.org/2015/02/24/modelos-de-gestion-de-calidad-aplicados-a-la-salud/#:~:text=Principales%20modelos%20de%20gesti%C3%B3n%20y,Modelo%20JCAHO>.
- Romero Bermúdez, Erika; Díaz Camacho, Jacqueline. El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), vol. XL, núm. 3-4, 2010, pp.127-142. Centro de Estudios Educativos, A.C. Distrito Federal, México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/270/27018888005.pdf>
- Alejandro Durango. HERRAMIENTAS DE CONTROL ESTADISTICO. Recuperado de https://www.escolme.edu.co/almacenamiento/oei/tecnicos/ppios_admon/contenido_u4_1.pdf
- Arturo Ruiz-Falcó Rojas. Universidad Pontificia ICAI ICADE Madrid. Herramientas de Calidad. Marzo 2019. Recuperado de <https://web.cortland.edu/matresearch/HerraCalidad.pdf>
- Control y Mejora continua de los procesos. Recuperado de http://www.ephpo.es/Procesos/GUIA_DISENO_MEJORA/5.pdf
- Universidad Autónoma de Nuevo León. Diagrama de flujo. Recuperado de https://www.uanl.mx/utillerias/chip/descarga/diagrama_de_flujo.pdf
- Asturias Corporación Universitaria. La mejora continua. Recuperado de https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/aseguramiento_calidad/unidad1_pdf2.pdf
- Gehisy Hernández. Estratificación. Recuperado de <https://aprendiendo-calidadyadr.com/estratificacion/>
- Fariña Gómez Beatriz. Gestion Estrategica De La Calidad. Herramientas. Una Aplicación en el Campo Sanitario. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/>descarga>articulo>
- “Cecilia S. Cardona E. Astrid C. Restrepo A. Herramientas de control Lista de Chequeo. Recuperado de http://puntosdeencuentro.weebly.com/uploads/2/2/3/6/22361874/listas_de_chequeo.pdf
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Calidad. Recuperado de <https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3161/M%C3%B3dulo%203%20-%20Calidad.pdf>
- Sociedad Latinoamericana para la Calidad. Gráfica de Pareto. Recuperado de <http://sigc.uqroo.mx/Manuales/Institucional/Procedimientos/Secretaria%20General/Gestion%20Calidad/DGC-001/Metodologias/Pareto.pdf>
- CEAACES, Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior del Ecuador. Diagrama de Pareto. Recuperado de https://www.academia.edu/35201292/DIAGRAMA_DE_PARETO_DIAGRAMA_DE_PARETO
- Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Histogramas. <http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/Laboratoriovirtualdeestadistica/DOCUMENTOS/TEMA%201/7.%20HISTOGRAMAS.pdf>
- Behar Gutiérrez Roberto, Grima Cintas Perez Universidad del Valle, Cali, Colombia. UPC Barcelona, España. El histograma como un instrumento para la comprensión de las funciones de densidad de probabilidad. Recuperado de <http://Dialnet-ElHistogramaComoUnInstrumentoPara-LaComprensionDeLa-4770286.pdf>

- María Luz Pombo Departamento de Control de Vacunas División de Control Nacional de Productos Biológicos Instituto Nacional de Higiene “Rafael Rangel” Caracas – Venezuela. Gráficas de control. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/M.%20Pombo%20INHRR.pdf>
- Roberto Carro Paz. Daniel González. Control Estadístico de Procesos. http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12_control_estadistico.pdf
- Juan Manuel Izar. Universidad Potosina. CAPÍTULO VIII 8.1 INTRODUCCIÓN EL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y EL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/303876857-CAPITULO_VIII_81_INTRODUCCION_EL_DIAGRAMA_DE_DISPERSION_Y_EL_ANALISIS_DE_CORRELACION
- Estepa Castro, Antonio Universidad de Jaén. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Campus de las Lagunillas, Jaén. Interpretación de los Diagramas de Dispersión. Recuperado de <https://118098-Texto%20del%20articulo-297832-1-10-20110117.pdf>
- Biblioteca Cooperante bajo la sigla ATK - Administrative Technical Knowledge. Herramientas de la Gestión de Calidad. Recuperado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/4_herramientas/4_herramientas.htm
- Bryan Salazar López. Función de pérdida de calidad – Taguchi. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/funcion-de-perdida-de-calidad-taguchi/>
- ALICIA B. HERNÁNDEZ MARIA DE LA PAZ GUILLON LILIANA A. GARCÍA Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca Centro de Estudios de Calidad Total - Universidad Nacional del Sur. LA METODOLOGÍA DE TAGUCHI EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD.
- Biblioteca Cooperante bajo la sigla ATK - Administrative Technical Knowledge. Herramientas de la Gestión de Calidad. Recuperado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/4_herramientas/4_herramientas.htm
- Jiménez Galán, Yasmín Ivette; González Ramírez, Marko Alfonso; Hernández Jaime, Josefina
- Modelo 360° para la evaluación por competencias (enseñanza-aprendizaje) Innovación Educativa, vol. 10, núm. 53, octubre-diciembre, 2010, pp. 43-53 Instituto Politécnico Nacional Distrito Federal, México
- Universidad Internacional de La Rioja. Evaluación 360° del Trabajo Cooperativo. Recuperado de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/7208/LEJARRETA%20ERRASTI%2C%20IRATXE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rafael López Cubino. Modelos de Gestión de Calidad. Recuperado de <https://www.jesuitasleon.es/calidad/Modelos%20de%20gestion%20de%20calidad.pdf>
- Universidad Militar Nueva Granada. El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realzar el potencial administrativo. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/34875/CastilloPineda%20LadyEsmeralda2019.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García P, Manuel; Quispe A., Carlos; Ráez G., Luis Mejora continua de la calidad en los procesos
- Industrial Data, vol. 6, núm. 1, agosto, 2003, pp. 89-94 Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>
- Rafael López Cubino. Modelos de Gestión de Calidad. Recuperado de <https://www.jesuitasleon.es/calidad/Modelos%20de%20gestion%20de%20calidad.pdf>
- Baldrige National Quality Program USA. MODELO DE EXCELENCIA EN LA GESTIÓN MALCOLM BALDRIGE. Recuperado de http://www.praxis.com.pe/portal/sites/default/files/m_baldrige_2006.pdf
- Ammy Massiel Rodríguez Valdivia. Lesly Johary Sandoval Mejía. Modelo Malcolm Baldrige para la gestión de calidad total en ORTYCAST, Estelí - 2017. Recuperado de <https://repositorio.unan.edu.ni/8931/1/18784.pdf>
- Rafael López Cubino. Modelos de Gestión de Calidad. Recuperado de <https://www.jesuitasleon.es/calidad/Modelos%20de%20gestion%20de%20calidad.pdf>
- The EFQM Model Revised 2nd Edition. Recuperado de <https://www.efqm.org/efqm-model>
- Rafael López Cubino. Modelos de Gestión de Calidad. Recuperado de <https://www.jesuitasleon.es/calidad/Modelos%20de%20gestion%20de%20calidad.pdf>
- Ministerio del Fomento. Modelos para implantar la mejora continua en la gestión de empresas de transporte por carretera. Recuperado de <https://www.fomento.gob.es/nr/rdonlyres/da5481e6-03c1-490f-9d34-28ca8f99ff20/19355/via1.pdf>
- Superintendencia Nacional de Salud. Resolución 4559 de 2018 “Por medio de la cual se adopta el modelo de Inspección, Vigilancia y Control para la Superintendencia Nacional de Salud para el ejercicio de la supervisión de los riesgos inherentes al Sistema General de Seguridad Social en Salud”. Recuperada de <https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/Resoluciones/RESOLUCI%C3%93N%204559%20de%202018.pdf>

Estado del arte sobre el uso de tecnologías emergentes para procesos de inclusión laboral de personas con discapacidad intelectual en procesos logísticos

State of the art on the use of emerging technologies for labor inclusion processes of people with intellectual disabilities in logistics processes

Cristina Ramírez Meneses¹, Neyla Alejandra Carrillo Ramírez², Yuli Tatiana Arévalo Cruz³

¹. Ingeniera Industrial, Magister en Ingeniería Industrial, líder de Grupo de investigación. ². Ingeniera geóloga, especialista en aprovechamiento de recursos hidráulicos, instructora investigadora SENA. ³. Licenciada en educación, con énfasis en educación especial, especialista en gerencia de proyectos educativos, instructora investigadora SENA.

Resumen

Este artículo presenta una revisión literaria frente al uso de tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial para favorecer los procesos de inclusión de personas con discapacidad intelectual en el mercado laboral del sector logístico. La búsqueda de información se orientó a los artículos publicados en bases de datos especializadas entre el 2015 y 2021; se incluyeron, además, políticas públicas en Colombia.

El objeto de esta investigación es identificar los avances del sector logístico para adoptar tecnologías y dar cumplimiento a los programas de res-

ponsabilidad social empresarial que favorezcan los procesos de inclusión laboral en el marco de la política pública de discapacidad en Colombia, el cual sirva como base para el desarrollo de proyectos en investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación.

Palabras Claves: Discapacidad intelectual, Inclusión laboral, Tecnología y discapacidad, Sistema ciberfísico, Sistema de salud y seguridad en el trabajo.

Fecha de recibido: 21/11/2021 Fecha de aceptación 16/12/2021

Correo electrónico: cramirez@sena.edu.co, nacarrillo@sena.edu.co, yuarevalo@sena.edu.co

Citar como: Ramírez, C; Carrillo, N.A y Arévalo Y.T. (2021). Estado del arte sobre el uso de tecnologías emergentes para procesos de inclusión laboral de personas con discapacidad intelectual en procesos logísticos. *Revista RETO*, 9.

Abstract

This article presents a literary review regarding the use of emerging technologies from the fourth industrial revolution to promote the processes of inclusion of people with intellectual disabilities in the labor market of the logistics sector. The information search was oriented to articles published in special databases between 2015 and 2021; In addition, public policies in Colombia were included.

The purpose of this research is to identify the advances of the logistics sector to adopt and comply with the corporate social responsibility programs that favor the processes of labor inclusion within the framework of the public policy on disability in Colombia, which serves as a basis for the development of applied research projects, technological development and innovation.

Key words: Intellectual disability, Labor Inclusion, Technology and disability, Cyber-physical system, Occupational health and safety system.

Introducción

El presente artículo aborda la revisión documental sobre el uso de tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial en los procesos de inclusión laboral en el sector logístico para personas con DI (discapacidad intelectual); un trastorno caracterizado por limitaciones significativas tanto en funcionamiento intelectual, como en conducta adaptativa (Asociación Americana de discapacidades intelectuales y del desarrollo, 2010).

La integración de avances tecnológicos en las últimas dos décadas ha impulsado el desarrollo de artefactos ciberfísicos y aplicaciones, entre otros, para la vida y el bienestar del ser humano en diferentes ámbitos (Savaglio, 2020). En la gestión de cadenas de suministro y los procesos logísticos la incorporación de herramientas como: el Internet de la industria de las cosas (IoT), la computación en la nube, Big Data y analítica entre otros, han agregado mayor valor y eficiencia a las organizaciones en el control de sus procesos y la toma de decisiones acertadas (Ramírez, 2021). No obstante, el potencial que tiene el uso de tecnologías en los entornos circundante de las organizaciones es innumerable, especialmente si se habla de aspectos de responsabilidad social.

Por ejemplo, la creciente preocupación en los países por el desarrollo sostenible ha fortalecido entre otros aspectos; la promoción de políticas públicas para la protección de los derechos humanos y libertades fundamentales de las personas sin discriminación y exclusión alguna, esto circunscribe las personas con discapacidad. Sin embargo, más allá de los beneficios tributarios y morales que pueda representar para las organizaciones adoptar procesos de inclusión laboral para esta población, representa un reto técnico frente al cómo transformar los paradigmas sociales sobre la discapacidad y el desarrollo de procesos productivos en entornos seguros y eficientes. Es allí donde la tecnología se convierte en un aliado clave para contrarrestar las deficiencias o barreras existentes ante la actividad laboral.

Lo anterior orienta la presente investigación al reconocimiento de los avances tecnológicos dispuestos para el cierre de brechas ante la desigualdad de oportunidades para acceder a un trabajo digno y percibir una remuneración justa, beneficiando de esta manera a varios actores del sector productivo, social, cultural y educativo.

Discapacidad Intelectual e inclusión laboral en la era 4.0

De acuerdo con la resolución 113 de 2020 expedida por el ministerio de salud y protección social; la discapacidad intelectual está caracterizada por limitaciones significativas en el funcionamiento cognitivo como: el razonamiento, la resolución de problemas, la planificación, el pensamiento abstracto, el aprendizaje académico y en la conducta adaptativa que se manifiesta en habilidades adaptativas sociales, y prácticas. Lo cual representa un reto a abordar de manera multidisciplinar cuando se habla de procesos de inclusión laboral de personas con DI y aumentar la participación de esta población en las organizaciones.

Para la formación de personas con discapacidad, es necesario soportar las acciones dentro de la normatividad vigente, reconociendo a la población como sujetos de derechos, promoviendo la interacción social a su vez de garantizar ambientes libres de cualquier tipo de discriminación. Dentro del marco legal, la constitución nacional de Colombia de 1991, en los artículos: 13, 47, 54 y 68, se

referencia la protección del estado sobre las personas con discapacidad en los diferentes espacios de participación, ya sea salud, educación, cultura, recreación y el derecho al trabajo en condiciones dignas y considerando las características específicas de la población para su vinculación.

Así mismo, Colombia ejerciendo su participación como un país de oportunidades para todos, hace parte de tratados internacionales con el fin de proteger a la población dentro y fuera de su territorio, la reglamentación adoptada por Colombia como por varios países latinoamericanos es la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad de la ONU, y soportada en la ley estatutaria 1618 de 2013, la cual reglamenta el cumplimiento de la protección, la promoción y el aseguramiento del pleno goce de los derechos en condiciones de igualdad sin discriminación alguna, además promueve el respeto a la dignidad inherente; dentro de esta ley se destaca la creación de ajustes razonables para el acceso, participación y permanencia de todas las personas con discapacidad en cualquier contexto, por ello el análisis de la implementación de las tecnologías 4.0 alude a dar respuesta efectiva a una necesidad de adaptación del ambiente laboral y a su vez el ajuste en las metodologías de enseñanza aprendizaje de personas con DI, considerando que para lograr la formación profesional integral de esta población, se hace necesario contemplar y considerar las características específicas, su forma de aprender, sus necesidades a partir de su condición y así ir logrando la eliminación de barreras técnicas, ocupacionales, operativas y prácticas.

Actualmente se cuenta con normativas para garantizar la plena participación de las personas con discapacidad en procesos formativos, de igual forma, en el contexto laboral se reconocen beneficios tributarios para las organizaciones que dan cumplimiento a los programas de responsabilidad social empresarial formulados desde el ministerio de protección social. Entre estos: la política pública de discapacidad en Colombia se crea con el fin de implementar procesos de inclusión laboral en el país, con la participación de la Cooperación del Ministerio de Trabajo y Migraciones de España y la Dirección General de Promoción del Trabajo del Ministerio de la Protección Social. En este se establece una serie de rutas y guías que le per-

miten al sector productivo identificar las diferentes alternativas de contratación de personas con discapacidad, a su vez se resaltan los beneficios tributarios tales como: (i) Las empresas son preferidas en igualdad de condiciones en los procesos de licitación, adjudicación y celebración de contratos, sean estos públicos o privados si estos tienen en sus nóminas por lo menos un mínimo del 10% de sus empleados con discapacidad (Ley 361 DE 1997 Artículo 24), (ii) Tienen prelación en el otorgamiento de créditos de organismos estatales, siempre y cuando estos se orienten al desarrollo de planes y programas que impliquen la participación activa de personas con limitación, (iii) Gozan de beneficios arancelarios a la importación de maquinaria y equipo especialmente adaptados o destinados al manejo de personas con limitación, (iv) Las empresas que contraten trabajadores con limitación no inferior al 25% y que estén obligados a presentar declaración de renta tienen derecho a deducir de la renta el 200% del valor de los salarios y prestaciones sociales pagados durante el último año gravable a los trabajadores con limitación. LEY 361 DE 1997 Artículo 31). PARÁGRAFO: La cuota de aprendices que está obligado a contratar el empleador se disminuirá en un 50%, si los contratados por él son personas con discapacidad comprobada no inferior al 25%. Es decir, que cada aprendiz SENA con discapacidad vale el doble en la cuota asignada a la empresa.

En la última década ha ido creciendo el número de organizaciones conscientes de la relevancia que tiene para el mercado actual la inclusión de personas con discapacidad en actividades productivas. Por una parte las empresas que adoptan las políticas públicas y programas de inclusión laboral: mejoran su imagen y reconocimiento en el sector y la sociedad, reciben beneficios tributarios que impactan sobre su productividad, al tiempo que aumentan notablemente el nivel de proactividad, compromiso y autoestima de una persona con discapacidad, transformando vidas y las de sus familias.

No obstante, los procesos de inclusión laboral para personas con DI no es una tarea trivial. La formación profesional integral, la adaptación del

entorno y las condiciones de trabajo seguras; requieren de cambios estructurales, metodológicos y tecnológicos, los cuales serán abordados en las siguientes sesiones de este artículo.

Metodología

El desarrollo de este estudio se basó en el análisis de información secundaria de investigaciones disponibles en bases de datos y documentación legal que permitiera la caracterización bibliográfica y descriptiva de: los procesos de inclusión laboral en el sector logístico, las condiciones laborales para una persona con discapacidad, y el uso potencial de tecnología 4.0. El rango de búsqueda se concentró en artículos de 2016 en adelante. Con base en ello se elabora un estado del arte que evidencia las características del proceso de inclusión direccionado especialmente a personas con discapacidad intelectual.

La revolución tecnológica al servicio de la discapacidad

A través de la historia, los avances tecnológicos han generado grandes transformaciones en la industria y la sociedad misma (Ramírez Meneses, 2021). La era 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial se refiere a la integración de tecnologías innovadoras que han logrado la interconexión inteligente de productos, máquinas y procesos (Barreto et al., 2017) (Xun Xu et al., 2021) fusionando así mundos físicos, digitales y biológicos (Đuričin & Herceg, 2018, en (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2019)).

De acuerdo con el Boston Consulting Group (Rübmann et al., 2015) tecnologías como: el Big data y análisis, los robots autónomos, la simulación, la Integración de sistemas horizontales y verticales, el Internet industrial de las cosas, la ciberseguridad, la nube, la fabricación aditiva y la realidad aumentada constituyen los pilares fundamentales en los que se desarrolla la industria 4.0. La convergencia entre ellas dirige la mirada a una visión más sucinta como la de (Hermann et al., 2016) quienes identifican cuatro componentes clave de la Industria 4.0: los sistemas ciberfísicos o CPS (por sus siglas en inglés Cyber Physical System), la tecnología del internet de las cosas, los

componentes del servicio de internet portadores de información y la seguridad integral, y la fabricación inteligente. La combinación de estos permite desarrollar procesos ágiles, flexibles y eficientes al servicio del ser humano en diferentes contextos.

Desde el ámbito industrial, son múltiples los beneficios que se asocian a la implementación de tecnologías 4.0 (Dalenogare et al., 2018), (Bartevyan, 2015); la rapidez y eficiencia con la que se logra capturar, procesar y distribuir datos en las cadenas de valor han aumentado el nivel de control y precisión en el desarrollo de los procesos y la toma de mejores decisiones, así como facilitar el empoderamiento tanto de los trabajadores como de los clientes (Ramírez Meneses, 2021), (Deloitte, 2017). Por ejemplo, en el sector logístico hoy en día es posible movilizar millones de productos siendo rastreados en tiempo real, conectando diferentes activos a lo largo de una cadena de suministro de una manera significativa captando datos, que son analizados y activados para el desarrollo de procesos dinámicos, automatizados e inteligentes alcanzando mayores niveles de eficiencia operativa (DHL, 2017). No obstante, no todas las organizaciones ni países han avanzado al mismo ritmo, aún existe un largo camino por explorar; estos desarrollos implican desafíos considerables a nivel empresarial, político y social.

El uso de tecnologías emergentes en las organizaciones es un rasgo Ineludible que conduce a nuevos tipos y formas de trabajo, requiriendo así cambios en las estructuras internas de las empresas y sus relaciones (Schuh et al., 2017). En este sentido se vislumbra el potencial que tienen estas herramientas para enriquecer los procesos de inclusión laboral para personas con discapacidad. La robotización y la digitalización reducen las barreras de discriminación basadas en variables como la fuerza física, inercias o roles que tradicionalmente han perjudicado a las personas con discapacidad (Fundación Adecco, 2021).

Específicamente, el uso de tecnología en los procesos de inclusión laboral para personas con discapacidad intelectual ha sido abordada en menor proporción. El déficit cognitivo reduce la autonomía y habilidad de estas personas para interactuar con dispositivos diseñados para personas sin discapacidad. Estudios como los de Holstein (van Holstein et al., 2021) reconoce la existencia de procesos muy desiguales frente a la adopción

de tecnología para personas con discapacidad intelectual para la prestación de servicios públicos digitalizados tales como: pago electrónico, transporte público y el acceso a bibliotecas. Su estudio sugiere el establecimiento de políticas y prácticas inclusivas desde un enfoque holístico que refuerce las habilidades digitales de esta población, pues la tecnología es cada vez más omnipresente en el desarrollo de actividades cotidianas y se da por sentado su facilidad de uso. No obstante, el efecto representa un alto riesgo de exclusión para personas con discapacidad intelectual.

Por otra parte, (Bouchard et al., 2020) presentan el desarrollo de un prototipo de gama inteligente que permite monitorear y guiar a un usuario con deterioro cognitivo en la actividad de preparar una comida en condiciones seguras. Su demostración validó el potencial de las tecnologías emergentes al servicio de personas con déficit cognitivo, logrando desarrollar una actividad productiva sin riesgo al individuo o su entorno.

Durante los últimos años se ha suscitado un debate alrededor de los riesgos a los que se encuentran sometidos los individuos y la manera de prevenirlos, mitigarlos o recuperarse de ellos cuando se presenten. Aunque el Sistema de Seguridad Social en Salud establecido en 1993, ofrecía el cubrimiento de riesgos tales como enfermedad, vejez, muerte, incapacidad y el económico, entre otros, no cubría un buen número de riesgos. Así mismo, el contexto se encontraba claramente diferenciado entre lo atinente a la salud y lo relacionado con el trabajo (Ministerio de la Protección Social, 2004).

En la actualidad existen diversas actividades laborales que implican la realización de actividades en las cuales queda en evidencia la vulnerabilidad de los trabajadores que se podrían materializar en enfermedades laborales, tal como las que se presentan en el DECRETO 2566 DE 2009 (julio 7) “por el cual se adopta la Tabla de Enfermedades Profesionales”, por tanto, las repercusiones que se podrían presentar si las empresas u organizaciones no tienen un apropiado protocolo de salud y seguridad en el trabajo, en el cual se proteja al trabajador que la realiza diferentes actividades podrían ser graves.

En la actualidad el uso de la tecnología ha sido un ítem importante, puesto que herramientas como la inteligencia artificial y los robots que in-

corporan Inteligencia Artificial se están volviendo móviles, inteligentes y colaborativos. Su uso desvía a los trabajadores de situaciones peligrosas contribuyendo a mejorar la calidad del trabajo al entregar tareas repetitivas a máquinas rápidas, precisas e incansables. Los robots también pueden facilitar el acceso al trabajo a personas con características diferenciales (trabajadores mayores o con discapacidades) y colaborar con trabajadores humanos en un espacio de trabajo cooperado (M. Faozi Kurniawan, 2019), adicionalmente pueden ayudar a reducir riesgos con monitoreo de espacios seguros y seguimiento del buen uso de elementos de protección personal, que es una de las principales causas de accidentes en nuestro país.

En el año 2018 se publicó un artículo que analizaba el comportamiento de la accidentalidad en una empresa del sector logístico y portuario. Este trabajo evidenció 22 accidentes de trabajo en el año 2015, los principales accidentes fueron: el trauma superficial y las heridas abiertas, alcanzando cifras representativas entre los eventos de daño osteomuscular. Por otro lado, los accidentes de trabajo son atribuibles a condiciones ambientales de trabajo en mayor relación, y con menos frecuencia, incidentes ocurridos por la mercancía y materiales de trabajo. (Bedoya, E., Behaine, B., Gómez, E., Burgos, Y., Carrillo, M., Severiche, C., & Torres, J. 2018, página 6). Lo cual hace que sea importante no solo incorporar tecnología en la salud y seguridad en el trabajo para una adecuada evaluación de los riesgos, sino la importancia de la integración de las personas con algún tipo de discapacidad a labores logísticas sin que esto represente un riesgo para su salud o su vida.

Discusión

Colombia ha avanzado notoriamente en procesos de inclusión. A través de políticas y programas va en búsqueda de oportunidades para todos, el reconocimiento social y laboral. Por ejemplo: la contratación de aprendices con Discapacidad Intelectual o vinculaciones directas permita visibilizar la funcionalidad de esta población en los sectores productivos, aunque esta última podría darse con mayor frecuencia, y con mejores condiciones de empleabilidad.

Sin embargo, aún falta mayor conciencia en la generación y adopción de estrategias que permi-

tan una inclusión permanente en el sector productivo; pues es evidente la necesidad de las organizaciones de dar respuesta a su responsabilidad social, sin poner en riesgo la seguridad de sus colaboradores o su entorno, es allí donde la implementación de tecnologías 4.0, puede dar respuesta a las necesidades de inclusión tanto de la población como del sector empresarial.

El monitoreo de las labores diarias de los trabajadores basadas en la inteligencia artificial también puede ofrecer una oportunidad para mejorar la vigilancia de la seguridad y salud en el trabajo, se puede minimizar la exposición a diversos factores de riesgo, incluidos el acoso y la violencia, adicionalmente es importante suministrar alertas tempranas de estrés, problemas de salud y fatiga. Tener acceso a la información en tiempo real, puede influir en el comportamiento de los trabajadores y mejorar la seguridad y la salud. El monitoreo basado en inteligencia artificial podría respaldar la prevención basada en evidencia, la evaluación avanzada de riesgos en el lugar de trabajo e inspecciones de Seguridad y Salud en el Trabajo más eficientes. (M. Faozi Kurniawan, 2019). Pese a lo anterior, en Colombia hasta ahora se está iniciando este tipo de tecnologías e incorporando a actividades cotidianas y laborales.

Por todo ello, en este escenario la necesidad de realizar una Evaluación de Riesgos relacionada con la implementación de nuevas tecnologías o como parte de un proceso de transformación digital (incluyendo la integración y adopción de sistemas de Inteligencia Artificial) que puedan dar relevancia a las diferentes acciones realizadas en el diario quehacer laboral. Debido a la función característica de la Inteligencia Artificial, las empresas hoy más que nunca pueden servirse de esta tecnología para predecir patrones, identificar o prevenir riesgos y encontrar la mejor manera de minimizarlos. (Jorquera, S. M, 2021)

Considerando todo lo expuesto en cuanto a los procesos de inclusión de las personas con Discapacidad intelectual, es importante resaltar la brecha existente en los procesos de formación de la población y la realidad existente, pues aunque existen actualmente numerosos programas de formación con ajustes razonables, aún se hace necesario continuar visibilizando los niveles de funcionalidad de los jóvenes y adultos con DI en

el sector productivo siendo esto un ejercicio global tanto para los procesos de formación superior y para el trabajo, como para el sector empresarial, siendo este un reto para todas las instituciones que hacen parte de procesos de inclusión educativa y laboral, pues como se menciona en una de las experiencias de formación de personas con DI de la regional valle en el programa de empaque y embalaje de objetos, “la inclusión educativa y laboral de jóvenes con DI enfrenta múltiples barreras sociales que obstaculizan el logro de los ideales de inclusión; pues es claro que cuando existe voluntad de los involucrados y de las instituciones las metas personales e institucionales son posibles de alcanzar” (Flórez, M.N, 2016).

Conclusiones

A partir de la revisión literaria se identificó que actualmente existe una incipiente producción frente a investigaciones realizadas en la implementación de tecnologías 4.0 en procesos de inclusión laboral en personas con Discapacidad Intelectual, siendo esta una necesidad latente en pro tanto de la población como del sector productivo, adicionalmente, la incorporación de la tecnología en labores diarias, puede ser el inicio de una era diferente para Colombia, en donde la innovación puede disminuir las brechas diferenciales en la educación y en el trabajo para población sectorizada, esto, aumentando las oportunidades de acceso laboral a las personas con discapacidad y darle una solución efectiva al proceso de empleabilidad por partes del sector productivo, a su vez, contribuyendo a la razón social identificada en los planes de responsabilidad social y empresarial de cada empresa.

Es importante resaltar que al ofrecerle al sector productivo herramientas que permitan mejorar la participación y funcionalidad de las personas con DI, permitirá que se garantice la empleabilidad de la población, contribuyendo así a la construcción de una país incluyente y capaz de creer en la transformación de paradigmas en cuanto a la percepción sobre la discapacidad intelectual y su participación social y laboral.

Bibliografía

- Ramírez Meneses, C. (2021). Evolución de la gestión de la cadena de suministro y la logística, desde una visión tecnológica y sostenible. *Reto*, 8(1), 22–31. <https://doi.org/10.23850/reto.v8i1.2863> (Original work published 11 de febrero de 2021)
- Presidencia de la República (2021). Agendas Departamentales de Competitividad e Innovación, tomado de, <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/agendas-departamentales-de-competitividad/agendas-departamentales>.
- Política institucional para la atención de personas con discapacidad (2014). Resolución SENA 1726 - "Por la cual se adopta la Política Institucional para Atención de las Personas con discapacidad." https://www.sena.edu.co/es-co/transparencia/ProyectoNorma/res_1726_120814.pdf
- Constitución Política de Colombia (1991) Título II, de los derechos, las garantías y los deberes Art. 13, art. 47, art. 54, art. 68.
- Guía para empresas sobre los derechos de las personas con discapacidad - Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2018). "Guía para empresas sobre los derechos de las personas con discapacidad: cómo pueden las empresas respetar y apoyar los derechos de las personas con discapacidad y beneficiarse de la inclusión" https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_643941.pdf
- Ley Estatutaria 1618 - Garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad (2013). Título I, II, III, IV, V, Arts. 1 al 32. <https://discapacidadcolombia.com/phocadownloadpap/LEGISLACION/LEY%20ESTATUTARIA%201618%20DE%202013.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979). Resolución 2400, 1979 (mayo 22), 1–126. Retrieved from <http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/Res.2400-1979.pdf>
- Presidencia de la República de Colombia. (2009). DECRETO 2566 DE 2009: Tabla de enfermedades profesionales en Colombia. Decreto 2566 de 2009, 2009(julio 7), 1–4.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (2014). Norma Técnica Colombiana NTC 3955 Ergonomía definiciones y conceptos ergonómicos.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (ICONTEC). (2008). Principios Para El Diseño Ergonómico De Sistemas De Trabajo NTC5655. 571, 14.
- Colombia Ministerio de la Protección Social. (2010). DECRETO NÚMERO 3039 DE 2007 (10 de agosto de 2007) Por el cual se adopta el Plan Nacional de Salud Pública 2007-2010, 1795, 2002–2004.
- Colombia, Ministerio de la Protección Social. (2004). Plan Nacional de Salud Ocupacional 2003-2007.
- American Psychiatric Association (2014). Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5TM. American Psychiatric Publishing.
- Congreso de la República de Colombia. (1994, 9 de febrero) Ley 119. "Por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se deroga el Decreto 2149 de 1992 y se dictan otras disposiciones". Diario oficial https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=14930. Constitución Política de Colombia. (1991). Gaceta Constitucional n.o 116. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (1985, 28 de agosto). Acuerdo 12. Por medio del cual se establecen los lineamientos fundamentales de la política Técnico-Pedagógica del SENA y se fijan las directrices para su gestión con miras a lograr y conservar la Unidad Técnica en la Entidad. http://normograma.sena.edu.co/normograma/docs/acuerdo_sena_0012_1985.htm
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2014, 12 de agosto). Resolución 1724. Por la cual se adopta la Política Institucional para Atención de las Personas con discapacidad. http://normograma.sena.edu.co/normograma/docs/resolucion_sena_1726_2014.htm
- Procesos de Inclusión laboral en la política pública de discapacidad en Colombia. (2021a, 06 de septiembre) <https://www.minsalud.gov.co/riesgosprofesionales/documents/procesos%20de%20inclusi%C3%B3n%20laboral%20discapacidad.pdf>
- Ley 1346 de 2006. Por medio de la cual se aprueba la "Convención sobre los Derechos de las personas con Discapacidad", adoptada por la Asamblea General de la Naciones Unidas el 13 de diciembre de 2006.
- Los servicios de formación para el trabajo como parte del MODELO DE INCLUSIÓN LABORAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD "PACTO DE PRODUCTIVIDAD", abril de 2018.
- Resolución 113 de 2020. (Ministerio de Salud y Protección Social). Por la cual se dictan disposiciones en relación con la certificación de discapacidad y registro de localización y caracterización de personas con discapacidad. 31 de enero de 2020.
- ISO 45001. (2018). Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. ISO 45001:2018. Secretaría Central Del ISO, 1, 1–60. http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3103/1/Tesis_ISO_45001_Empresa_Nelisa_Catering_Torres%20C_Alexandra.pdf
- Bedoya, E., Behaine, B., Gómez, E., Burgos, Y., Carrillo, M., Severiche, C., & Torres, J. (2018). Control de pérdidas por accidentalidad laboral en el sector logístico. *Revista Espacios*, 39(9), 1–6.
- Mesonero, C. D. F. (2021). Tecnología y discapacidad.
- Jorquera, S. M. (2021, 3 junio). Inteligencia Artificial: preparando a los profesionales de la SST. PRL Innovación. Recuperado 7 de diciembre de 2021, de <https://www.prlinnovacion.com/el-futuro-de-la-inteligencia-artificial-preparando-a-los-profesionales-de-la-seguridad-y-salud/>
- M. Faozi Kurniawan. (2019). Policy Brief Policy Brief. Pancanaka, 1(03), 14. https://kebijakankesehatanindonesia.net/images/2019/policy_brief_penetapan_kelas_standar_pelayanan_jkn_sebagai_amanah_uu_sjsn.pdf
- Organización empresarial de logística y transporte. (2017). Riesgos Laborales Del Operario De Almacén. Instituto Regional de Seguridad y Salud En El Trabajo, 26.
- Flórez Lozano, A. (2016). Desafíos en la práctica docente para la inclusión educativa y laboral de personas con discapacidad cognitiva: Una experiencia en el marco de la Formación Profesional Integral. *Rutas de formación* No 2 ISSN 2463-1388 PP 54 – 59, 2863 (Original work published Enero - Junio de 2016)
- Ministerio de la Protección Social. (1997). Procesos De Inclusión Laboral En La Política Pública De. 5. https://www.minsalud.gov.co/riesgosProfesionales/Documents/Procesos_de_Inclusi%C3%B3n_Laboral_Discapacidad.pdf
- Gaviria, A. (2014). Política Nacional pública de discapacidad e inclusión social 2013 - 2022. Ministerio de Salud y Protección Social, 1, 7–121. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/politica-publica-discapacidad-2013-2022.pdf>
- Van Holstein, E., Wiesel, I., Bigby, C., & Gleeson, B. (2021). People with intellectual disability and the digitization of services. In *Geoforum* (Vol. 119, pp. 133–142). <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.12.022>
- Principios, D. Y. (2013). Ley estatutaria 1618 de 2013. 2013(Febrero 27).

- Adecco, F. (2019). Tecnología y Discapacidad Visual. *Novática: Revista de La Asociación de Técnicos de Informática*, 186, 12–15.
- Intellectual, D., Inclusiva, Y. E., & Una, C. (n.d.). Discapacidad intelectual y educación inclusiva en Colombia como una realidad en el aula. 1(2021), 40–56.
- Flórez Lozano, M. N. (2017). Desafíos en la práctica docente para la inclusión educativa y laboral de personas con discapacidad cognitiva: Una experiencia en el marco de la Formación Profesional Integral. *Revista Rutas de Formación: Prácticas y Experiencias*, 2, 54. <https://doi.org/10.24236/24631388.n2.2016.581>
- Defining social inclusion of people with intellectual and. (n.d.).
- Pastor Palomar, N. (2019). Reservas a la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. *Revista Electrónica de Estudios Internacionales*, 37. <https://doi.org/10.17103/reei.37.08>
- Ministerio de Tecnologías de la información y las Comunicaciones. (2019). Aspectos básicos de la industria 4.0. 43.
- Bouchard, B., Bouchard, K., & Bouzouane, A. (2020). A smart cooking device for assisting cognitively impaired users. *Journal of Reliable Intelligent Environments*, 6(2), 107–125. <https://doi.org/10.1007/s40860-020-00104-3>
- Savaglio, C., Ganzha, M., Paprzycki, M., Bădică, C., Ivanović, M., & Fortino, G. (2020). Agent-based Internet of Things: State-of-the-art and research challenges. *Future Generation Computer Systems*, 102, 1038–1053. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.09.016>
- Disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad (2013). Ley estatutaria 1618 de 2013. 2013(Febrero 27).
- Simplican, S. C., Leader, G., Kosciulek, J., & Leahy, M. (2015). Defining social inclusion of people with intellectual and developmental disabilities: An ecological model of social networks and community participation. *Research in Developmental Disabilities*, 38, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.008>
- Martins, A. P., Freitas, C., Cristina, M., Pereira, S., & Santos, C. (2021). “amik@” Social media platform for people with intellectual disability. *Procedia Computer Science*, 181(2019), 716–721. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.223>
- Marín, A. R. (2017). Prácticas innovadoras inclusivas, retos y oportunidades. *Análisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan Di RSUD Kota Semarang*, 3, 103–111.
- Conte, E. V., & Delgado-Pastor, L. C. (2016). A study on the efficacy of the structuring of support on professional training for young people with intellectual disabilities. *Siglo Cero*, 47(2), 99–114. <https://doi.org/10.14201/scero201647299114>

En esta edición

- Editorial
- Crisis Management of Small and Medium Enterprises in Response to the COVID-19 Public Health Crisis: The Case of Colombia
- La industria 4.0 en tu casa: Impresión de prototipos de herramientas de punzonado para trabajo en caliente con impresoras de modelado por deposición fundida de bajo coste
- Repercusiones éticas sobre el uso indebido del deepfake en el ámbito de las TIC mediante un análisis cualitativo documental
- Análisis de herramientas de seguimiento y evaluación de la calidad, en la prestación de los servicios de salud, para la determinación de la metodología más aplicable a la población afiliada al magisterio de Colombia
- Estado del arte sobre el uso de tecnologías emergentes para procesos de inclusión laboral de personas con discapacidad intelectual en procesos logísticos

