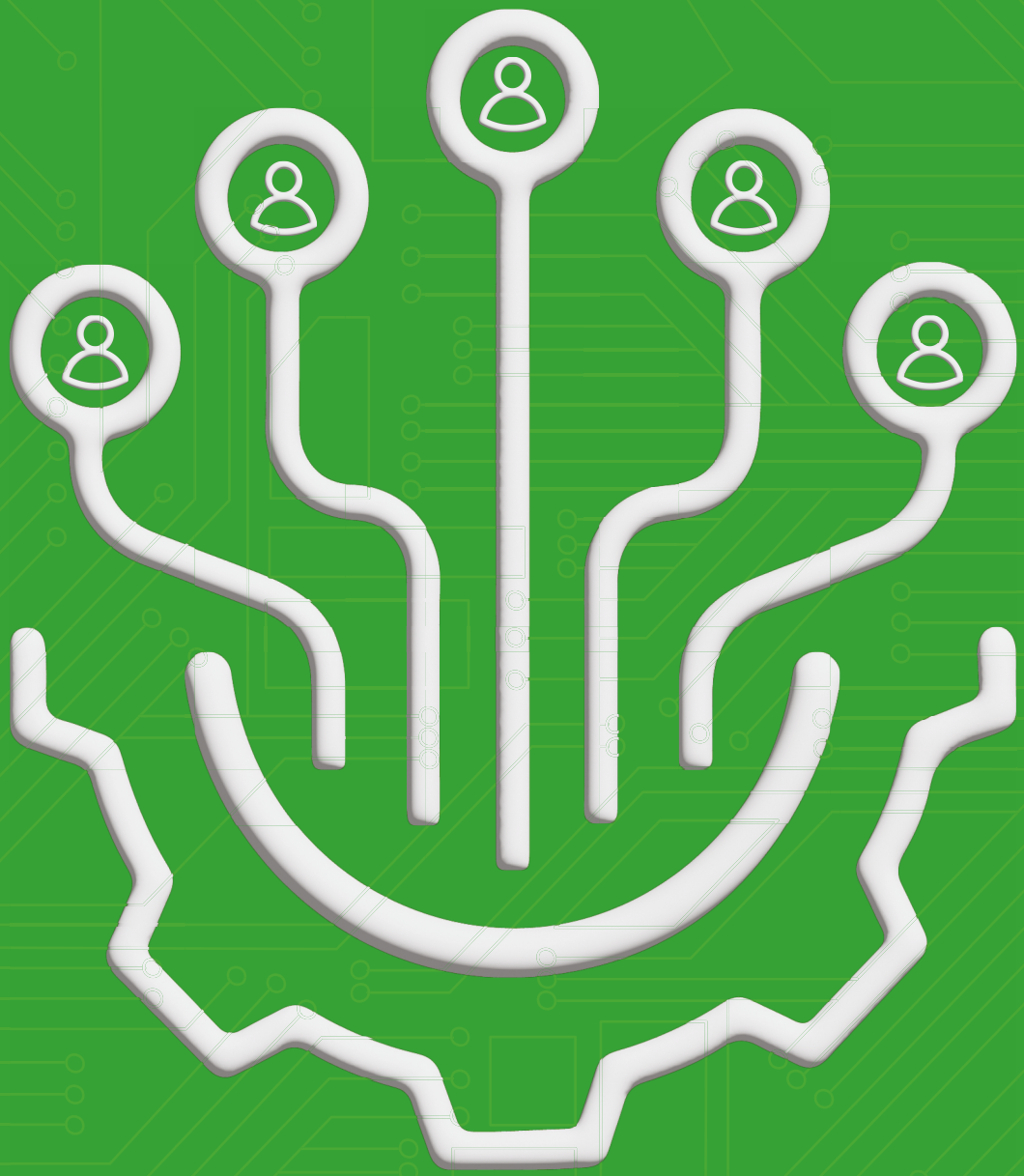
ReCSI
Red de Conocimiento en el Sector de la Ingeniería



INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN

Una Perspectiva Multicultural

SENA

Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Investigación, desarrollo tecnológico e innovación en ingeniería y administración / Jhon F. Gelves [y otros 41]. -- Cúcuta, Norte de Santander : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, 2022.

1 recurso en línea (243 páginas :PDF).

Contenido: Residuos de poda en el área metropolitana de Cúcuta: potencial energético de algunas especies presentes en el territorio -- Propuesta de modelo de gestión en el proceso de reincorporación económica en teorías de sistemas y modelo de la ocupación humana -- Análisis de ventajas competitivas en pequeñas empresas de Guanajuato México y Norte de Santander Colombia -- Prospectiva en vigilancia tecnológica del Centro CIES regional Norte de Santander-- Prácticas de gobierno de TI en el sector educativo -- Desarrollo de la línea de I+D+i de forensia digital.
ISBN: 978-958-15-0722-1.

1. Investigación y desarrollo--Norte de Santander (Colombia) 2. Desarrollo científico y tecnológico--Norte de Santander (Colombia) I. Gelves, Jhon F. II. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

CDD: 607.286124

Jorge Eduardo Londoño Ulloa
Director General

Nancy Briceño Moreno
Coordinador del Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica Dirección de Formación Profesional / Dirección General

Wilmar Manuel Cepeda Basto
Director Regional Norte de Santander

Eduardo Rivera Sierra
Subdirector Centro de la Industria la Empresa y los Servicios – CIES

Jhon Edward Lizarazo Parada
Freddy Oswaldo Ovalles Pabón
Rafael David Uribe Canónigo
Equipo SENNOVA Regional Norte De Santander

Grupo de Investigación en Desarrollo Tecnológico e Innovación – GINDET
CIES Norte de Santander.

Grupo de Investigación en Desarrollo de Software - GISOFT
Universidad de Santander Campus Cúcuta Norte de Santander

Grupo de Investigación EUREKA de Ingeniería Industrial UDES
Universidad de Santander Campus Cúcuta Norte de Santander

Red de Conocimiento en el Sector de la Ingeniería – ReCSI
Norte de Santander

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN: Una Perspectiva Multicultural

Autores: *John F. Gelves, Sandra M. Rozo, Richard Monroy, Yebrail A. Romero, Ludovic Dorkis, LF Bohorquez Chacón, MA Amaya-Mancilla, AE Villamizar Jaimes, MA Avendaño Sánchez, Marieth M. Perpiñan A., María G. de Lourdes Acosta C., Claudia I. Arámbula García, E. Mares Mares, Rosa I. Rodríguez O., María C. Hernández E., Rafael Uribe C., Alberto E. Gutiérrez, Jhon E Lizarazo P., Mauricio R. Santiago., T. Velásquez Pérez, D. Rico Bautista, A.M. Puentes Velásquez, H. Y. Jaramillo, J. A. Gómez Camperos, J. Álvarez Guerrero, F. Amaya Fernández, J. Córdoba Ramírez, Zaydeé J. González G., OV Rodríguez Manasse, JI Romero Gélvez, JP Rodríguez Tenjo, JL Leal Pabón, MP Rojas Puentes, CJ Parada, E Notario, E. Rivetti, JA Fleming, J. Grober Dorado, BB Luz Clara. B Gallo, DE Soto Durán*

Editor: *Editorial del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA*
Editores: *LF Bohorquez Chacón, MA Avendaño, Douglas Acosta C., AE Villamizar Jaimes, ZC Nieto Sánchez, Jhon E Lizarazo P*

ISBN (digital): *978-958-15-0722-1*
Segunda Edición
© Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

This work is licensed under the Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License.
To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Diseño, diagramación y corrector de estilos:
Juan Andrés León López - Agencia In house - Universidad de Santander UDES Campus Cúcuta - Colombia.

Hecho el depósito que exige la Ley

Este libro, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducido por ningún medio sin previa autorización escrita del autor.

Los textos publicados son de propiedad intelectual del autor y pueden utilizarse con propósitos educativos o académicos, siempre se que cite al autor y la publicación. Las opiniones aquí contenidas son de responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente las opiniones del Editor ni del SENA.

Cúcuta, Colombia. 13 Diciembre de 2022

Índice

Sección 1.

Gestión, Desarrollo y Competitividad

Capítulo 1. Residuos De Poda En El Área Metropolitana De Cúcuta: Potencial Energético De Algunas Especies Presentes En El Territorio. 15

Introducción

1. Marco Teórico.
1.1. Identificación De Las Especies Objeto De Estudio.

2. Metodología.

3. Resultados y discusión.
3.1. Aspectos Generales Del Residuo De Poda.
3.2. Análisis Elemental De Los Residuos De Poda.
3.3. Análisis Próximo De Los Residuos De Poda.
3.4. Poder Calorífico, Tiempo De Ignición Y Combustión De Los Residuos De Poda.

4. Conclusiones.

5. Agradecimientos.

6. Referencias bibliográficas.

Capítulo 2. Propuesta De Modelo De Gestión En El Proceso De Reincorporación Económica Basado En Teorías De Sistemas Y Modelo De La Ocupación Humana. 32

Introducción

1. Marco teórico.
1.1. Modelo De La Ocupación Humana Y Teoría De Sistemas.
1.2. Procesos De Reintegración, Reincorporación Económica Y Su Abordaje Desde La Perspectiva De Sistemas Y Subsistemas.

2. Metodología.
2.1. Procedimientos, Métodos Y Técnicas Utilizadas.
2.2. Proceso De Construcción De La Entrevista.

3. Resultados Y Discusión
3.1 Resultados Fases 1. Demanda Laboral Y Políticas De Gestión Humana.
3.1.1. Demanda Laboral.
3.1.2. Políticas De Gestión Humana; Estrategias De Reclutamiento, Selección Y Contratación.
3.1.3. Resultados Del Componente Volitivo.
3.1.4. Resultados Del Componente De Habituación.
3.1.5. Resultados Del Componente De Desempeño.
3.1.6. Consideraciones Del Escenario Regional, Frente Al Fortalecimiento De Políticas De Reclutamiento Selección Y Contratación Para Lograr Reincorporación Socio Laboral.
3.1.7. Percepción Y Conocimiento Regional Del Proceso De Reincorporación Económica.
3.2. Resultados De La Fase 2. Formulación De Estrategias De Adaptación Y Sostenibilidad Laboral Desde La Perspectiva Del Sector Productivo Y Expertos.

4. Conclusiones.

5. Referencias Bibliográficas

Capítulo 3. Análisis De Ventajas Competitivas En Pequeñas Empresas De Guanajuato, México Y Norte De Santander, Colombia 59

Introducción
1. **Marco Teórico.**
   1.1 Economía En México Y Colombia
   1.2 Efectos De La Pandemia En Las Empresas.
   1.3 La Competitividad En Las Empresas.
2. **Metodología.**
   2.1. Matriz De Competitividad.
   2.2. Método Inducción-Deducción.
   2.3. Método Analítico-Sintético.
3. **Resultados.**
4. **Conclusiones.**
5. **Referencias Bibliográficas.**

Capítulo 4. Prospectiva En Vigilancia Tecnológica Del Centro Cies Regional Norte De Santander. 73

Introducción
1. **Marco Teórico.**
2. **Metodología.**
3. **Resultados.**
   3.1 Fase I: Análisis Y Diagnóstico Estratégico.
      3.1.1 Análisis Externo.
      3.1.2 Análisis Interno.
      3.1.3 Línea Medular Industria.
      3.1.4 Análisis Vigilancias Científico-Tecnológicas Por Línea Medular.
   3.2 Fase Ii: Formulación Estratégica.
      3.2.1 Validación Con Expertos.
      3.2.2. Formulación Estratégica (Visión, Objetivos Estratégicos).
   3.3 Fase Iii- Recomendaciones Estratégicas
4. **Conclusiones.**
5. **Referencias Bibliográficas.**

Sección 2.

Ingenierías y Administración

Capítulo 5. Prácticas De Gobierno De Ti En El Sector Educativo. 92

Introducción
1. **Marco Teórico.**
2. **Metodología.**
3. **Resultados Y Discusiones.**
   3.1 Conceptualización De Gobierno Y Gestión De Ti.
   3.2 Clasificación De Ogg Aplicados.
      3.2.1 Seguridad De La Información.
   3.3 Direccionamiento Estratégico.
      3.3.1. Plan Estratégico De Ti.

3.3.2. Análisis De Prospectiva.
4. Conclusiones.
5. Referencias Bibliográficas.

Capítulo 6. Diseño De Guías De Onda Nanofotónicos Para El Desarrollo De Biosensores De Alta Sensibilidad. 109

Introducción
1. Marco Teórico.
1.1. Guías De Onda Nanofotónicos.
1.2. Biosensores Fotónicos De Onda Evanescente.
1.2.1. Biosensores Basados En Spr.
1.2.2. Biosensores Basados En Mzi.
1.2.3. Biosensores Basados En Anillos Resonantes.
1.2.4. Biosensores Basados En Cristales Fotónicos.
2. Metodología Para El Diseño De Guías De Onda Nanofotónicas.
2.1. Definición De Parámetros Globales.
2.2. Definición De La Geometría.
2.3. Definición Del Mallado.
2.4. Definición De La Física Y Estudios Para Realizar.
2.5. Análisis De Resultados Mediante Curvas De Sensibilidad.
3. Resultados Y Discusiones.
4. Conclusiones.
5. Referencias Bibliográficas

Capítulo 7. Diseño De Una Metodología Para La Determinación De Necesidades Sociales, Formativas Y Los Planes De Fortalecimiento Requeridos Por El Entorno Laboral Regional. 125

Introducción
1. Marco Teórico.
1.1. La Disrupción Y El Papel De La Planificación Integrada En La Educación Superior
1.2. Planificación Estratégica Y Planificación Académica.
1.2.1. Planificación Estratégica En La Educación Superior.
1.2.2. Planificación Académica Y Necesidades Del Mercado Laboral.
1.3. Métodos Para Identificar Las Necesidades Del Mercado Laboral.
1.3.1. Métodos Propuestos Por La OCDE.
1.3.2. Métodos Propuestos Por La SCUP.
1.4. Búsqueda De Consenso En Grupos De Interés.
1.4.1. Toma De Decisiones Grupales Y Consenso.
1.4.2. Método De La Suma Ponderada.
2. Metodología Para Fortalecer La Pertinencia De Los Programas De Pregrado
2.1. Efectividad Institucional.
2.2. Escaneo Ambiental Regional.
2.3. Reunir La Opinión De Las Partes Interesadas.
2.4. Planes De Acción.
3. Análisis Y Discusión De Resultados.
3.1. Disrupción En Educación Superior E Identificación De Las Necesidades Del Entorno.

3.2. Implementación del modelo teórico.
4. Conclusiones
5. Referencias Bibliográficas.

Sección 3.
Formación en ingenierías

Capítulo 8. Estructura De Evaluación Del Impacto Social Para Los Programas Académicos De Ingeniería Social. 142

Introducción
1. Marco Teórico.
1.1 Impacto Social.
1.2. Que Es El Estudio De Impacto.
1.3. Referentes Del Sistema Nacional De Acreditación.
1.4. Evaluación De Impacto.
1.5. Retos De Una Evaluación De Impacto.
2. Metodología
3. Resultados Y Discusión.
3.1. Proyecto De Educación Institucional – Pei.
3.2. Proyecto Educativo De Facultad – Pef.
3.3. Proyecto Educativo De Programa – Pep.
3.3.1. Fase 1: Definir Los Grupos Interesados Por Dimensión.
3.3.2. Fase 2: Definir Variables.
3.3.3. Fase 3: Operacionalización De Variables.
3.3.4. Fase 4: Diseñar Y Validar Instrumentos.
3.3.5. Fase 5: Aplicación Y Análisis De Datos.
3.3.6. Fase 6. Definir Acciones / Estrategias.
4. Conclusiones.
5. Referencias Bibliográficas.

CAPÍTULO 9. Desarrollo de la Línea de I+D+i de Forensia Digital. 164

Introducción.
1. Desarrollo De La I+D En La UCASAL E Impacto En La Línea De I+D+I De Forensia Digital.
1.1. La Gestión De La I+D.
1.2. Políticas De Desarrollo De La I+D.
1.3. Recursos Humanos Para La I+D.
1.4. Vinculación De La I+D Con El Contexto.
1.5. Integración De La I+D Con Otras Funciones Universitarias.
1.6. Actividad Y Producción Científica.
1.7. Infraestructura Y Equipamiento Para La I+D.
1.8 Estado De La Línea De I+D+I De Forensia Digital En La Actualidad.
2. El Plan Estratégico De La Línea De Investigación.
3. Principales Resultados Logrados.
3.1. Continuidad De La Línea De Investigación Según Distintos Objetos De Estudio.
3.1.1. Proyectos Vinculados Al Análisis Forense Del Correo Electrónico.
3.1.2. Proyectos Vinculados Al Análisis Forense Del Internet De Las Cosas.

3.1.3. Proyectos Vinculados Al Análisis Forense De Servicios De Cloud Computing.
3.2. Actividades vinculadas a la Formación de Recursos Humanos.
4. Conclusiones.
5. Referencias Bibliográficas.

Capítulo 10. Propuesta De Formación En Pruebas De Software Como Estrategia De Fortalecimiento Al Currículo Académico De Profesionales En Ti. 183

Introducción
1. Marco Teórico.
1.1 Pruebas De Software Y Calidad De Software.
1.2 Competencias, Resultados De Aprendizaje.
1.3 Estándares De Prueba De Software Iso/Iec/Ieee 29119.
1.4 Estrategia Didáctica.
2. Metodología.
2.1 Población Y Muestra.
2.2 Técnicas, Procedimientos De Recolección, Análisis De Información Y Métodos.
2.3 Método De Validación De Las Lecciones.
3. Resultados Y Discusión.
3.1 Resultados De La Fase 2. Definición De La Estrategia.
3.2 Resultados De La Fase 3. Modelo De Formación.
3.3 Fase 4. Validación Del Modelo.
4. Conclusiones.
5. Referencias Bibliográficas.

Lista de Figuras

Figura 2.1 Fase 1. Análisis de la demanda laboral y políticas de gestión humana en el escenario productivo del Departamento Norte de Santander…… 38
Figura 2.2 Fase 2. Formulación de estrategias de adaptación y sostenibilidad laboral desde la perspectiva del sector productivo y expertos…… 39
Figura 2.3 Comparación de tipos de vacantes/ Nivel del Cargo Sectores…..... 41
Figura 2.4 Análisis de la descripción del Puesto……..…… 42
Figura 2.5 Resultados del componente volitivo……... 45
Figura 2.6 Resultados del componente de habituación…… 46
Figura 2.7 Resultados del componente de desempeño……..... 46
Figura 2.8 Estrategias de fortalecimiento de políticas de reclutamiento, selección y contratación……..... 49
Figura 3.1 Establecimientos CE 2019 y EDN 2020-2021…… 62
Figura 3.2 Total de empresas activas empleadoras de los años 2018-2019…… 63
Figura 3.3 Sectores estratégicos de Norte de Santander…… 67
Figura 3.4 Sectores estratégicos de Guanajuato…… 68
Figura 3.5 Comparación entre sectores estratégicos…… 68
Figura 3.6 Cumplimiento de indicadores de competitividad en Guanajuato……... 69
Figura 3.7 Cumplimiento de indicadores de competitividad en Norte de Santander…… 70
Figura 3.8 Comparación de indicadores de competitividad entre Guanajuato y Norte de Santander……..... 71
Figura 4.1 Matriz de Impacto Cruzada (MIC)…… 81
Figura 4.2 Mapa de Trayectoria Tecnológica Industria-TIC (CIES-MTT)……. 86
Figura 4.3 Mapa de Trayectoria Tecnológica Comercio-TIC (CIES-MTT)……... 86
Figura 4.4 Variables priorizadas de matrices IGO…… 87
Figura 4.5 Construcción de Escenarios y ruta morfológica centro CIES…… 88
Figura 4.6 Oferta de Programas de Formación centro CIES 20-30…… 89
Figura 5.1 Articulación conceptual alrededor de Gobierno de TI..……. 95
Figura 5.2 Tendencias alrededor de Gobierno de TI…… 97
Figura 5.3 Sistemas de Gobierno TI en las organizaciones…… 99
Figura 5.4 MSI para las Instituciones de Educación Superior…… 102
Figura 5.5 Modelo de planeación estratégica de ti que permite la alineación con el modelo it4+ 104
Figura 5.6 Cuadro de mando integral Instituciones de educación básica y media…… 105
Figura 5.7 Escenarios análisis de prospectiva…… 106
Figura 6.1 Secciones de Guías de Onda Nanofotónicas: (a) Circular. (b) Tipo Strip. (c) Tipo Canal (d) Tipo Rib…… 112
Figura 6.2 Ilustración del fenómeno de Campo Evanescente…… 113
Figura 6.3 Biosensores nanofotónicos basados en: a) SPR. b) MZI. c) anillos resonantes. d) Cristales fotónicos……... 114
Figura 6.4 Fases del diseño de un guía de onda: a) Espacio de simulación. b) Mallado. c) Análisis modal…… 119

Figura 6.1 Curvas de análisis modal para un guía de onda tipo Strip con núcleo de SU-8 y 600 nm de espesor…… 122
Figura 6.2 Sensibilidad Volumétrica para diferentes anchos del guía de onda tipo Strip polimérico…….... 123
Figura 7.1 Pirámide de 5 pasos en la revisión…… 132
Figura 7.2 Mapa temático de cercanía temática…… 134
Figura 7.3 Metodología para fortalecer la pertinencia de los programas de pregrado…… 135
Figura 7.4 Interacción en la efectividad institucional del programa académico…… 136
Figura 7.5 Desarrollo de la Agregación de opiniones…… 137
Figura 8.1 Dimensiones Impacto Social…… 149
Figura 8.2 Estructura de evaluación del impacto social de los programas de Ingeniería…… 152
Figura 9.1 Plan Estratégico. Metodologías, herramientas y servicios de la línea de I+D+I de Forensia Digital……... 176
Figura 9.2 Plan Estratégico. Formación De Recurso Humano Y Servicios De Formación…… 176
Figura 9.3 Plan Estratégico. Posicionamiento Local, Regional y vínculos con actividades de docencia…… 177
Figura 10.1 Ruta Metodológica…… 191
Figura 10.2 Modelo de formación en las pruebas de software…… 196

Lista de Tablas

Tabla 1.1 Identificación de la especie Cassia fistula 18
Tabla 1.2 Identificación de la especie Guazuma ulmifolia 18
Tabla 1.3 Identificación de la especie melicocca bijugatus 19
Tabla 1.4 Identificación de la especie Senna siamea 19
Tabla 1.5 Identificación de la especie swinglea glutinosa 20
Tabla 1.6 Identificación de la especie Tabebuia rosea 20
Tabla 1.7 Características de la humedad inicial y densidad de los residuos de cada especie objeto de estudio 23
Tabla 1.8 Análisis elemental CHNSO de los residuos de cada especie objeto de estudio 24
Tabla 1.9 Análisis próximo de los residuos de cada especie objeto de estudio (biomasa) 25
Tabla 1.10 Consolidado de poder calorífico, tiempo de ignición y combustión de los diferentes residuos 28
Tabla 2.1 Operacionalización de variables y categorías 40
Tabla 5.1 Buenas prácticas asociadas a la SI 100
Tabla 7.1 Cantidad de documentos en cada peldaño de la pirámide de 5 pasos 133
Tabla 8.1 Grupos de interesados 154
Tabla 8.2 Listado de Variables 156
Tabla 8.3 Listado de Indicadores 158
Tabla 10.1 Competencias en pruebas de software según el nivel de formación 193
Tabla 10.2 Lecciones de Aprendizaje 194
Tabla 10.3 Relación de competencias con las lecciones definidas. 194
Tabla 10.4 Modelo de aprendizaje vs Entorno de aprendizaje 199

Presentación

El objetivo del libro es divulgar resultados de investigación producto de los proyectos de Investigación, desarrollo e innovación en las áreas de ingenierías y administración, ejecutados en las instituciones que hacen parte de la Red de Conocimiento en el sector de la Ingeniería–RECSI e instituciones aliadas nacionales e internaciones, y que han sido presentados en el marco del Encuentro Internacional en ciencias aplicadas e ingenierías EISI, entre los años 2018 y 2022.

La obra consolida el trabajo de la red y de sus instituciones aliadas, en la generación y apropiación social del conocimiento en diferentes regiones tanto nacionales como internacionales. Se presenta en tres secciones; "Gestión, desarrollo y competitividad", "Ingenierías y administración" y "Formación en ingenierías".

En la sección de gestión, desarrollo y competitividad, se pretende develar el fortalecimiento de procesos de gestión, desarrollo y competitividad de las regiones a través de investigaciones de corte experimental y aplicada para el desarrollo sostenible, develando la importancia de las tecnologías de la Información y la comunicación, el uso eficiente de la energía y el fortalecimiento de la capacidad local. Se espera en esta sección demostrar que las regiones pueden unificar esfuerzos y avanzar en el logro de metas en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible.

En la sección de ingenierías y administración, se pretende aportar conocimiento en el uso de técnicas para la toma de decisiones, el uso de buenas prácticas en la administración y el logro de la estrategia en las organizaciones.

En la sección de Formación en Ingenierías, se pretende consolidar la obra con los trabajos realizados en torno a la reflexión pedagógica y curricular en los procesos de formación, conducentes a egresos con habilidades para la innovación, el desarrollo y emprendimiento regional. Se espera que la obra, logre un proceso de transferencia indirecta de conocimiento científico - tecnológico y de gestión de innovación, tanto a la comunidad académica como a los sectores productivos a nivel regional, nacional e internacional y la conexión con otras redes de conocimiento

Prologo

La Red de conocimiento en el Sector de la Ingeniería (ReCSi), tiene el agrado de presentarles a los lectores y autores la segunda edición del libro **INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN: Una perspectiva multicultural de la Editorial del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.** El libro contiene las contribuciones de los resultados de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación en las áreas de ingenierías y administración de instituciones participantes de la ReCSI, las cuales generaran, debates, nuevos interrogantes, nuevos planteos e innovaciones en nuestro quehacer investigativo y sobre todo proporcionara espacios para establecer nuevos lazos de integración como colaboraciones interinstitucionales.

Se espera que la obra, logre un proceso de transferencia indirecta del conocimiento científico - tecnológico y de gestión de innovación, tanto a la comunidad académica como a los sectores productivos a nivel regional, nacional e internacional y la conexión con otras redes de conocimiento. En el marco actual, en que se destaca la importancia del desarrollo tecnológico en el desarrollo general, la ingeniería puede y debe desempeñar un rol relevante, tanto a nivel regional, como internacional, mejorando continuamente el nivel de calidad y pertinencia social en la formación de sus graduados y profundizando los procesos de transferencia de conocimientos tecnológicos al medio.

Por otra parte, la ingeniería debe privilegiar en lo instrumental la selección, adopción o creación y utilización de "tecnologías sostenibles", tecnologías que ayuden a respaldar y concretar ese desarrollo humano sostenible, equitativo y progresista.
Dirigido principalmente a docentes y a alumnos, el libro nos conduce a lo largo de sus 3 secciones y 10 trabajos al abordaje pluridisciplinar y a la construcción de nuevas alternativas que se proponen para el logro de la transformación de la realidad expuestas alrededor de los 3 ejes temáticos de interés planteados: Innovación, Desarrollo regenerativo y sostenible y Educación en ciencias e ingeniería.

Los diferentes ejes sorprenden no solo por la profundidad con la que se han plasmado, sino también, por el orden y la sistematización, lo que invitara a recuperar horas provechosas de lectura de manera periódica, permitiendo acceder a los avances de cada uno de los ejes temáticos mencionados, impulsando al mismo tiempo a continuar con las investigaciones presentadas con el objetivo de ampliar cada vez más la frontera del conocimiento.

El libro INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN: Una perspectiva multicultural, es la representación directa del conocimiento científico y de la investigación. Los autores que aquí publican han dedicado mucho de su tiempo a su trabajo como investigadores y a la tarea de adquirir formación científica, haciendo que esta publicación sea relevante, no solo por la riqueza de su contenido sino también y la calidad de sus autores. Para finalizar quiero expresar un especial agradecimiento a cada uno de los autores de los capítulos, como así también, a los pares que realizaron la revisión técnica y los que colaboraron con la revisión científica.

Valeria Poliche
Fac. de Tecnologías y Ciencias Aplicadas - Universidad Nacional de Catamarca - Argentina.

Agradecimientos

A Dios por otorgar la vida, la sabiduría, la colaboración académica en la construcción de la obra y a todas las instituciones participantes por divulgar resultados de sus proyectos de investigación para el beneficio de la sociedad.

Instituciones	Proyectos
Universidad de Santander UDES Vigilada Mineducación	Fortalecimiento de los procesos estratégicos, operativos y de apoyo de la Asociación de Recicladores Emprendedores de Norte de Santander - ARENORTE en la ciudad de Cúcuta. Acta de inicio N° FI57-22. Proyecto de Fortalecimiento a la Extensión Diseño de un modelo de vinculación laboral para personas en proceso de reincorporación económica del departamento Norte De Santander. Acta de inicio CIF0108-19 de fecha 09/04/2019 Vicerrectoría de Investigaciones.
Universidad Libre	Estudio del potencial energético de la biomasa vegetal producida en el área metropolitana de Cúcuta y su aplicabilidad a la industria regional. Proyecto Minciencias 120885272102- contrato 80740-477-2020-convocatoria 852 de 2019 Diseño de transductores fotónicos usando materiales poliméricos y grafeno para aplicaciones de biosensado Centro Integrado para el Desarrollo de la. Investigación (CIDI) de la Universidad Pontificia Bolivariana – Apoyo Económico del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Colombia.
Universidad Francisco de Paula Santander Vigilada Mineducación	Modelo de Impacto Social en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la UFPS" , Acta 5 del 2021 del Comité Curricular de Ingeniería de Sistemas.
Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación	Aplicación de buenas prácticas de gobierno de tecnología de la información. Acta 0003 del 20 de junio del 2019

Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria	Estrategia didáctica para el proceso formativo de pruebas de software en instituciones de educación superior. Acta N°1 del 30 de enero de 2020
UCASAL	Avances en la Línea de I+D+i de Forensia Digital, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Salta (Argentina). Resolución Rectoral de la UCASAL Nº: 575/2.021
SENA	Plan tecnológico centro CIES Regional Norte de Santander. Código SGPS-7028-2020
ITESG	Análisis de la Competitividad en pequeñas empresas de Manufactura ante la postpandemia del COVID 19. Código I+DSH022. Aprobado su ejecución bajo en Acuerdo CMTPRY-21-S5-03 en el CONVENIO IDEAGTO/CONV/077/2021.

Sección 1.

Gestión, Desarrollo y Competitividad

- **Capítulo 1.** Residuos De Poda En El Área Metropolitana De Cúcuta: Potencial Energético De Algunas Especies Presentes En El Territorio.

- **Capítulo 2.** Propuesta De Modelo De Gestión En El Proceso De Reincorporación Económica Basado En Teorías De Sistemas Y Modelo De La Ocupación Humana.

- **Capítulo 3.** Análisis De Ventajas Competitivas En Pequeñas Empresas De Guanajuato, México Y Norte De Santander, Colombia.

- **Capítulo 3.** Prospectiva En Vigilancia Tecnológica Del Centro CIES Regional Norte De Santander.



Residuos de poda en el área metropolitana de Cúcuta: Potencial energético de algunas especies presentes en el territorio

Pruning residues in the metropolitan area of Cúcuta: Energy potential of some species presents in the territory

John F. Gelves[1], Sandra M. Rozo[1], Richard Monroy[1], Yebrail A. Romero [1], Ludovic Dorkis [2]

[1]Facultad de ingeniería, grupo de investigación en competitividad y sostenibilidad para el desarrollo, Universidad Libre seccional Cúcuta, Colombia Avenida 4ta 12N-81 El Bosque, Cúcuta - Colombia. (Tel: (+57)(607)5829810; e-mail: johnf.gelvesd@unilibre.edu.co, sandram.rozor@unilibre.edu.co, richard.monroys@unilibre.edu.co, yebrail.romeroa@unilibre.edu.co).

[2]Departamento de materiales y minerales, Facultad de minas, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Calle 59A # 63 - 20; Medellín, Colombia. (Tel: (+57)(604)4309575; e-mail: ldorkis@unal.edu.co)

Introducción

Desde hace algunas décadas se viene prestando mayor atención al efecto que viene causando la actividad del hombre sobre la biosfera (Ellis, 2011). Dentro de este campo resalta el impacto de los combustibles especialmente los fósiles en el aumento del calentamiento global debido a la liberación de dióxido de carbono durante su combustión y a si mismo los efectos de dicho aumento de la temperatura sobre el planeta (Abbasi, 2011). Muchas publicaciones se han realizado al respecto resaltando la necesidad de encontrar nuevas energías alternativas que sustituyan al petróleo y el carbón, evitar la liberación del dióxido de carbono durante la combustión e incluso la captura de este del ambiente a fin de reducir la concentración de este gas y de otros como el metano y el óxido nitroso de la atmosfera como estrategias de mitigación (Aminu *et al.*, 2017; Riahi & Roehrl, 2000).

Desde la organización de las Naciones Unidas también se han venido proponiendo acciones encaminadas a la promoción del desarrollo sostenible del planeta (Bexell & Josson, 2017). De los 17 objetivos planteados por dicha organización al menos 6 tienen un enfoque directo con la protección de los recursos aire, suelo y agua, resaltado en este trabajo los objetivos 7 (energías asequibles y no contaminantes), 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y 13 (acción por el clima) los cuales tiene una relación directa con la finalidad del presente trabajo.

La biomasa ha venido ganando auge como una opción importante que puede estar en sintonía con los objetivos de desarrollo sostenible anteriormente mencionados. Diferentes estudios han demostrado que la biomasa vegetal puede tener un buen potencial energético para su uso residencial e industrial, se considera un combustible neutral en carbono, con menores concentraciones de nitrógeno y azufre, es en muchos casos un residuo de la agroindustria y (bajo costo) y además es renovable (Srivastava *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2018). Acorde con lo anterior el estudio de la biomasa y su posterior utilización puede ser muy relevante para la sociedad actual y para las futuras generaciones no solo en materia ambiental si no también en aspectos de tipo económico.

En el presente trabajo se ha querido estudiar que potencial energético tiene los residuos de poda urbana que se generan en la Ciudad de Cúcuta y municipios aledaños (Colombia), la cual se estima en cerca de 2000 toneladas mensuales (Gelves *et al.*, 2021). Dichos residuos actualmente no tienen ninguna aplicabilidad, puesto que es muy limitado el conocimiento que se tiene sobre ellos, además de ello generan sobrecostos a las empresas dedicadas a esta labor y en muchos casos son causantes de contaminación visual, malos olores y facilitan la proliferación de vectores.

1. Marco teórico

Desde el punto de vista energético la biomasa se considera materia orgánica cuyo origen puede ser tanto vegetal como animal. En el primer caso es posible obtener biomasa vegetal a partir de diferentes fuentes entre ellas destaca la flora (árboles y maleza) para uso en la generación de energía, resaltando que esta se origina de forma natural en bosques, es decir sin intervención del hombre. También están los procesos antrópicos donde destaca el cultivo de la madera para su uso directo en la generación de energía, los desechos de la agroindustria y de la misma agricultura, desechos orgánicos domésticos, residuos de la industria de la madera y del papel, de igual manera puede llegar a ser significativo los residuos generados a partir del mantenimiento de redes y ornamentación de la flora de los centros urbanos (Tumuluru *et al.*, 2011).

Con relación al origen animal de la biomasa se da una situación similar a lo planteado para la flora, ya que es posible obtener biomasa sin o con intervención del hombre, en el primer caso se da en la naturaleza a partir de microorganismos hasta especies de gran tamaño incluido los seres humanos. Sin embargo, son los procesos con intervención del hombre los que tienen

mayor relevancia pensando en su uso para la generación de energía, resaltando el material residual de la agroindustria, especialmente aquellos relacionados con el procesamiento de cárnicos (Tumuluru *et al.*, 2011).

En el caso de la biomasa vegetal que es el interés de este estudio, su uso con fines energéticos resulta muy valioso ya que como se ha expresado con anterioridad se considera un combustible renovable, de bajo costo y de carácter neutral, es decir que no contribuye a incrementar la cantidad de dióxido de carbono en la atmosfera, este hecho se da debido al proceso de fotosíntesis presente en las plantas los cuales toman este gas del ambiente para sintetizar su alimento a partir de la luz solar (Barber & Tran, 2013).

Concretamente la biomasa vegetal que se explora en este estudio para fines energéticos tiene que ver con los residuos de poda que se generan en la zona urbana de los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios, territorios que se encuentran en la zona nororiental de Colombia, concretamente en el departamento Norte de Santander. Este territorio se caracteriza por tener una alta densidad de zonas verdes, con al menos 100 especies de árboles y un estimado de 408.000 especímenes en su área urbana, y un potencial de generación de residuos de poda de al menos 2.000 toneladas por mes (Gelves *et al.*, 2021).

1.1 Identificación de las especies objeto de estudio

Son 6 las especies de árboles (sus residuos de poda) que se han tomado como referencia en este estudio, antes de comenzar a discutir resultados es importante reconocer estas especies desde el campo de la dendrología a fin de facilitar la comprensión y el análisis realizado en este estudio. A continuación, en la Tablas 1 a 6, se presentan algunos datos relevantes sobre cada una de ellas.

Tabla 1.1

Identificación de la especie Cassia fistula

Nombre Común	Lluvia de oro
Nombre Científico	**Cassia fistula**



División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Fabales**
Familia	**Fabaceae**
Tribu	**Cassieae**
Género	**Cassia**
Origen	**Egipto y oriente medio**

Tabla 1.2

Identificación de la especie Guazuma ulmifolia

Nombre Común	Guásimo negro
Nombre Científico	**Guazuma ulmifolia**

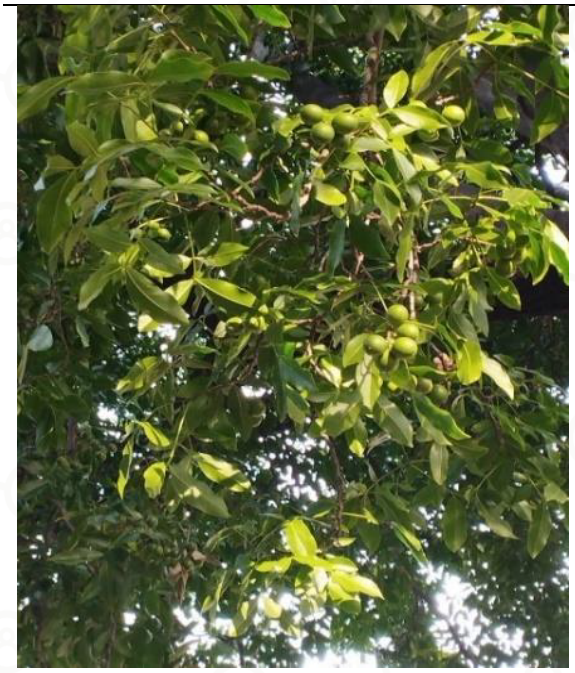


División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Malvales**
Familia	**Malvaceae**
Tribu	**Theobromeae**
Género	**Guazuma**
Origen	**América tropical**

Tabla 1.3

Identificación de la especie melicocca bijugatus

Nombre Común	Mamoncillo
Nombre Científico	**Melicocca bijugatus**



División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Sapindales**
Familia	**Sapindaceae**
Género	**Melicoccus**
Origen	**Zona intertropical de América**

Tabla 1.4

Identificación de la especie Senna siamea

Nombre Común	Acacia amarilla
Nombre Científico	Senna siamea



División	**Eudicots**
Clase	**Rosids**
Orden	**Fabales**
Familia	**Fabaceae**
Tribu	**Cassieae**
Género	**Senna**
Origen	**Sur y sureste de Asia**

Tabla 1.5

Identificación de la especie swinglea glutinosa

Nombre Común	Limón de cerca
Nombre Científico	Swinglea glutinosa



División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Sapindales**
Familia	**Rutaceae**
Tribu	**Clauseneae**
Género	**Swinglea**
Origen	**Asia**

Tabla 1.6

Identificación de la especie Tabebuia rosea

Nombre Común	Urapo
Nombre Científico	Tabebuia rosea



División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Bignoniaceae
Tribu	Tecomeae
Género	Tabebuia
Origen	México y países de Centroamérica

2. Metodología

Material de poda urbana del área metropolitana de Cúcuta fue usado en este trabajo, se recolectó muestras de tres zonas diferentes por especie, a fin de garantizar la representatividad. Las especies que fueron estudiadas fueron Cassia fistula (lluvia de oro), Guazuma ulmifolia (guásimo negro), Melicocca bijugatus (mamoncillo), Senna siamea (acacia amarilla), Swinglea glutinosa (limón de cerca) y Tabebuia rosea (Urapo).

El material recolectado fue llevado a una estufa de secado (calentamiento con resistencia eléctrica) a la temperatura de 110°C durante 60 horas a fin de determinar la humedad presente en cada material. Posteriormente el material fue expuesto a la humedad ambiental hasta alcanzar el equilibrio. Seguidamente el material fue sometido a un proceso de reducción de grano (inicialmente usando un molino de granos y luego en mortero de ágata hasta lograr que todo el material pasara la malla 40 Tyler) con el fin de realizar las pruebas de caracterización.

De este material obtenido se tomó una fracción destinada a determinar la composición elemental para ello se usó un analizador elemental (C-H-N-S-O) marca Leco modelo Truspec micro. De igual manera una fracción fue usada para determinar su poder calorífico haciendo uso de una bomba calorimétrica marca Parr modelo 1341EB. De igual forma se realizó un análisis próximo de la biomasa siguiendo los parámetros de la norma técnica ASTM E871, ASTM E872 y ASTM D 1102-84.

La determinación de la densidad aparente se estableció usando una probeta de 10 ml y balanza de precisión marca Ohaus (resolución de 0.01). El procedimiento para medir los tiempos de ignición consistió en conformar una briqueta cilíndrica de 5 cm de diámetro, empleando una masa de 10 gramos de residuo de poda seca y molida, pasante malla 40. El conformado se hizo con una prensa hidráulica de laboratorio marca Gabrielli y una presión de prensado de 30 bares. Se uso un mechero Bunsen conectado a una fuente de gas licuado de petróleo y se abrió la perilla de salida de gas a su máxima capacidad, un malla de asbesto de laboratorio fue usada y puesta encima del mechero usando un trípode de laboratorio y sobre ella se ubicó la probeta, iniciando así la medición del tiempo de ignición el cual se totalizó al obtener visualización de humo de combustión de manera constante, luego de iniciado este evento, se removió el mechero y se procedió a medir el tiempo de combustión el cual finalizó cuando se observó que ya no había presencia de material encendido.

3. Resultados y discusión

Una característica importante de la población de árboles de la zona metropolitana de Cúcuta se relaciona con una alta representatividad de especies introducidas al territorio (ver información Tablas 1 a 6), incluso de regiones bastante alejadas como el continente asiático, aunque todas ellas con crecimiento en la zona tropical del planeta. Una explicación clara sobre su presencia en la zona no está claramente establecida sin embargo la explicación más común se relaciona con el componente ornamental (generación de flores llamativas como en el caso de Cassia fistula y Tabebuia rosea) o en su rápido crecimiento y capacidad de despliegue de sus ramas para generar sombra y así disminuir los efectos del calor y la radiación en andes, separadores de calles, parques e incluso en el interior de las casas, donde se ha determinado que uno de cada tres hogares cuenta con un árbol al interior de la misma (Gelves *et al.*, 2021), muchos de ellos frutales como en el caso de Melicocca bijugatus. De las seis especies estudiadas solo Melicocca bijugatus y Tabebuia rosea pueden llegar a considerarse de porte alto, esto trae consigo que a medida que van pasando los años la cantidad de residuo por poda puede llegar a ser menor, ya que por lo general se hace poda en zonas cerca de la red eléctrica baja de igual manera redes de comunicaciones y limpieza por obstrucción en luminarias y sistema de semaforización donde se realiza poda con más frecuencia en especies como Swinglea glutinosa y Cassia fistula. Los principales resultados de caracterización realizados se presentan a continuación.

3.1. Aspectos Generales Del Residuo De Poda

Los residuos de poda pueden contener una gran cantidad de humedad, esto obliga a que este material deba secarse previamente si se desea utilizar directamente para realizar combustión. De igual manera resulta muy valioso el conocimiento de la densidad de estos materiales como una variable interesante sobre todo en términos de logística y transporte de estos residuos hacia un lugar de aprovechamiento, ya sea para combustión directa o para su valorización a través de procesos de briqueteado, pirolisis o gasificación. A continuación, en la Tabla 7 se presenta la información obtenida sobre estas dos variables.

Tabla 1.7

Características de humedad inicial y densidad de los residuos de cada especie objeto de estudio

Especie	Humedad inicial del residuo (%)	Densidad aparente (g/cm^3)
Cassia fistula (Lluvia de oro)	52.0	0.34
Guazuma ulmifolia (Guásimo negro)	63.0	0.28
Melicocca bijugatus (Mamoncillo)	58.0	0.32
Senna siamea (Acacia Amarilla)	49.0	0.38
Swinglea glutinosa (Limón de cerca)	59.0	0.37
Tabebuia rosea (Urapo)	61.0	0.30

De la información de la Tabla 7 se evidencia que hay una alta variabilidad entres especies, destacando la menor cantidad de agua en las especies Senna siamea y Cassia fistula, es decir se contaría con mayor cantidad de biomasa útil para ser usada en un posible proceso energético como por ejemplo la combustión. Por el contrario, Guazuma ulmifolia y Tabebuia rosea son los residuos que al final de cuentas tendrían menos biomasa útil, y además se requerirá más tiempo y energía para eliminar la humedad presente en ellos.

Con relación a la densidad aparente del residuo seco y molido (a granel), se evidencia que Guazuma ulmifolia es el material más liviano mientras que Senna siamea es el material más denso, esta última situación resulta más favorable, ya que al tener menos volumen se puede cargar más material en los vehículos que transportan el material hacia los sitios de destino final (consumo directo como la combustión) o de valorización del residuo.

3.2. Análisis elemental de los residuos de poda

La información química resulta muy valiosa en la caracterización de materiales combustibles sólidos como en el caso de la biomasa, su análisis permitirá tomar muchas decisiones importantes en materia de uso de los residuos objeto de estudio, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 8.

Tabla 1.8

Análisis elemental CHNSO de los residuos de cada especie objeto de estudio

Especie	Elemento (% en peso)				
	N	C	H	O	S
Cassia fistula (Lluvia de oro)	1.94	49.20	6.50	36.00	0.10
Guazuma ulmifolia (Guásimo negro)	2.34	47.70	5.20	33.10	0.10
Melicocca bijugatus (Mamoncillo)	1.37	47.90	6.20	34.80	0.06
Senna siamea (Acacia Amarilla)	2.07	51.00	5.60	35.60	0.16
Swinglea glutinosa (Limón de cerca)	1.70	50.90	6.00	33.40	0.74
Tabebuia rosea (Urapo)	1.02	50.80	6.30	33.50	0.61
Carbón mineral de la zona*	1.60	78.00	5.80	6.60	1.00

* Valderrama & Pérez, 1987

Muchos temas de análisis pueden surgir a partir de la información de la Tabla 8 Se evidencia por ejemplo que el carbono en el elemento más representativo en la biomasa, seguido del oxígeno. Si se compara estos valores con los reportados por Valderrama y su equipo de trabajo (1987) se evidencia que el carbón mineral tiene mucho más carbono (un 36% aproximadamente), lo cual contribuiría a generar más dióxido de carbono por kilogramo de combustible en relación con la biomasa, aunque este un análisis que debe ser analizado con cuidado, ya que por lo general el carbón mineral tiene un mayor poder calorífico en relación con la biomasa y al final de cuentas se requerirá más biomasa para compensar la energía entregada por el combustible mineral, lo que a su vez se traduce en más dióxido de carbono liberado. En el apartado 3.5 se profundizará más en este tema.

En relación con el oxígeno presente en la biomasa, este es muy superior comparado con el dato del carbón mineral, su presencia puede llegar a ser interesante en el desarrollo de procesos de pirolisis y gasificación, promoviendo la formación de monóxido de carbono, aunque también se correría el riesgo de formación de dióxido de carbono durante el proceso. De igual manera la presencia de este oxigeno puede llegar a favorecer la formación de compuestos oxigenados en tratamientos donde se incluya catalizadores o sistemas de transformación no convencional como los de plasma no térmico (Pang *et al.*, 2018; Sutton *et al.*, 2001). Con relación al hidrogeno no hay diferencias significativas entre los residuos de biomasa y el carbón, sin embargo, es de resaltar las concentraciones de este elemento en Cassia

fistula y Melicocca bijugatus las cuales puede contribuir de mejor manera en la obtención de gas de síntesis mediante procesos de gasificación (Balat & Kirtay, 2010).

Finalmente están las concentraciones de N y S, su relevancia es alta en materia energética debido a que ellos suelen formar los bien conocidos NOx y SOx, responsables de la lluvia acida, smog fotoquímico e incluso del calentamiento global en el caso de formarse N_2O que es 300 veces más agresivo que el dióxido de carbono (Boningari & Smirniotis, 2016). De la Tabla 8 se evidencia que en el caso del nitrógeno los residuos objeto de estudio pueden llegar a tener una mayor concentración de este elemento en comparación con el carbón de la zona, aun así, se evidencia que Melicocca bijugatus (Mamoncillo) y Tabebuia rosea (Urapo) les va mejor en este aspecto de gran importancia ambiental. Respecto al azufre la situación es más favorable para los residuos de poda, incluso el valor de azufre reportado en la Tabla 8 resulta bastante modesto comparado con otros reportes de la literatura local donde se aprecian valores de azufre superiores al 2% (Betancur & Gelves, 2006). De todas maneras, es importante resaltar que Swinglea glutinosa y Tabebuia rosea son los residuos con mayor contenido de azufre.

3.3 Análisis Próximo De Los Residuos De Poda

El análisis próximo al igual que el análisis elemental es muy valioso en la caracterización de combustibles sólidos, en la Tabla 9 se presenta los resultados obtenidos.

Tabla 1.9

Análisis próximo de los residuos de cada especie objeto de estudio (biomasa)

Especie	% Humedad	% Cenizas	% Volátiles	% Carbono fijo
Cassia fistula (Lluvia de oro)	6.27	5.56	74.40	13.77
Guazuma ulmifolia (Guásimo negro)	6.81	11.57	59.54	22.08
Melicocca bijugatus (Mamoncillo)	6.85	9.63	68.50	15.02
Senna siamea (Acacia Amarilla)	6.09	5.57	69.53	18.81
Swinglea glutinosa (Limón de cerca)	5.79	7.04	69.79	17.38
Tabebuia rosea (Urapo)	7.65	7.74	81.06	3.54
Carbón mineral de la zona*	3.70	12.76	37.00	46.55

*Betancur & Gelves, 2006

De la información de la Tabla 9 se evidencia como la humedad en el residuo de las podas suele ser mayor que el carbón mineral, incluso al dejar estos residuos al ambiente durante largos tiempos su humedad puede llegar a obtener valores cercanos al 11% acorde con datos recolectados a escala de laboratorio. Con relación a las cenizas se aprecia que en términos generales los residuos de poda estudiados tienen menor contenidos de fase inorgánica, resalta el alto contenido de ceniza del residuo de la especie Guazuma ulmifolia (Guásimo negro). Esta información es valiosa en términos energéticos debido a que se tendría una menor cantidad de desechos (cenizas) luego de consumido el material combustible, a sabiendas que estos residuos por lo general tienen altos valores de basicidad (Vassilev *et al.*, 2013).

Respecto a los resultados asociados a la fracción volátil y de carbono fijo se evidencia como en los residuos de poda existen una alta concentración de volátiles, en concordancia con otros resultados encontrados en la literatura (Shen et al., 2010). Es de resaltar los datos obtenidos para Tabebuia rosea y Cassia fistula, lo cuales se correlacionan bastante bien con los altos contenidos de oxígeno e hidrógeno del análisis elemental mostrado en la Tabla 8. Esta información parece aportar luces sobre el potencial que tienen estos dos residuos pensando en un proceso de gasificación. Al comparar los datos con el carbón de la zona se evidencia que este último material combustible tiene un mayor contenido de carbono fijo lo cual puede tener alguna influencia sobre los tiempos de ignición y combustión que serán tratados a continuación en el apartado 3.4. De todas maneras, es importante resaltar el alto contenido de fracción volátil del carbón, lo cual conlleva a clasificarlo como un carbón térmico y no coquizable, típico en hornos ladrilleros y lavanderías industriales (generan vapor) de la región (Umaña *et al*., 2015).

3.4 Poder Calorífico, Tiempo De Ignición Y Combustión De Los Residuos De Poda

El reconocimiento del poder calorífico es una de las variables que más importa al caracterizar un combustible, pues a partir de este se reconoce su densidad energética y a partir de este valor tomar decisiones sobre su aplicabilidad y/o sustitución por otros combustibles. De igual manera en el caso de los combustibles sólidos resulta valioso el reconocimiento de aspectos asociados a la facilidad de encendido de un combustible, así como determinar qué tan lento o rápido se consume el mismo (liberando su energía) a fin de promover o descartar su uso en una necesidad energética especifica. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la Tabla 10.

Tabla 1.10

Consolidado de poder calorífico, tiempo de ignición y combustión de los diferentes residuos.

Especie	Poder calorífico inferior (kJ/kg)	Tiempo de ignición (minutos)	Tiempo de combustión (minutos)
Cassia fistula (Lluvia de oro)	15080	8.06	22.47
Guazuma ulmifolia (Guásimo negro)	14512	3.37	22.42
Melicocca bijugatus (Mamoncillo)	14646	4.44	27.14
Senna siamea (Acacia Amarilla)	15290	4.46	34.79
Swinglea glutinosa (Limón de cerca)	15299	3.39	27.05
Tabebuia rosea (Urapo)	14713	4.57	26.69
Carbón mineral de la zona*	28882	14.00	185.00

De la información de la Tabla 10 se evidencia como Senna siamea (acacia Amarilla), Swinglea glutinosa (limón de cerca) y Cassia fistula (lluvia de oro) sobresalen por ser los residuos con mayor poder calorífico. El valor del poder calorífico de las especies parece guardar relación con el contenido de celulosa presente, así como con los valores más bajos de cenizas y humedad. En el caso de Guazuma ulmifolia (Guásimo negro) y Melicocca bijugatus (Mamoncillo) sus menores valores se explican por sus altos contenidos de cenizas y menor presencia de carbono e hidrogeno acorde con los resultados del análisis elemental presentado en la Tabla 8. Estos valores obtenidos si se comparan con el carbón, resultan bastante bajos (cerca del 50% del poder calorífico), pero nada despreciables si se comparan con otras biomasas caracterizadas y con aplicación energética (Awulu *et al.*, 2018).

Con relación a los tiempos de ignición y acorde con la metodología empleada, la información de la Tabla 10 deja ver que residuos como el de Swinglea glutinosa (Limón de cerca) y Guazuma ulmifolia (Guásimo negro) son los que logran una más rápida acción frente al calor adicionado, mientras los más estables resultan ser Cassia fistula (Lluvia de oro) y Tabebuia rosea (Urapo). Estos resultados deben ser tomados con cautela, cada situación puede ser considera como a favor o en contra según lo que se espere del combustible. Si se desea un rápido encendido sin duda Guazuma ulmifolia favorecerá un rápido encendido de un hogar de combustión al igual que lo que sucede con Swinglea glutinosa, en este último caso el aspecto resinoso de sus hojas parece guardar alguna relación con este fácil encendido.

Respecto de los tiempos de combustión los resultados mostrados en la Tabla 10 dejan ver como Cassia fistula y Guazuma ulmifolia son los que se consumen (oxidan) con mayor rapidez, en el primer caso resulta interesante el resultado, ya que este material requiere un alto tiempo para empezar ignición, pero luego se consume con bastante rapidez. Con relación a Guazuma ulmifolia tiene un comportamiento particular, donde se logra evidenciar que este residuo tiende a liberar su energía con bastante facilidad. Por otro lado, los residuos de Senna siamea y Melicocca bijugatus son los materiales que más se demoran en quemar aunque con un valor muy inferior de lo reportado para el carbón mineral, este comportamiento puede llegar a ser muy valioso cuando se busca mantener la temperatura dentro de sistemas de trabajo con altas temperaturas de operación (hornos cerámicos, cementeras, industria del vidrio, etc) ya que se hace una liberación más controlada de la energía, evitando que gran parte de la energía se pierda a través de los gases de combustión liberados. Del análisis realizado Senna siamea parece ser el residuo con mejores condiciones para realizar operaciones de combustión dentro de la biomasa objeto de estudio, el único aspecto de cuidado es su alta concentración de nitrógeno acorde con el resultado de la Tabla 8.

4. Conclusiones

Los residuos de poda objeto de estudio en este trabajo muestran un alto contenido de humedad recién recolectados, con valores que oscilan entre el 50% y 60% de la masa, esta situación conlleva a la necesidad de procesos de secado ya sea natural o artificial para su uso posterior. Los residuos una vez secos muestran poderes caloríficos entre 3468 y 3656 kcal/kg, valores que no son despreciables si se comparan con otras biomasas útiles actualmente como el bagazo de caña, lo cual deja ver que si pueden llegar a ser útiles para generar energía. Estos residuos contienen menos azufre y en muchos de los casos de estudio menor material inorgánico que el carbón mineral, lo cual los hace interesante en procesos de combustión. Además, resaltan por tener tiempos de ignición cortos que facilitan un rápido encendido en la zona de quema disminuyendo la formación de hollín. Los contenidos de nitrógeno pueden ser el aspecto negativo del combustible de biomasa estudiado, ya que es mayor (no en todos) que el contenido en el carbón mineral de referencia. Senna siamea mostró ser el residuo con mayor potencial para ser usado como combustible renovable.

Los resultados obtenidos en la presente investigación resultan valiosos sobre todo como un aporte desde la academia regional para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo

sostenible de la Organización de Naciones Unidas, especialmente en los objetivos acción por el clima, energía asequible y menos contaminante, así como en el objetivo de ciudades sostenibles. Se evidenció que estos residuos después de su uso generan menos cantidad de cenizas, poseen menor cantidad de azufre y nitrógeno (algunos casos) comparado con el carbón mineral que al final se verá traducido en una menor formación de SOx y NOx responsables de la lluvia acida y de otros problemas medioambientales. De igual forma se genera menor emisión de dióxido de carbono por kilogramo de combustible quemado en comparación con el carbón mineral de la zona, el cual a diferencia de este último combustible se considera carbono neutral debido a que las mismas especies de árboles de la zona son capaces de realizar la recaptura de este a través del proceso de la fotosíntesis, comenzando un nuevo ciclo de formación de ramas- corte o poda- uso de las ramas en la generación de energía.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación a través del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, Tecnología e Innovación "Fondo Francisco José de Caldas" por la financiación brindada para el desarrollo de este trabajo (proyecto 120885272102, convocatoria 852 de 2019). De igual forma expresar los agradecimientos a la Universidad Libre y la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo brindado para el desarrollo de la presente investigación.

5. Referencias Bibliográficas

Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2011). Decarbonization of fossil fuels as a strategy to control global warming. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1828-1834.

Aminu, M. D., Nabavi, S. A., Rochelle, C. A., & Manovic, V. (2017). A review of developments in carbon dioxide storage. *Applied Energy*, 208, 1389-1419.

Awulu, J. O., Omale, P. A., & Ameh, J. A. (2018). Comparative analysis of calorific values of selected agricultural wastes. *Nigerian Journal of Technology*, 37(4), 1141-1146.

Balat, H., & Kırtay, E. (2010). Hydrogen from biomass–present scenario and future prospects. *International journal of hydrogen energy*, 35(14), 7416-7426.

Barber, J., & Tran, P. D. (2013). From natural to artificial photosynthesis. *Journal of The Royal Society Interface*, 10(81), 20120984.

Bexell, M., & Jönsson, K. (2017, January). Responsibility and the United Nations' sustainable development goals. *In Forum for development studies.*Vol. 44, No. 1, pp. 13-29. Routledge.

Betancur, J., & Gelves, J. F. (2006). *Diagnóstico de los procesos de secado, cocción y manejo ambiental en las empresas productoras de tableta vidriada de la zona metropolitana de San José de Cúcuta* [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander]. Biblioteca Eduardo Cote Lamus. http://alejandria.ufps.edu.co/descargas/tesis/190463.pdf

Boningari, T., & Smirniotis, P. G. (2016). Impact of nitrogen oxides on the environment and human health: Mn-based materials for the NOx abatement. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 13, 133-141.

Cozzani, V., Lucchesi, A., Stoppato, G., & Maschio, G. (1997). A new method to determine the composition of biomass by thermogravimetric analysis. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 75(1), 127-133.

Ellis, E. C. (2011). Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1938), 1010-1035.

Ferreira, L. R. A., Otto, R. B., Silva, F. P., De Souza, S. N. M., De Souza, S. S., & Junior, O. A. (2018). Review of the energy potential of the residual biomass for the distributed generation in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 440-455.

Gelves, J., Rozo, S., Monroy, R., Romero, Y. (2022). Análisis de la generación de residuos de podas en el área metropolitana de Cúcuta (Colombia). *Mundo Fesc*, 11(S4), 209-222.

Pang, Y., Bahr, L., Fendt, P., Zigan, L., Will, S., Hammer, T., ... & Karl, J. (2018). Plasma-assisted biomass gasification with focus on carbon conversion and reaction kinetics compared to thermal gasification. *Energies,* 11(5), 1302.

Riahi, K., & Roehrl, R. A. (2000). Energy technology strategies for carbon dioxide mitigation and sustainable development. *Environmental Economics and Policy Studies*, 3(2), 89-123.

Rosales-Castro, M., Honorato-Salazar, J. A., Santos-García, A. B., Pérez-López, M., Colotl-Hernández, G., & Sánchez-Monsalvo, V. (2016). Composición química de las hojas y ramas de Cedrela odorata L. de dos plantaciones forestales como fuente de materia prima lignocelulósica. *Madera y bosques*, 22(2), 131-146.

Shen, J., Zhu, S., Liu, X., Zhang, H., & Tan, J. (2010). The prediction of elemental composition of biomass based on proximate analysis. *Energy Conversion and Management*, 51(5), 983-987.

Srivastava, R. K., Shetti, N. P., Reddy, K. R., Kwon, E. E., Nadagouda, M. N., & Aminabhavi, T. M. (2021). Biomass utilization and production of biofuels from carbon neutral materials. *Environmental Pollution*, 276, 116731.

Sutton, D., Kelleher, B., & Ross, J. R. (2001). Review of literature on catalysts for biomass gasification. *Fuel processing technology*, 73(3), 155-173.

Tumuluru, J. S., Wright, C. T., Boardman, R. D., Yancey, N. A., & Sokhansanj, S. (2011, 7 al 10 agosto). A review on biomass classification and composition, co-firing issues and

pretreatment methods [preprint]. *ASABE Annual International Meeting*, Louisville, Kentucky, USA.

Umaña, L. J. M., Bojacá, J. L., de Jesus Diaz, J., & Cadena, A. (2015). Determinación de las características fisicoquímicas y petrográficas de los carbones del área del Catatumbo, Norte de Santander, Colombia. *Geología Colombiana,* 40, 17-30.

Valderrama, G., Pérez, F. (1987*). Evaluación de las propiedades de los carbones Norte de Santander*. Ingeominas-Carbocol.

Vassilev, S. V., Baxter, D., Andersen, L. K., & Vassileva, C. G. (2013). An overview of the composition and application of biomass ash. Part 1. Phase–mineral and chemical composition and classification. *Fuel*, 105, 40-76.

Propuesta de Modelo de Gestión en el Proceso de Reincorporación Económica Basado en Teorías de Sistemas y Modelo de La Ocupación Humana

Proposal for a Management Model in the Economic Reincorporation Process Based on Systems Theories and the Human Occupation Model

LF Bohorquez-Chacon[1], MA Amaya-Mancilla[1], Aixa Eileen Villamizar Jaimes [2]
Maryorie Angelica Avendaño [1] Marieth María Perpiñan Araujo [1]

[1] Universidad de Santander UDES, Cl. 11A Nte. #3-19, Cúcuta, Norte de Santander Colombia; (Tel: (+57)(607)5791008; e-mail: le.bohorquez@mail.udes.edu.co, mar.amaya@mail.udes.edu.co, ma.avendano@mail.udes.edu.co, ma.perpinan@mail.udes.edu.co)
[2] Tecnológico de Antioquia institución universitaria, Cl. 78b #72 A-220, Medellín, Robledo, Medellín, Antioquia Colombia; (Tel:(+57) (3207295747) e-mail: aixa.villamizar@tecnologicodeantioquia.onmicrosoft.com)

Introducción

Los procesos de desarme, desmovilización y reintegración – DDR, conllevan retos para las sociedades que viven conflictos armados, cada fase del proceso requiere actores comprometidos para garantizar avances en la construcción de paz. En el acuerdo de desarme y desmovilización de los grupos armados en Colombia, es la reincorporación de los excombatientes a la vida social, económica y política del país, (Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, 2016, p.68), lo que sienta la bases para el éxito del proceso. Se ha venido consolidando un plan para que los excombatientes encuentren modos de subsistencia dentro de la legalidad; y en este plan, los esfuerzos de los actores deben proporcionar medios suficientes para que construyan una nueva vida sostenible, haciéndose necesario plantear estrategias de financiación, educación, formación profesional, emprendimientos y la facilitación de acceso al empleo. Fisas (2011, p 12). (Caramés, Fisas y Sanz, 2007). Así, la reintegración económica se devela como el elemento clave del proceso y ancla principal para que los excombatientes permanezcan en la legalidad (Nussio (2013, p.13) bajo condiciones que garanticen una vida digna, exitosa y sostenible en la vida civil (Lefebvre y Martínez (2019), p11). Son actores principales del proceso, Gobiernos, excombatientes, organizaciones de formación para el trabajo y las empresas regionales en la medida que se constituyan en empleadores. En Colombia el cambio de un enfoque de reintegración centrada en el mercado, a uno centrado en las personas, (Thorsell, (citado por Nussio, 2013, p.13), implicó la necesidad de conocer el perfil de los

excombatientes. En este sentido, el censo socioeconómico del 2018 caracterizó 8.115 personas entre Zonas Veredales Transitorias de Normalización (ZVTN) y Puntos Transitorios de Normalización (PTN). Así mismo 1.830 personas en otros Lugares Especiales de Aplicación (LEA) (Universidad Nacional de Colombia, 2017, 2018). El resultado develó diferencias significativas de género, origen, estatus, educación, condiciones de vivienda, analfabetismo, limitaciones y dificultades de salud, discapacidad, preferencias para su desarrollo económico y productivo. El estudio, permitió identificar, el interés en desarrollar proyectos colectivos en el agro, construcción, salud, acueductos veredales, mercados campesinos, transporte fluvial y terrestre, enseñanza, acuicultura y pesca extractiva, servicios de protección y seguridad, guardabosques, turismo, sustitución de cultivos, desminado humanitario y minería (Universidad Nacional de Colombia, 2017). Algunas eran realizables a través de vinculaciones labores que requerían la formación de los excombatientes en competencias para el trabajo.

A finales de 2017, la Fundación Paz y Reconciliación y el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales – CLACSO, identificaron dificultades que ponían en riesgo el proceso: la inseguridad física, jurídica, social, y económica, referente a la posibilidad de desarrollar proyectos productivos y de encontrar formas de subsistencia para tener una vida digna (Valencia, 2017). En el caso de la inseguridad económica, el proceso ha venido fallando por varios motivos; interpretados a partir de los datos suministrados por varias fuentes; Misión de verificación de las naciones Unidas – Secretaria General (2021, 2022), Registro Nacional de Reincorporación (2019), (Lefebvre y Martínez, 2019), Valencia (2017 pág. 35) la defensoría del Pueblo (2017), (Castellanos 2013) y Nussio (2012).

La reincorporación en sus dimensiones política, social y económica sigue presentando grandes retos de Gobierno, en los desmovilizados y para los empleadores, específicamente en contar con estrategias que permitan desde el mismo proceso de la vinculación un continuo acompañamiento y promoción de intereses y competencias. La reincorporación económica es un fenómeno necesario para resolver los nuevos retos sociales de carácter complejo y multidimensional en el marco del pos acuerdo, se requieren estrategias de vinculación laboral contextualizadas, y conocer en profundidad todos los factores que determinan su desarrollo en un territorio.

Este panorama, analizado desde el modelo de la ocupación humana (Kielhofner, 2011)) y la teoría de Sistemas dinámicos, devela aspectos críticos que inciden en el éxito de la reintegración económica y compromete a los actores del proceso en el desarrollo de estrategias

que, desde los sistemas de volición, habituación, y desempeño, incorporen la realidad de la población en procesos de selección, vinculación, y seguimiento que realmente genere una inclusión sociolaboral y ayude a mantener en la legalidad. En el conjunto de actores claves, las instituciones de educación superior, puede ejercer un rol influenciador en el proceso, que marque una efectividad en las regiones, a través de la generación de acciones conducentes a conocer las visiones de los empleadores y en la construcción de herramientas que, desde el uso de marcos teóricos y modelos relacionados a la ocupación, permitan diseñar estrategias contextualizadas al territorio, y analizadas desde la perspectiva de expertos y profesionales.

En este sentido y como respuesta a la necesidad de contextualizar estrategias de vinculación laboral, se propone un modelo de gestión del proceso de reincorporación económica basado en fundamentos de la Teoría General de Sistemas y el Modelo de la Ocupación humana, a partir del establecimiento de la capacidad de vinculación laboral del escenario productivo del Norte de Santander, mediante la indagación en el empleador, de las herramientas de selección, adaptación y sostenibilidad laboral, indagación que se fundamenta a partir de elementos del subsistema volitivo, de habituación, de capacidades de desempeño, y las políticas de gestión humana del escenario regional. Se presume que, las indagaciones fundamentadas en estos elementos permiten el planteamiento de herramientas útiles en los procesos de gestión humana, desde la perspectiva de la planeación estratégica organizacional de desarrollo de talento humano centrada en el desarrollo ocupacional funcional. En el contexto descrito se presentan los resultados parciales del proyecto a partir de la revisión teórica, el análisis de la oferta laboral, y la aplicación de entrevistas a representantes de empresas en el territorio y la consulta a expertos.

1. Marco Teórico

1.1. Modelo de la Ocupación Humana y Teoría de Sistemas

El Modelo de la Ocupación humana – Moho; de práctica conceptual de terapia ocupacional, explica cómo las capacidades de adaptación de la persona, los hábitos, los roles, los patrones y la motivación interactúan con las condiciones del entorno e influye en la capacidad de gestionar tecnologías que apoyen la vinculación de personas y su adaptación al mundo laboral (Baudin, Sundström y otros, 2021). Es usado como herramienta para comprender el desempeño de determinada ocupación, e interpretar las características de este desempeño, a partir de tres subsistemas; el volitivo, el sistema de habituación y el de

capacidades en las personas. El primero se refiere a la motivación por la ocupación, el segundo al proceso por el cual la ocupación se organiza en patrones y rutinas, y el tercero a las capacidades físicas y mentales en las que se basa el desempeño ocupacional hábil. (Kielhofner, 2011, pág. 12). Los Modelos derivados de la Teoría General de Sistemas; específicamente la teoría de sistemas dinámicos, han sido empleados en medicina, psicología, biología y otras disciplinas Yancosek & Howell (2010) (Piven, Ivelisse y otros, 2007), El Modelo de la ocupación humana, lo emplea para explicar el alcance de ocupaciones significativas a través de la comprensión del hombre formado por los tres subsistemas mencionados.

En este sentido el modelo de la ocupación humana permite reconocer al ser humano como un sistema abierto, dinámico, único, que, en relación con su ocupación, actúa motivado por factores inherentes a un sistema nervioso complejo, y a otros factores como el financiero, la solución de necesidades básicas que determinan sus pensamientos y sentimientos volitivos que determinan la interpretación de sí mismo, valores, sentido de la capacidad y eficiencia e intereses. Así mismo sus acciones responden a un patrón de comportamiento semiautónomo, en consecuencia, con sus contextos físicos, temporales y sociales que reflejan roles que se han internalizado y se han aprendido a asociar de acuerdo con un estatus social o identidad determinada que inciden en la forma habitual de abordar tareas y establecer relación con otras personas. Finalmente, su capacidad de desempeño depende de su sistema musculoesquelético, neurológico, respiratorio y cardio vascular entre otros, así como de sus capacidades mentales tales como la memoria y la planificación y sus experiencias subjetivas, que definen la capacidad de hacer cosas. En tal sentido el modelo permite entender el proceso organizador del "Comportamiento Ocupacional".

1.2. Procesos de Reintegración, Reincorporación económica y su abordaje desde la perspectiva de Sistemas y Subsistemas

Los procesos, internacionalmente conocidos como DDR; Desarme, Desmovilización y Reintegración; producto de experiencias orientadas al mantenimiento de la paz (Observatorio de Procesos de Desarme, Desmovilización y Reintegración, 2008), contempla esfuerzos de diferentes sectores – estatales y no estatales, nacionales e internacionales. El DDR incluyen planes y acciones que ayudan a los excombatientes a reintegrarse a la vida social y económica (Alonso y Valencia, 2008), lo que contribuye a la consolidación de la seguridad y la reconstrucción de la sociedad en contextos posbélicos. En este sentido, la Organización de las

Naciones Unidas, ONU, define la reintegración como el "proceso por el que los excombatientes adquieren la condición de civiles y obtienen un empleo sostenible e ingresos regulares. Es esencialmente un proceso social y económico que se produce en primer lugar en las comunidades" (Fisas, 2011, p.6). desde la década de los 80 hasta la actualidad, el país ha venido acumulando experiencia en el proceso, traducido en el fortalecimiento de normativas, instituciones y capacidades (Lefebvre y Martínez, 2019, p.15). Este fortalecimiento se traduce en: 273 planes de desarrollo municipal, 31 plan de desarrollo departamental que reincorpora políticas de reincorporación e incorporación al desarrollo local en la construcción de paz territorial, 275 empresas aliadas del sector público, privado y la academia, 82 países aliados y 22 organizaciones internacionales. (ARN en cifras junio 2022).

Con la creación de Alta Consejería para la Reintegración Social y Económica de Personas y Grupos Alzados en Armas (ACR), se adopta un concepto de reintegración, con visión a largo plazo orientada a que los excombatientes logren ser autosuficientes en materia económica. De esta manera, la ruta de reintegración económica implementada, comprende ocho dimensiones de la persona, para hacer un abordaje integral de las variables que inciden en el desarrollo del individuo y su núcleo familiar (Agencia Colombiana para la reintegración ACR Reseña, 2014. Bogotá); La personal, la productiva, la familiar, la de hábitat, la salud, la educativa, la ciudadana, la seguridad. La Agencia para la Reincorporación y la Normalización (ARN); que reemplaza a la ACR, da lugar al proceso de reincorporación, que busca la estabilización socioeconómica de los excombatientes y pretende fortalecer la convivencia, la reconciliación, el desarrollo de actividades productivas y el tejido social en los territorios.

El Consejo Nacional de Reincorporación (CNR); coordinador de las acciones de seguimiento a todo el proceso de reincorporación, contempla este proceso como una co-construcción, donde cada una de las acciones para la reincorporación son concertadas y definidas en forma conjunta desde las diferentes instancias del CNR. Por lo anterior se intenta repensar el Sistema de la reincorporación como un sistema que se transforma y permea con la realidad de una región y se viabiliza en la medida que se adapte a las condiciones de los individuos en proceso de reincorporación, con actores e instrumentos que bajo estos principios también se adapten. Lo anterior conlleva a entender del proceso de reincorporación como sistemas y subsistemas que, desde el enfoque de la Teoría general de sistemas, se aborde y se analice.

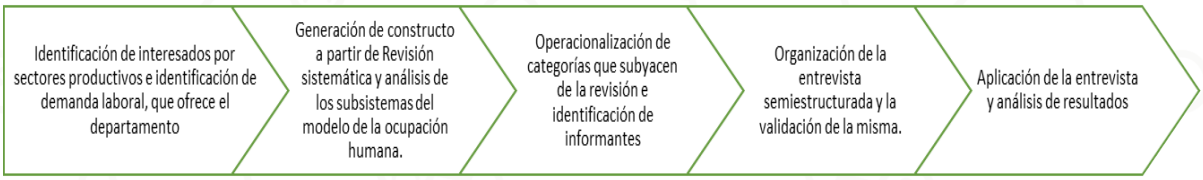
2. Metodología

La investigación se enmarca en el enfoque cualitativo, paradigma interpretativo con un método fenomenológico apoyado en un trabajo de campo, asumiendo de este paradigma en investigación social; de un lado, la interpretación que hacen los empleadores de la realidad del proceso de empleabilidad y de otro lado, la que realizan los investigadores intentando comprender el mismo a partir de las realidades observadas, documentadas y narradas por los actores. Al ser objeto de este capítulo develar resultados parciales, se profundizará en la ruta metodológica de las dos primeras fases del proyecto. Se recurre a la revisión sistemática de la literatura, el análisis de documentos con la descripción de puestos de fuentes secundarias como son las bolsas de empleo del Departamento Norte de Santander y la entrevista semiestructurada a agentes inmersos en procesos de reincorporación económica. Las entrevistas, una vez transcritas, fueron analizadas con el programa Atlas Ti, Se usó el Software NVivo 12 Versión Pro TRIAL para el análisis del texto de las descripciones de puestos, con el fin de identificar el potencial de competencias a categorizar del conjunto de documentos.

2.1. Procedimientos, Métodos y técnicas utilizadas

Figura 2.1

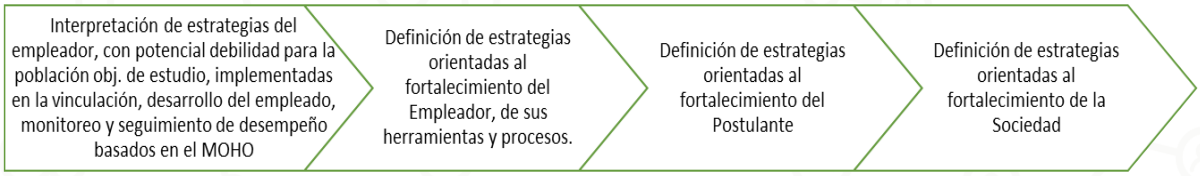
Fase 1. Análisis de la demanda laboral y políticas de gestión humana en el escenario productivo del Departamento Norte de Santander.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.2

Fase 2. Formulación de estrategias de adaptación y sostenibilidad laboral desde la perspectiva del sector productivo y expertos.



Fuente: Elaboración propia

2.1.1. Proceso de Construcción de la entrevista

Para el constructo de la entrevista se utilizaron como fuentes secundarias referentes nacionales a la Reintegración Económica y las Personas en proceso de reincorporación y los modelos de reintegración de los y las excombatientes disponible en bases de datos científicas, así como indagación en sitios web de organismos nacionales; que permitieran conocer las políticas públicas, lineamientos y experiencias en la reintegración y los procesos de construcción de paz. Esta información fue organizada y analizada utilizando como herramientas las matrices de análisis. Se analizaron 105 artículos haciendo uso de las palabras claves: "desmovilización" "reintegración", "política", ACR, "modelo de ocupación humana", "MOHO", "Reparación", "Resocialización"," Reinserción", "Excombatientes", "conflicto armado". Los criterios de inclusión de artículos fueron: 8 años de vigencia, Bases de datos Scielo, Scopus, Redalyc, o artículos que se accedieran con los mismos criterios de vigencia anterior, en el buscador de Google Academic. No obstante, se incluyeron artículos publicados en el año 2006, dada su importancia, y representatividad para el análisis.

Se revisan 121 documentos con descripción de ofertas laborales en Cúcuta - Departamento Norte de Santander durante seis meses entre diciembre de 2018 y mayo de 2019, Así mismo se realiza la descripción de puestos vacantes, lo cual ofrece variables relevantes para hacer un análisis previo de la demanda laboral que ofrece el departamento, con el fin de aproximarse a los sectores de mayor oferta, áreas con mayor demanda, nivel de estudios requeridos, experiencia solicitada, tipos de contratación, entre otros que permiten construir un banco de potenciales empresas a incluir como informantes. Se sistematiza la revisión en una matriz con las variables: Tipo de Vacante/ Nivel del Cargo, Empresa reclutadora, Área, Sexo, Sector, Descripción del puesto, Requisito, Disponibilidad de tiempo de vinculación.

Así el guion de entrevista se enfocó en la indagación de las Categorías y variables operacionalizadas en la tabla 1. Fueron informantes clave: (i) representantes de empresas del Sector primario – secundario – terciario y (iii) profesionales de psicología. La entrevista incluyó un total de 27 preguntas y participaron 24 representantes de empresas. En cuanto a los profesionales entrevistados se contó con tres psicólogos, un terapeuta Ocupacional y un metodólogo quienes validaron el guion de preguntas de la entrevista.

Tabla 2.1

Operacionalización de variables y categorías

Dimensión	Categorías/variables	Subcategorías/ Indicadores
Estrategias de reclutamiento, selección y contratación	Proceso de Reclutamiento	Herramientas o Estrategias Usadas, Mecanismos utilizados por el Empleado
	Propósitos del Empleador durante el Proceso de Reclutamiento	Expectativas sobre el postulante
	Principios del proceso de reclutamiento, selección o contratación	Manifestaciones de interés del postulante
	Vinculación con enfoque diferencial	Experiencias en la vinculación diferenciada. Proceso utilizado para la vinculación.
Aspectos Volitivos del Postulante	Antecedentes personales	Causalidad personal, perfil de interés, barreras
	Presaberes y valores del postulante	Valores, habilidades
	Autoconocimiento	Percepción de sí mismo,
	Control de emociones	Formas de indagación
	Valores y principios	Comportamiento de mayor interés, Formas de indagación Aspectos personales. Interacción de interés. Valores, cultura y principios
Aspectos habituación	Desempeño de hábitos adquiridos	Formas de identificación, Aptitudes asociadas a hábitos y roles
	Influencia del contexto en los hábitos y roles que ejecuta	Roles que influyen, Aspectos de la vida personal que influyen
	Influencia del contexto en la adquisición de hábitos	Formas de influencia del contexto en desempeño
Capacidad de desempeño	Capacidades y habilidades	Formas de indagar competencias y habilidades. Aspectos del desempeño laboral de interés para el empleador
	Relación con los demás	Aspectos del Ambientes de interacción del postulante de interés para el empleador. Formas de indagar ambientes de interacción del postulante y la cap. de interacción. Ambientes de interacción del postulante para el empleo
	capacidad para involucrarse al ambiente laboral - Adaptación al Trabajo	Formas de indagar la adaptación del empleador. Aspectos de la adaptación al ambiente laboral de interés para el empleador. Aspectos de la adaptación al ambiente laboral de interés para el empleador
Escenario regional	Demanda y oferta laboral	Demanda y oferta laboral (Tipo de Vacante/ Nivel del Cargo, Sector, Requisito (Experiencia), Disponibilidad de tiempo de vinculación
	políticas de reincorporación socio laboral	Consideraciones de fortalecimiento de políticas de reclutamiento, selección y contratación. Experiencias del escenario regional en procesos de vinculación laboral
	Conocimiento regional en proceso de reincorporación económica	Conocimiento regional en proceso de reincorporación económica
	Características de la empresa	Sector económico, actividad económica, Tamaño, Tiempo y trayectoria en la región, Formación
	Dificultades en el proceso de reincorporación	Obstáculos en el proceso de reincorporación

Fuente: Elaboración propia

3. Resultados y Discusión

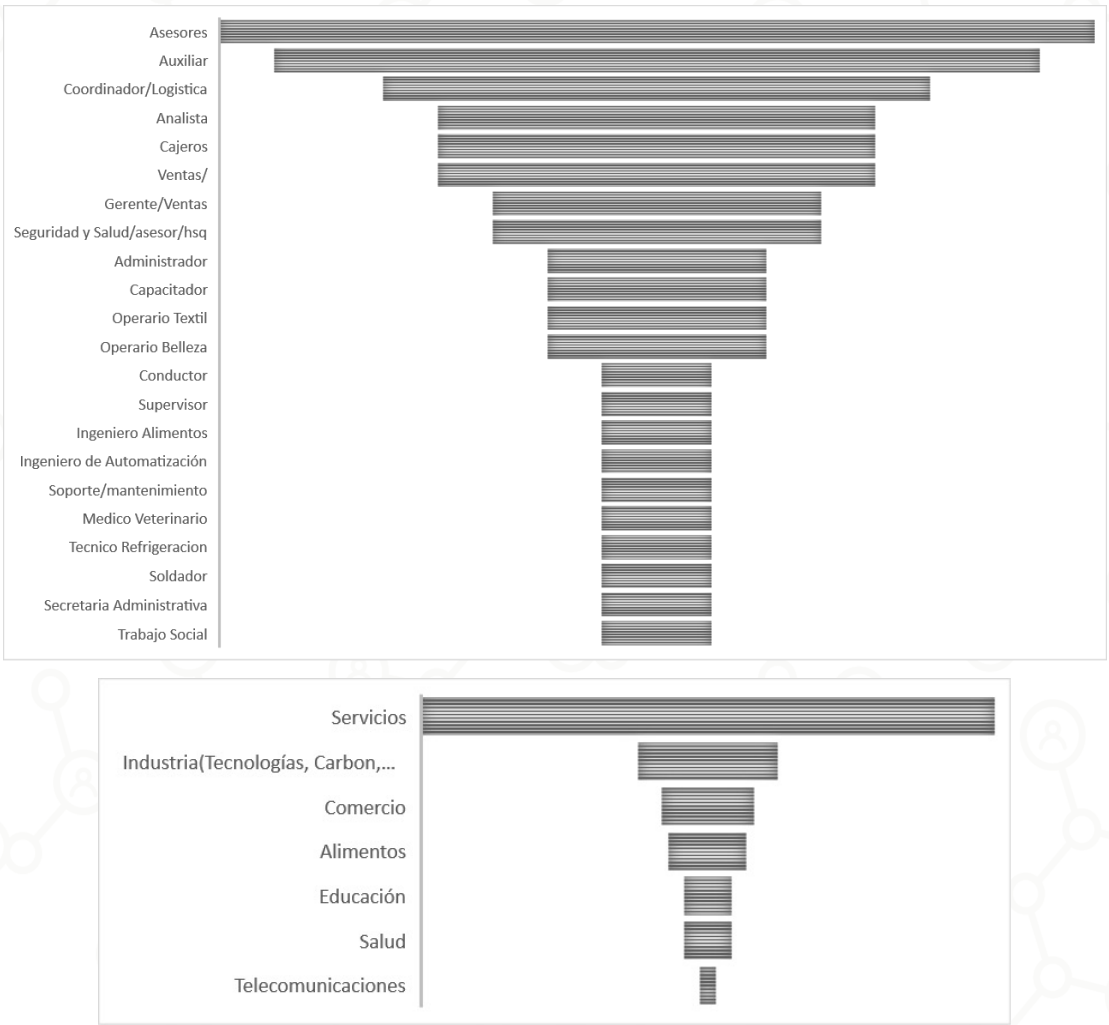
3.1. Resultados fases 1. Demanda laboral y políticas de gestión humana.

3.1.1 Demanda Laboral

De la revisión en los 121 documentos provenientes de Bolsas de empleo, en la descripción de los puestos se calculan frecuencias de aparición de categorías que se representan en gráficos de embudo para mostrar las proporciones de los hallazgos de Tipo de Vacante/ Nivel del Cargo, Sector. Ver Figura 2.3.

Figura 2.3

Comparación de tipos de vacantes/ Nivel del Cargo Sectores



Fuente: Elaboración propia

El gráfico de embudo proporciona una vista que permite comparar proporciones dentro de los tipos de vacantes, Sectores y áreas encontrados en las ofertas de esta Bolsa.

En cuanto a la experiencia solicitada hay una proporción de ofertas significativas con solicitudes de un año, dos años y seis meses. Es relevante encontrar una proporción representativa de ofertas que no solicitan experiencia. También se encontraron empresas con solicitudes de ocho, seis, y tres meses, así como de tres años y seis años. Las primeras en cargos más operativos y las anuales en cargos directivos.

En cuanto a la disponibilidad requerida según las ofertas la proporción mayor es de tiempo completo. Lamentablemente muchas ofertas no lo mencionan. Las demás varían entre Flexible, Medio tiempo y turno rotativo

Figura 2.4

Análisis de la descripción del Puesto.



Fuente: Elaboracion propia

Se utiliza el grafico de nube para representar a nivel de competencias los resultados del análisis de la descripción del puesto, entendiendo esto como el conjunto de actividades y competencias exigidas para el cargo, dando relevancia a la atención al cliente, manejo de personal, manejo de sistemas, actividades de seguimiento, buena comunicación, presentación personal, disponibilidad, responsabilidad, trabajo de equipo, iniciativa, actitud de servicio, honestidad, capacidad de gestión de negociación, capacidad de orientación y supervisión, actitud de servicio, se mencionan en menor grado, competencias de planificación,

organización, y liderazgo. Lo anterior se puede asociar por la proporción de cargos de nivel operativo y auxiliar.

Caracterización de los informantes del sector productivo. Actividad económica de empresas del sector servicios: Salud humana, ingeniería eléctrica y civil, confecciones, comercialización de combustible líquido derivado del petróleo, asesores en seguros, administración del gasto público, transporte, salud animal, servicios funerarios y suministros de elementos de Protección y Seguridad Industrial y Seguridad y Salud en el Trabajo.

Del sector Educativo: formación profesional – técnico especializado, básica primaria y secundaria y educación para el trabajo.

Actividad económica de empresas del sector industria: Elaboración y comercialización de productos alimenticios, fabricación de productos químicos, captación, tratamiento y distribución de agua, comercialización de hidrocarburos.

Actividades del sector de materias primas: Explotación de minerales y hullas de carbón.

En cuanto al tamaño de las empresas según el número de empleados, predominaron las microempresas seguida de la mediana empresa y pequeña empresa. Para esta clasificación se tuvo en cuenta microempresa no superior a 10 trabajadores, pequeña entre 11 y 50 y mediana empresa más de 50 trabajadores.

Tiempo y trayectoria de la empresa en la región de acuerdo con los años de funcionamiento: Empresas con más de 20 años de servicio seguidas de empresas entre 11 y 20 años de servicios y entre 1 y 10 años de servicios, en orden descendente.

Niveles de formación y conocimiento requeridos en los puestos de trabajo de mayor demanda en las empresas: Se identifica, en orden descendente profesionales, técnicos y tecnólogos, profesionales especializados, bachilleres técnicos y sin nivel de formación alguna.

3.1.2. Políticas de Gestión humana; estrategias de reclutamiento, selección y contratación

Procesos de reclutamiento actual de personal.

*S*e identifican estrategias tales como; La Selección por hoja de vida, perfiles, experiencias, referencias, competencias, principios, valores y deseos de aprendizaje. En cuanto a mecanismos y herramientas se contemplan las convocatorias web, medios de información,

Bolsas de empleo, equipos técnicos especializado, Prueba de conocimiento, pruebas psicotécnicas, verificación de hoja de vida, experiencia previa, referencias, entrevistas.

Expectativas del empleador en relación con el postulante en el proceso de reclutamiento, selección y contratación. *S*e identificaron categorizadas en tres grandes grupos: las asociadas al ser, al proceso en sí mismo y saber hacer. En cuanto al ser integridad, ética, humanidad, aptitud hacia el aprendizaje, honestidad, vocación, capacidad humana, interés por demostrar capacidades, responsabilidad, trabajo en equipo, motivación, actitud, demostración de habilidades para el cargo, *adaptabilidad al cargo*, cumplimiento de misión y visión, comportamentales óptimas para desempeñar el cargo, *excelentes referencias*, perfil de *liderazgo*, *trabajo en equipo*, habilidades blandas, permanencia y estabilidad. Asociadas al proceso, Se espera el cumplimento de requisitos y perfil por parte del postulante, facilidad en el proceso, oportunidad y pertinencia del proceso, proceso articulado a las necesidades del postulante. Asociadas al saber hacer. Profesionalismo, buen desempeño en la prueba de selección, idoneidad, permanencia y estabilidad.

Manifestaciones de interés del postulante consideradas por el empleador como importantes durante el proceso de selección. Se develan las asociadas al Ser: presentación personal y expresión corporal, las relaciones interpersonales, la aptitud, el interés por el aprendizaje, la responsabilidad, deseo de superación, deseo de formación continua, proyección, disponibilidad, seguridad en asumir la vacante. En cuanto al cargo aceptación de este, discreción del ambiente laboral, *liderazgo*, habilidades para el desempeño, competencias cardinales, conocimiento de la empresa, aspiración salarial. Asociadas a la formación: formación integral, formación educativa, *nivel de formación*, *experiencia*.

Experiencia del empleador en la vinculación de población con características diferenciadas y el proceso utilizado en la vinculación. Se identifican poca o nula experiencia, otros refieren experiencia en la vinculación laboral con enfoque de género, otros refieren tener una experiencia efectiva, pero no se específica de manera concreta el tipo de vinculación diferencia aplicado, y manifiestan frente a esta vinculación diferencial buena actitud e intenciones de políticas corporativas para el fomento de la igualdad, vinculaciones de acuerdo a la capacidad de rendimiento laboral y logro de metas, valoración de desempeño, y reconocimiento de todo postulante sin restricciones o discriminaciones. Por lo anterior no se develaron categorías asociadas a procesos utilizados en la vinculación diferenciada.

3.1.3. Resultados del componente Volitivo

La figura 2.5 devela en el Empleador, procesos de indagación orientados a identificar aspectos volitivos del postulante durante el proceso de selección, a partir de las preguntas relacionadas a la categorías y subcategorías descritas en la tabla 1.

Figura 2.5

Resultados del componente volitivo.



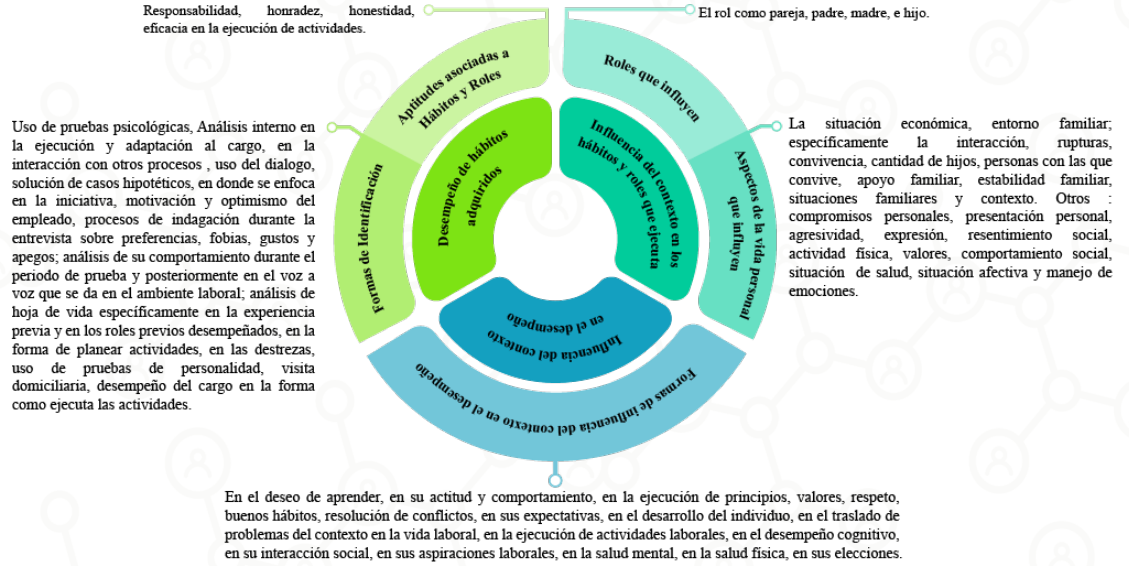
Fuente: Elaboracion propia

3.1.4. Resultados del Componente de Habituación

La figura 2.6 devela en el Empleador, procesos de indagación y seguimiento orientados a identificar aspectos de habituación del postulante durante el proceso de selección y posteriormente en su desempeño, a partir de las preguntas relacionadas a la categorías y subcategorías descritas en la tabla 1.

Figura 2.6

Resultados del componente de habituación.



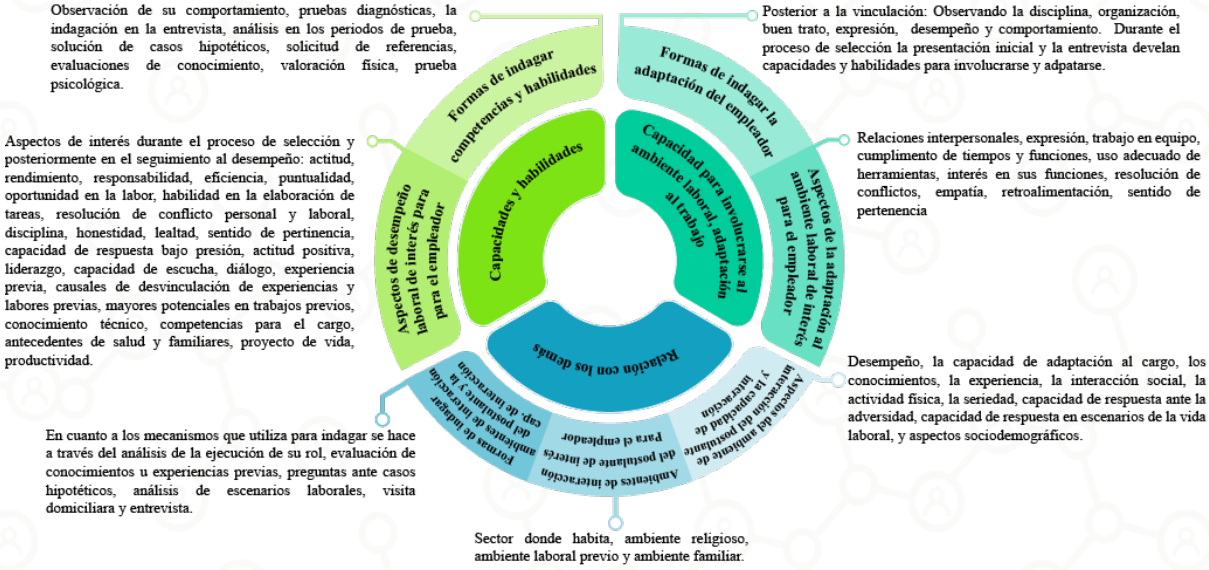
Fuente: Elaboracion propia

3.1.5. Resultados del Componente de desempeño

La figura 2.7 presenta los resultados de la entrevista, en relación a las indagaciones realizadas al empleador con la intencionalidad de develar aspectos de la capacidad de desempeño, a partir de las preguntas relacionadas a la categorías y subcategorías descritas en la tabla 1.

Figura 2.7

Resultados del componente de desempeño.



Fuente: Elaboracion propia

Discusión que se dan en torno a los resultados. Se devela poca experiencia en el escenario regional en vinculación diferenciada, y una marcada tendencia a la exigencia de hoja de vida, experiencia, cumplimiento de perfiles, referencias, formación, y aptitudes de liderazgo, trabajo en equipo, y expectativas en la integración de principios y valores en la ejecución del cargo, lo cual permite comprender las afirmaciones de Nussio (2012, 149-151) y sus análisis basados en procesos de reintegración económica de excombatientes a nivel mundial , respecto a las dificultades que afrontan los desmovilizados a la hora de conseguir un empleo, pues las tendencias asociadas a la política empresarial limitan la posibilidad, de acuerdo con los resultados planteados al nivel de formación encontrado en el censo (Universidad nacional 2017, 2018) donde las personas que se reportaron con algún grado de educación superior correspondía al 3%, con nivel de media vocacional el 8%, el 21% de básica secundaria, 57% de básica primaria y el 11% sin ningún grado de escolaridad. Sin embargo, resulta positiva la postura de los participantes del escenario regional frente a la intención de gestionar políticas corporativas para el fomento de la igualdad, vinculaciones de acuerdo a la capacidad de rendimiento laboral y logro de metas, valoración de desempeño, y reconocimiento de todo postulante sin restricciones o discriminaciones. Lo anterior de acuerdo con Nussio (2012, p194), abre la esperanza de poder trabajar con las comunidades receptoras en la alineación de medidas que por un lado permitan la reintegración económica y por otro lado faciliten la reconciliación con la comunidad, mediante la sensibilización, el apoyo psicológico y la aceptación como primer paso para volver a construir tejido social. Lo anterior de acuerdo con Roldan (2013, pág. 10), reafirma la necesidad de hacer una valoración de qué es lo apetecido por el mercado laboral actual, con el fin de instruir y educar a los desmovilizados, vía al logro de la cooperación de empleadores y trabajadores en adoptar medidas para lograr plena efectividad del derecho al trabajo a través de la orientación y formación técnico-profesional y la ocupación plena y productiva. Valencia (2017 pág. 35), Lefebvre y Martínez, 2019, pág. 18), permiten identificar que la población en proceso de reintegración no contaba con las habilidades y la experiencia para ingresar al mercado laboral aspecto evidenciado en las manifestaciones de interés del postulante a adquirir un nivel de formación.

Se devela en los procesos de selección, indagaciones centradas en la integridad personal, la responsabilidad, compromiso, actitud abierta y critica, espíritu innovador, honestidad, sentido de pertenencia, sentido de familiaridad, respeto, buen uso de la confianza, disciplina. compañerismo, lealtad, cortesía, antecedentes judiciales y laborales, motivación, aspectos de la conducta, trabajo en equipo, los cuales de acuerdo con Lamor V (2017) y Madrid Lorca, S.

(2022) refiriéndose a “sentimientos de confianza, iniciativa y/o autodeterminación a lo largo de la vida” consideran que pueden disminuir paulatinamente en personas con características aproximadas con la población objeto de estudio, tales como presencia de sentimientos de desvaloración, vergüenza, desconfianza, conductas de evitación y aislamiento, actos delictivos y la criminalización, entre otras características. La disminución potencial de estos aspectos podría representar un riesgo tanto para el excombatiente al momento de la selección como para el empleador a lo largo del proceso de desempeño, si no se cuenta con los recursos comunitarios necesarios en los que puedan participar los reincorporados. Aspecto que denota la importancia de la implementación de estrategias centradas en el reincorporado y en la generación de recursos comunitarios, que permitan fortalecer la interacción social y por ende el desarrollo del componente volitivo, el cual en el proceso de selección le permitiría responder a las expectativas de la vacante, y herramientas para el empleador orientados a lograr la adaptación al cargo y facilitar la capacidad de respuestas a situaciones y fortalecimiento de aspectos motivacionales débiles en el reincorporado.

En cuanto al subsistema de habituación se detecta, entre otras cosas, que la percepción del empleador en relación con la ejecución de roles y hábitos están determinados por aspectos de la vida personal vinculadas a la situación económica, entorno familiar, específicamente la interacción de familia, aspectos que hacen parte de los patrones familiares de comportamiento establecidos por el MOHO. En consecuencia, existe un potencial riesgo de disfunción de roles y hábitos a ser asumidos por reincorporados, bajo las expectativas del empleador. Lo anterior atendiendo a aspectos asociados al antecedente de la población; tales como: situación económica vulnerable, entornos familiares disfuncionales, víctimas o victimarios de derechos humanos, vinculados a procesos de des-identificación (ex-role) Flórez (2017), entre otros, considerando que la ejecución de roles y hábitos están influenciado desde la infancia en algunos casos. Por lo cual se deben establecer estrategias orientadas a la resignificación de roles acordes con el entorno y hábitos a asumir de acuerdo con las necesidades propias y las demandas laborales.

En cuanto a los aspectos que el empleador considera como evidencia de capacidad de desempeño laboral se develan; la actitud, resolución de conflictos personales, aspectos centrados en la persona (lealtad, disciplina, honestidad, responsabilidad, respuesta bajo presión, sentido de pertenencia, capacidad de respuesta ante situaciones adversas, dialogo), los cuales en correspondencia con el modelo de la ocupación son aspectos asociados a un

comportamiento ocupacional. Estos aspectos asociados a las características de la población conllevan a generar estrategias orientadas al empleador y al reincorporado para favorecer las habilidades de comunicación, interacción, manejo y control de emociones.

3.1.6. Consideraciones del Escenario regional, frente al fortalecimiento de políticas de reclutamiento selección y contratación para lograr reincorporación sociolaboral

Se develan estrategias a nivel personal, gubernamental, empresarial y de formación comunitaria:

Figura 2.8

Estrategias de fortalecimiento de políticas de reclutamiento, selección y contratación.

Estrategias de fortalecimiento de políticas de reclutamiento, selección y contratación			
A nivel Gubernamental Estrategias de insercion socio laboral: • la Articulación público – privada, • el Apoyo de ONG´s, • la Articulación de la Formación profesional con la formación para el trabajo • Apoyar la Sostenibilidad económica mediante la activación de zona franca y zona especiales, • Definición de un proceso de Reclutamiento que atienda necesidades locales y regionales. • Alivios Prestacionales, Gratuidad educación y la Preparación para el desempeño.	A nivel Empresarial • Fortalecimiento en valores corporativos, • Fortalecer la capacitación de aspirantes y la promoción de la sociabilidad, integridad y valor del trabajo, • Fortalecer en herramientas para la selección y promoción de desempeño. • Fortalecer el ambiente laboral y políticas idóneas para la reincorporación y cumplimiento de normatividad y redefinición de perfiles: dando mayores posibilidades a la formación de profesionales sin experiencia, y énfasis en habilidades blandas.	A nivel personal • Fortalecer en Técnicas de empoderamiento • Evidenciar Competencias • Capacitaciones • Conocimiento del proceso de selección	A nivel de Formación comunitaria • Formación de la Familia • Formación Física y espiritual • Formación para la inclusión • Formación en ética

Fuente: Elaboracion propia

3.1.7. Percepción y conocimiento regional del proceso de reincorporación económica.

La reincorporación económica se percibe como un acuerdo de gobierno, Proceso de atención en cuanto es objeto de preocupación, inseguridad, vigilancia, y respaldo financiero tanto del gobierno, como de la banca privada, donde se identifican oportunidades de empleo, capacitación, vinculación productiva, asociatividad y emprendimiento.

Percepción de las potenciales dificultades que pueden presentarse en los procesos de reincorporación laboral Surgen factores en lo económico, tales como falta de Estabilidad Económica, la Condición Socioeconómica, la Falta de Empleo. En lo personal; la Falta de conocimiento, interés, voluntad, Inexperiencia, Edad, estrategia, superación, así como la desarticulación de perfiles con la oferta laboral disponible. En lo socio afectivo; el maltrato,

respeto, desconfianza, la Falta de oportunidad, la estigmatización, falta de escucha y la exclusión social. En cuanto a gobernabilidad; el incumplimiento de acuerdos.

3.2. Resultados de la Fase 2. Formulación de estrategias de adaptación y sostenibilidad laboral desde la perspectiva del sector productivo y expertos.

3.2.1. Estrategias Identificadas desde el análisis de las Visión de gestión humana, planes o acciones para convocar, seleccionar, contratar e integrar talento humano y Contexto de oferta y demanda de empresas del sector primario, secundario y terciario.

Estrategias de Fortalecimiento Orientadas al Empleador. Fortalecimiento de técnicas de reclutamiento inclusivo en (Rodríguez-Altamirano, Higinio-Meléndez, & Ovalle-Paulino, 2021) y definición de ofertas laborales inclusivas, según (Dirección del Trabajo, 2018, Art. 2), fortalecimiento en el desarrollo de entrevistas inclusivas en (Martínez Rueda, Yurrebaso Atutxa, Aróstegui Barandica, Revilla Gutiérrez, & Álvarez de Eulate Bada, 2019).

Fortalecimiento de técnicas de adaptabilidad al trabajo, fortalecimiento de estrategias para generar permanencia en el empleo en (Moreno Díaz, y otros, 2022). Establecimiento de garantías para el empleador en cuanto a la pertinencia del proceso, e Inclusión de estrategias de flexibilidad del proceso de reclutamiento, selección y contratación, basadas en formación para el trabajo previa a la ocupación del cargo en (García-Lirios, 2019).

Fortalecimiento de políticas corporativas con enfoque diferencial en (Pastrano Quintana, Cruz Rosero, & Arévalo Briones, 2017), políticas inclusivas, fortalecimiento de estrategias de inclusión laboral para personas en proceso de reincorporación laboral en (Cristancho & Otálora Buitrago, 2018) y de gestión de desempeño en (Rodríguez Sotaquirá, Montenegro Méndez, & Zavala Fierro, 2019).

La Articulación público - privada, La articulación de la Formación profesional con la formación para el trabajo en (Covarrubias Astorga, 2018), Sostenibilidad económica mediante la activación de zona franca y zona especiales, proceso de reclutamiento que atienda necesidades locales y regionales, fortalecimiento de capacidades y valores corporativos en (Chacón Cantos & Rugel Kamarova, 2018), redefinición de perfiles acorde con las necesidades del proceso de reincorporación.

Capacitación, Programas de vinculación productiva, promoción del emprendimiento y asociatividad en (Cardoso & Beckmann, 2018).

Estrategias de fortalecimiento Orientadas al Reincorporado. Fortalecimiento de estrategias de empleabilidad orientadas al diseño de hojas de vida enfocadas en la expresión de principios, valores, deseos de aprendizaje, habilidades, disponibilidad, aptitudes, uso de bolsas de empleo, fortalecimiento de habilidades digitales en (Fernández Morales, Reyes Angona, & López Ornelas, 2021), fortalecimiento del conocimiento de los procesos de selección de personal en (Martínez Reinoso & Vargas Fernández, 2019) , especialmente el diseño y la postulación de hojas de vida por medios digitales y en el desarrollo de entrevistas.

Fortalecimiento de la aptitud y actitud, trabajo en equipo, habilidades blandas, adaptabilidad al trabajo en (Moreno-Murcia, Silva-García, Hidrobo Baca, Rincón Téllez, & Fuentes Rojas, 2022), fortalecimiento de la capacidad de liderazgo.

Fortalecimiento del conocimiento en los principios relevantes de los procesos de reclutamiento, selección o contratación. El empleador indaga o No sobre las motivaciones del postulante para acudir a la vacante, tipos de motivaciones que interesan más al empleador, importancia que le da el empleador a las motivaciones del Postulante.

Fortalecimiento de Estrategias de empleabilidad como el fortalecimiento de la motivación para el empleo, resiliencia, Formación para el trabajo, adaptabilidad al trabajo, fortalecimiento de la capacidad de liderazgo en (Ramírez Molina, Lay Raby, Avendaño Villa, & Herrera Tapias, 2018).

Del lado del reincorporado fortalecer capacidades mediante técnicas de empoderamiento personal, fortalecer el conocimiento en procesos de selección del escenario productivo regional en (Carpena Niño, Cuesta García, & Madroñero Miguel, 2022).

Estrategias identificadas para el fortalecimiento de herramientas orientadas al Componente Volitivo. Las estrategias estarán encaminadas a implementar desde el empleador, aspectos de flexibilidad para el proceso de convocatoria y durante el proceso de selección, la inclusión de estrategias de formación de postulantes en (Hernández, Giglio, Laura, & Katz, 2021) , de acuerdo con las competencias cardinales, y específicas deseadas por el empleador y competencias académicas del postulante tomando la volición como la capacidad que tiene el ser humano a anticipar esa ocupación con sentimientos positivos en (Paredes Floril, 2019) y a elegir hacerla nuevamente de acuerdo con la continuidad como de cambio en los valores,

intereses y causalidad personal a lo largo de la vida, asumiendo un rol ocupacional a desempeñar y a través del cual se emprende un proyecto personal en (Pacsi, y otros, 2020).

Así mismo desde el postulante, la implementación de programas de fortalecimiento de capacidades desde el principio de dignidad humana en (García, Ana, & Terán, 2022), estrategias de empoderamiento y toma de decisiones en el contexto laboral en (Salvador Ferrer, 2020), fortalecimiento de la capacidad de desempeño y de competencias comunicativas en (Ferreira Ariza, Pérez Reyes, Rangel Navia, & Rivera Porras, 2021) .

Estrategias identificadas para el fortalecimiento de herramientas orientadas al Componente Habituación. Las estrategias estarán encaminadas a implementar desde el empleador, y posterior al proceso de selección y vinculación, estrategias de fortalecimiento de la motivación para el empleo, resiliencia, capacidad de liderazgo, ejecución de principios, valores, respeto, buenos hábitos, resolución de conflictos, comprendiendo la habituación como la forma en que las personas repiten patrones familiares de comportamiento que se dan en ciertos contextos temporales, físicos y socioculturales (Bruner, 1973; Koestler, 1969).

Estrategias identificadas para el fortalecimiento de herramientas orientadas al Componente de Gestión de Desempeño. Las estrategias desde el empleador en el proceso de selección y vinculación estarán encaminadas a identificar el conocimiento técnico, las competencias para el cargo, la productividad en (Reyes Giménez, 2015), buscando orientar y realizar seguimiento para la promoción de la capacidad de desempeño en el ambiente laboral en (Matailo Morocho, Ordoñez Grandall, & Cuadrado Sánchez, 2022).

Las estrategias a implementar para el postulante deben estar encaminadas a promover el cumplimiento de tiempos, la actitud frente al puesto, la capacidad de resolución de conflictos, el trabajo en equipo, oportunidad de la labor en (Maldonado Valera, Marinho, & Robles, 2022), capacidad de respuesta bajo presión, capacidad de escucha y dialogo, uso y formación en el manejo de herramientas tecnológicas, manejo de la entrevista.

Estableciendo programas de formación para el trabajo en (Castro Belmonte & Vilà Suñé, 2014), adaptabilidad al trabajo, fortalecimiento de la capacidad de liderazgo forjadas desde el desempeño como conjunto de habilidades que son utilizadas en la elaboración de un comportamiento con propósito.

4. Conclusiones

La revisión documental permite identificar la oferta de empleo para asesores, y auxiliares siendo el sector Servicios el de mayores ofertas.

El análisis de contenido de la descripción del Puesto, da relevancia a la atención al cliente, manejo de personal, Manejo de Sistemas, actividades de seguimiento, buena comunicación, presentación personal, disponibilidad, responsabilidad, trabajo de equipo, iniciativa, actitud de servicio, honestidad, capacidad de gestión de negociación, capacidad de orientación y supervisión, actitud de servicio, competencias de planificación, organización, y liderazgo. Lo anterior se puede asociar por la proporción de cargos de nivel operativo y auxiliar y se confirma con las entrevistas realizadas al sector productivo.

Se identifican procesos de reclutamiento centrados en la evaluación de hojas de vida, perfiles, experiencias, referencias, competencias, principios, valores y deseos de aprendizaje, con expectativas centradas en la persona (integridad, la ética, humanidad, aptitud hacia el aprendizaje, honestidad, vocación, capacidad humana, interés por demostrar capacidades, responsabilidad, trabajo en equipo, motivación, actitud, demostración de habilidades para el cargo), adaptabilidad al cargo, cumplimiento de misión y visión, perfil de liderazgo, trabajo en equipo, habilidades blandas, permanencia y estabilidad.

Se develan expectativas orientadas al proceso de reincorporación; facilidad en el proceso, oportunidad y pertinencia del proceso, proceso articulado a las necesidades del postulante.

No se identifican experiencias concretas en vinculación diferencia, no obstante, si se manifiesta buena actitud e intenciones de políticas corporativas para el fomento de la igualdad, vinculaciones de acuerdo con la capacidad de rendimiento laboral y logro de metas, valoración de desempeño, y reconocimiento de todo postulante sin restricciones o discriminaciones.

Las indagaciones orientadas al aspecto volitivo se centran en la integridad personal, la responsabilidad, compromiso, actitud abierta y critica, espíritu innovador, entre otros con potencial a disminuir, en la población objetivo, si no, se cuenta con los recursos comunitarios necesarios en los que puedan participar los reincorporados. Las indagaciones orientadas al subsistema de habituación (roles y hábitos) develan que, para el empleador, están vinculadas a aspectos de la vida personal tales como; la situación económica, el entorno familiar, específicamente la interacción de familia. En consecuencia, el antecedente de la población;

conlleva a pensar en la potencial disfunción de roles y hábitos esperados por el empleador. Finalmente en relación a las indagaciones que evidencian capacidad de desempeño laboral se centran en la actitud, resolución de conflictos personales, aspectos centrados en la persona (lealtad, disciplina, honestidad, responsabilidad, respuesta bajo presión, sentido de pertenencia, capacidad de respuesta ante situaciones adversas, dialogo), los cuales, asociados a las características de la población conllevan a generar estrategias para favorecer las habilidades de comunicación, interacción, manejo y control de emociones del reincorporado.

En consecuencia, se plantean estrategias centradas en el reincorporado, La sociedad, y en sector productivo.

5. Referencias Bibliográficas

Acevedo B.M. (2018). Estudio de Caso utilizando el MOHO, desde un Dispositivo Público en Salud Mental. ISSN 0719-1707, AÑO 5, 2018. Nº 5, pp. 127-153. file:///C:/Users/Sebastian%20Jaimes/Downloads/5-Texto%20del%20art%C3%ADculo-22-2-10-20190628%20(1).pdf

ACR, La reintegración en cifras, Hoja de datos de marzo de 2018. http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/Cifras/Hoja%20de%20datos.%20Marzo%20de%202018.pdf

Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera. (2016).

AGENCIA COLOMBIANA PARA LA REINTEGRACIÓN. Reseña, 2014. Bogotá)

Agencia para la Reincorporación y la Normalización. (s.f). La Reintegración. Recuperado de: http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion

Alonso, M., y Valencia, G. (2008). Balance del proceso de Desmovilización, Desarme y Reinserción (DDR) de los bloques Cacique Nutibara y Héroes de Granada en la ciudad de Medellín. *Estudios Políticos,* (33), 11-34.

Baudin, K., Sundström, A., Borg, J., & Gustafsson, C. (2021). Decision-Making Is in the Making! Aspects of Decision-Making in the Area of Assistive and Welfare Technology—A Qualitative Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(8), 4028. Recuperado de: https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4028

Cardoso, L. G., & Beckmann, E. I. (2018). Las políticas de promoción de la economía social y solidaria en la provincia de Santa Fe. *Red Universitaria de Economía*, 1-30. Obtenido de http://oppepss.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2020/11/Documento-del-OPPEPSS-Provincia-de-Santa-Fe-1.pdf

Carpena Niño, M. G., Cuesta García, C., & Madroñero Miguel, B. (2022). Conocimiento y Uso de las Herramientas de Evaluación del Modelo de Ocupación Humana por Terapeutas Ocupacionales en España. *ContexTO*, 17-34. Obtenido de https://revistacontextoucen.cl/index.php/contexto/article/view/25/26

Castellanos, L (2013). La inclusión laboral de los desmovilizados del conflicto en Colombia: autentico mecanismo emancipador de la violencia en Colombia. Univ. Estud. Bogotá (Colombia) N° 10: 107-123, enero-diciembre 2013 recuperado de: https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/44738/6%20la%20inclusi%c3%b3n%20laboral%20107-124.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Castro Belmonte, M., & Vilà Suñé, M. (2014). Los planes de transición al trabajo: una opción formativa inclusiva para personas con discapacidad. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 24-39. Obtenido de https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/112484/Los%20planes%20de%20transici%c3%b3n%20al%20trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Caramés, A. Fisas, V. y Sanz, E. (2007). Análisis de los programas de desarme, desmovilización y reintegración (DDR) existente en el mundo durante 2006. Escola de Cultura de Pau, Barcelona, España. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/ddrspa/ddrspa_a2007.pdf

Cháves Ávila & Sajardo Moreno, 1999. La inclusión laboral de los desmovilizados del conflicto en Colombia: Autentico mecanismo emancipador de la violencia en Colombia. Recuperado de: https://cienciasjuridicas.javeriana.edu.co/documents/3722972/4350738/6+la+inclusi%C3%B3n+laboral+107-124.pdf/6570fa55-76cb-4c55-8f37-06f5bf6764cb

Chacón Cantos, J., & Rugel Kamarova, S. (2018). Responsabilidad social corporativa y su impacto positivo en la empresa y la sociedad. *Espacios*, 20. Obtenido de http://www.2.revistaespacios.com/a18v39n41/a18v39n41p20.pdf

COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONOMICA Y SOCIAL (CONPES). 3554. Política Nacional de Reintegración Social y Económica para Personas y Grupos Armados Ilegales. [Documento en Línea]. Diciembre. 2008. Recuperado de: ww.reintegracion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/Documento%20Conpes%203554%20l%20Política%20nacional%20de%20reintegración%20social%20y%20económica%20para%20personas%20y%20grupos%20armados%20ilegales.pdf

Covarrubias Astorga, L. G. (Agosto de 2018). *Research Gate.* Obtenido de Tesis: https://www.researchgate.net/profile/Lilia-Covarrubias-2/publication/341881738_EL_MODELO_DE_FORMACION_DUAL_DE_BAJA_CALIFORNIA_UNA_NUEVA_FORMA_DE_ARTICULACION_ENTRE_EDUCACION_Y_EMPLEO_Tesis_presentada_por/links/5ed7dffe299bf1c67d35a937/EL-MODELO-DE-FORMACI

Cristancho, L. A., & Otálora Buitrago, A. (2018). Inclusión laboral de los desmovilizados del conflicto armado en Colombia. *Tendencias Sociales*, 169-196. Obtenido de https://revistas.uned.es/index.php/Tendencias/article/view/21366

Dirección del Trabajo. (01 de 04 de 2018). *Dictámenes y Normativa.* Obtenido de Ley No 21015, 2018, Art. 2: https://www.dt.gob.cl/legislacion/1624/articles-114799_archivo_01.pdf

Fernández Morales, K., Reyes Angona, S., & López Ornelas, M. (2021). Apropiación tecnológica, habilidades digitales y competencias digitales de los estudiantes universitarios: mapeo sistemático de la literatura. *Conhecimento Online*, 46-72. Obtenido de

https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/2493/2885

Ferreira Ariza, J., Pérez Reyes, G., Rangel Navia, H., & Rivera Porras, D. (2021). Estrategias de intervención en el desarrollo de las habilidades comunicativas en personas en condición discapacidad: Una revisión sistemática. *Gaceta Médica*, 107-127. Obtenido de http://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/8225/Estrategias_intervenci%c3%b3n_desarrollo_HC-personas-con-discapacidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fisas, V. (2011). Introducción al Desarme, Desmovilización y Reintegración (DDR) de excombatientes. Quaderns de Construcció de Pau. (24). Escola de Cultura de Pau. Barcelona, España

Flórez M.M. (2007). Rol y ex-rol: El proceso de salida del rol paramilitar de 10 desmovilizados. Obtenido **https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/21567**

García, J., Ana, H., & Terán, D. (2022). *La seguridad social como derecho humano, un medio para alcanzar el bienestar y la dignidad humana.* Ciudad de México: Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social. Obtenido de https://home.ciess.org/wp-content/uploads/2022/08/La-Seguridad-Social-como-derecho-humano.-Un-medio-para-alcanzar-el-bienestar-y-la-dignidad-humana.pdf

García-Lirios, C. (2019). Especificaciones de un modelo para el estudio de la flexibilidad loboral den IES y MIPYMES formadoras del capital intelectual. *Tlatemoani*, 67-89.

Hernández, N., Giglio, M., Laura, C., & Katz, S. (2021). Inclusión, DDHH, Prácticas y Estrategias. De dónde partimos y hacia dónde vamos. *Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias*, 1-8. Obtenido de https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.14796/ev.14796.pdf

Kielhofner G: A model od human occupation, Part 3. Bening and vicious cycles. Am J Occup Ther 34:731-737,1980. https://www.revistatog.com/num25/pdfs/colab.pdf

Kielhofner, G. (2011). Modelo de Ocupación Humana. Editorial Médica Panamericana. recuperado de: https://www.berri.es/pdf/MODELO%20DE%20LA%20OCUPACION%20HUMANA%E2%80%9A%20Teor%C3%ADa%20y%20Aplicaci%C3%B3n/9789500600996

Lamor Rodríguez V. Camino Hacia la Ciudadanía: La Cultura como Estrategia/Agente de Participación Social de Personas en Riesgo de Exclusión Social y Como Medio Hacia una Percepción Holística de las Personas con Enfermedad Mental. TOG (A Coruña) [revista en Internet]. 2017 [fecha de la consulta]; 15(27): 171-76Disponible en: http://www.revistatog.com/num27/pdfs/colab1.pdf

Lefebvre, I., Martínez, H. (2019). La reincorporación económica de los excombatientes de las FARC, Riesgos y retos a futuro. En Serie Notas Estratégicas, 9. Bogotá, Colombia. recuperado de: https://ideaspaz.org/media/website/FIP_NE_Reincorporacion.pdf

Madrid Lorca, S. (2022). IMAGINARIOS DE INFANCIA Y ADOLESCENCIA CRIMINALIZADA EN PROCESOS DE TERAPIA OCUPACIONAL. *Revista Chilena De Terapia Ocupacional*, *23*(1), 153–155. https://doi.org/10.5354/0719-5346.2022.67614

Maldonado Valera, C., Marinho, M. L., & Robles, C. (2022). *Inclusión y cohesión social en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: Claves para un desarrollo*

social inclusivo en América Latina. Santiago: ONU CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46145/S2000057_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez Reinoso, O. L., & Vargas Fernández, T. (2019). Procedimiento para la gestión del proceso de reclutamiento y selección del personal en función del desarrollo local. *COODES*, 225-242. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/cod/v7n2/2310-340X-cod-7-02-225.pdf

Martínez Rueda, N., Yurrebaso Atutxa, G., Aróstegui Barandica, I., Revilla Gutiérrez, J., & Álvarez de Eulate Bada, L. (2019). Innovando en el empleo inclusivo: proyecto de transición de empresas de inserción al mercado ordinario. *Zerbitzuan*, 53-68. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/338045067_Innovando_en_el_empleo_inclusivo_proyecto_de_transicion_de_empresas_de_insercion_al_mercado_ordinario/link/5dfb7fe5299bf10bc366e28e/download

Matailo Morocho, J. V., Ordoñez Grandall, K. V., & Cuadrado Sánchez, G. P. (2022). Estrategias de Posicionamiento de las Organizaciones de Economía Popular y Solidaria caso: Imagen Corporativa Asociación de Personas con Discapacidad del Azuay. *Ciencias de la Salud*, 1001-1021. Obtenido de https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2688/6119

Moreno Díaz, A. L., Saez, E., Vélez Sánchez, E., Giraldo, E., Jiménez Molina, D., & Giraldo Tabares, S. (2022). Identificación de los factores que aportan a la permanenciadel personal dentro de la compañía en busca de desarrollar estrategias que permitan fortalecer el vínculo laboral a largo plazo (Caso sector maderero). *Innovación Digital y Desarrollo Sostenible*, 36-41. Obtenido de http://aulavirtual.dossiersoluciones.com/index.php/ids/article/view/64

Moreno-Murcia, L. M., Silva-García, M. B., Hidrobo Baca, C. C., Rincón Téllez, D. C., & Fuentes Rojas, G. Y. (2022). Importancia de las habilidades blandas en la formación integral de profesionales. En L. M. Moreno-Murcia, M. B. Silva-García, C. C. Hidrobo Baca, D. C. Rincón Téllez, & G. Y. Fuentes Rojas, *Formación en habilidades blandas en instituciones de educación superior: reflexiones educativas, sociales y políticas* (págs. 53-76). Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios – Uniminuto. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/14369/1/Libro_Formaci%C3%B3n%20en%20habilidades%20blandas%20en%20instituciones%20de%20educacion%20superior_2022.pdf#page=52

Muñoz, I. Y Goycolea, (2015) R. Desafíos de la Terapia Ocupacional en la Inclusión Social de Jóvenes Infractores de Ley, en medios de régimen cerrados de internación en Chile. [Artículo en Línea]. En: Revista Chilena de Terapia Ocupacional. Diciembre, 2015, vol. 15, n°2, pp. 1-14. recuperado de: http://www.revistaterapiaocupacional.uchile.cl/index.php/RTO/article/viewFile/38165/39824 ISSN 0719-5346

Navarrón C. (2003) Rehabilitación psicosocial: una perspectiva desde el modelo de ocupación humana. . recuperado de: https://psiquiatria.com/bibliopsiquis/rehabilitacion-psicosocial-una-perspectiva-desde-el-modelo-de-ocupacion-humana

Nussio, E. (2012). La vida después de la desmovilización. Percepciones, emociones y estrategias de ex paramilitares en Colombia. Bogotá, Colombia: Ediciones Uniandes. Pp.320

Pacsi, M., Ampuero, C., Valderrama, L., Córdova, E., Toribio, K., & Cuela, Y. (2020). La promesa de la inclusión laboral: Las entidades fiscalizadoras buscan el derecho al empleo de las personas con discapacidad. *Práxis Social*, 1-21. Obtenido de https://revistapraxissocial.com/index.php/praxis/article/view/44/30

Paredes Floril, P. R. (2019). Gestión de talento y desarrollo de competencias de personas con discapacidad. *Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 70-80. Obtenido de https://incyt.upse.edu.ec/pedagogia/revistas/index.php/rcpi/article/view/252/279

Pastrano Quintana, E., Cruz Rosero, E., & Arévalo Briones, K. (2017). Inserción laboral inclusiva desde la Responsabilidad Social Empresarial. *Publicando*, 554-578.

Piven, Emily & Lazzarini, Ivelisse & Nazeran, Homayoun. (2007). Application of Nonlinear Dynamics Theory to Neuro-Occupation: A Case Study of Alcoholism. British Journal of Occupational Therapy. 70. 349-357. 10.1177/030802260707000805. Recuperada de: https://www.researchgate.net/publication/258627598_Application_of_Nonlinear_Dynamics_Theory_to_Neuro-Occupation_A_Case_Study_of_Alcoholism

Presidencia, B. (., et al. (2018). Documento Conpes 3931. recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.12324/36746

Ramírez Molina, R. I., Lay Raby, N. D., Avendaño Villa, I., & Herrera Tapias, B. A. (2018). Liderazgo resiliente como competencia potenciadora del talento humano. *Opción*, 826-854. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7338194

Reyes Giménez, A. (2015). Empleabilidad de personas con discapacidad desde el marco rector de SENADIS, Paraguay. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 209-222. Obtenido de http://revistacientifica.uaa.edu.py/index.php/riics/article/view/268/234

Rodríguez Sotaquirá, N. Z., Montenegro Méndez, I. C., & Zavala Fierro, D. (2019). *Inclusión laboral de excombatientes. Una revisión a las acciones de inclusión laboral de la agencia de reincorporación y normalización a la luz de la responsabilidad social empresarial.* Bogotá: Ciencias La Salle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_gestion_desarrollo/163/

Rodríguez-Altamirano, D., Higinio-Meléndez, J. C., & Ovalle-Paulino, D. C. (2021). Modelo de proceso de selección de personal utilizando las técnicas de Reclutamiento 4.0 y Plataformas Digitales en tiempos de COVID 19. *International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 1-9. Obtenido de https://laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/full_papers/FP90.pdf

Roldan, L. La Inclusión Laboral de los Desmovilizados del Conflicto en Colombia: Auténtico Mecanismo Emancipador de la Violencia en Colombia. En: Univ. Estud. Enero-diciembre. 2013, n° 10, pp. 107-123. https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/44738/6%20la%20inclusi%c3%b3n%20laboral%20107-124.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Salvador Ferrer, C. M. (2020). Inclusión social de las personas con discapacidad: estudio piloto en el contexto laboral del papel mediador de la autodeterminación entre el conflicto de rol y la inclusión social. *Ediciones Universidad de Salamanca*, 25-37. Obtenido de https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/144333/Inclusion_social_de_las_personas_con_dis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Universidad Nacional de Colombia. (2017). Caracterización comunidad FARC-EP, resultados generales. Recuperado de http://pensamiento.unal.edu.co/cp-paz/acompanamiento-dialogos-de-paz/censo-farc/

Valdebenito Aravena A. (2019). Introducción: El Modelo de Ocupación Humana (MOHO). https://doi.org/10.5281/zenodo.2587051

Valencia, L. (Ed.). (2017). Terminó la guerra, el postconflicto está en riesgo: a un año del acuerdo de paz. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; Bogotá: Fundación Paz & Reconciliación. recuperado de: http://www.clacso.org.ar/libreria-latinoamericana/contador/sumar_pdf.php?id_libro=1314

Yancosek KE, Howell D. (2010) Integrating the dynamical systems theory, the task-oriented approach, and the practice framework for clinical reasoning. Occup Ther Health Care. 2010 Jul;24(3):223-38. doi: 10.3109/07380577.2010.496824. PMID: 23898929.

Yancosek, K. E., & Howell, D. (2010). Integrating the Dynamical Systems Theory, the Task-Oriented Approach, and the Practice Framework for Clinical Reasoning. Occupational Therapy In Health Care, 24(3), 223–238. doi:10.3109/07380577.2010.496824

Análisis de Ventajas Competitivas en Pequeñas Empresas de Guanajuato, México y Norte de Santander, Colombia

Analysis of Competitive Advantages in Small Businesses in Guanajuato, México and Norte de Santander, Colombia

María Guadalupe de Lourdes Acosta Castillo[1]. Claudia Ivonne Arámbula García[2] Everardo Mares Mares [1] Rosa Izela Rodríguez Ortega[1] María Concepción Hernández Escobar[1]

[1] Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, Carretera Guanajuato a Puentecillas Km 10.5, Puentecillas, 36262 Guanajuato México; (Tel: (+52)4737347878; e-mail: macosta@itesg.edu.mx, emares@itesg.edu.mx, darteaga@itesg.edu.mx, 17111164@tecguanajuato.edu.mx, 17111175@tecguanajuato.edu.mx)

[2] Universidad de Santander UDES, Cl. 11A Nte. #3-19, Cúcuta, Norte de Santander Colombia; (Tel: (+57)(607)5791008; e-mail:: cl.arambula@mail.udes.edu.co)

Introducción

El entorno competitivo antes de la pandemia presenta el comportamiento y las adaptaciones a las que se encuentran sujetas las diversas organizaciones, donde el consumo de los recursos naturales era más acelerado que la producción. Por lo que se busca incrementar la inversión, para esto es necesaria la competitividad (Espinoza, 2020).

Las organizaciones se enfrentaron a una grave crisis económica que se suscitó por el virus del COVID-19 el cual dejó grandes cambios, tal situación, desencadenó variaciones en cuanto a la economía, la administración, la producción (Espinoza, 2020). Donde al garantizar la competitividad se presenta la supervivencia de las diferentes empresas.

Las restricciones y la falta de apoyo que se presentó género limitaciones económicas en la participación parcial o total, desarrollando la suspensión o muerte de las empresas en las actividades que realiza, lo que generó también una tasa de desempleo a consecuencia de la oferta y la demanda global (NU.CEPAL, 2020).

Esta situación afectó la competitividad mundial de los mercados. Diferentes organizaciones comenzaron a desarrollar diversas actividades, teorías y modelos enfocadas a superar la crisis económica. Colombia, por ejemplo, empleo la matriz de competitividad en 2019, conociendo así sus niveles competitivos (Varon et al., 2019).

La competitividad es un concepto que no tiene una única definición, sino que depende del nivel o contexto al cual se esté haciendo referencia (Puello, 2016). Por ejemplo, para poder diferenciar los productos y servicios de los competidores, existe la ventaja competitiva, la cual está representada a partir de los distintos factores humanos y materiales involucrados en su elaboración (Navarro Silva et al., 2018).

El presente trabajo se desarrolló gracias al apoyo de Idea GTO, organismo que fomenta la innovación y el emprendimiento, así como la ciencia y la tecnología para el impulso del desarrollo económico y el desarrollo social. Como metodología a utilizar se plantea la inducción-deducción, así como el análisis y conclusión de los indicadores que miden la competitividad, dentro de las empresas seleccionadas, mediante aplicación de encuestas y estadísticas.

1. Marco teórico

1.1. Economía en México y Colombia

Los Censos Económicos (CE) 2019 revelan que el 99.8% de las organizaciones de México son micro, pequeñas y medianas (MIPyME'S). Algunas características que diversifican a estos establecimientos con respecto de las grandes empresas es que existen mayores cambios en cuanto a ingresos, personal ocupado, ubicación, aperturas, cierres, etc. (INEGI, 2021).

La pandemia COVID-19 deriva una emergencia sanitaria muy rigurosa que provocó en algunos establecimientos la pausa de las actividades o en muchos de los casos el cierre total del mismo. Es por ello por lo que en 2021 se realizaron Censos Económicos a nivel nacional con la finalidad de identificar los cambios que se tuvieron desacuerdo a las unidades económicas el cual arrojó de los 4.9 millones de establecimientos, EDN estima 619,443 nacimientos mientras que 1,010,857 murieron como se puede observar en la figura 3.1, donde se indica que ha habido una recuperación en nacimientos en 2021 con respecto a los del 2020 (INEGI, 2021).

Figura 3.1

Establecimientos CE 2019 y EDN 2020-2021.



Nota: Elaboración propia con información de INEGI y EDN.

El sector manufacturero ha sido considerado uno de los motores del crecimiento económico de México (Carbajal Suárez et al., 2017) y suena coherente puesto que la mayor parte de los productos que el humano consumo, necesitan pasar por algún procedimiento industrial.

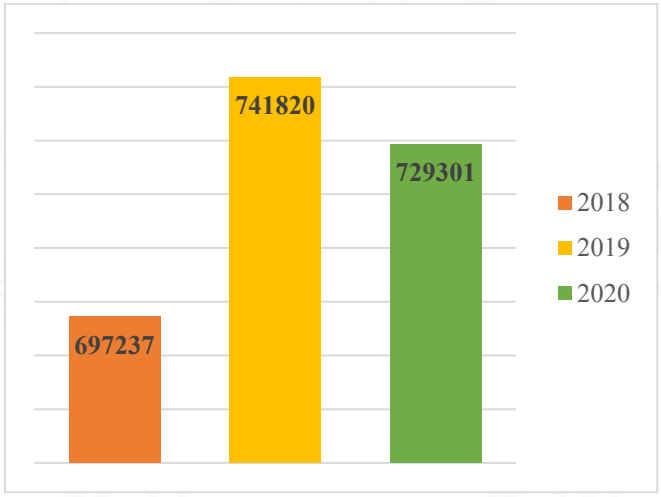
Las principales fuentes de ingresos en el estado de Guanajuato y las actividades que realizan los diferentes sectores estratégicos en el estado son: agroindustrial, autopartes-automotriz, productos químicos, equipo médico, cuero-calzado y confección-textil-moda, servicios de investigación, turismo, farmacéuticos y cosméticos (Economía, 2017).

En el caso de Colombia, en el año 2016 la revista Semana, publica que el 80.8% de los empleos en Colombia son generados por pequeñas y medianas empresas (Semana, 2016), posteriormente en septiembre del año 2019, el Ministerio de trabajo en una de sus publicaciones, reconoce la importancia de las empresas mencionadas anteriormente, afirmando que de acuerdo a datos brindados por Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el 90% del sector productivo pertenece a este rango de empresas, aportando el 35% del PIB nacional (MINISTERIO DE TRABAJO, 2019).

Por otro lado, estadísticas del país, muestran que en los años 2018-2019, las empresas activas empleadoras tuvieron un crecimiento de 6.4%, en comparación con los años 2019-2020, donde hubo un decrecimiento de -1.7%. La figura 3.2, muestra lo mencionado en anterioridad.

Figura 3.2

Total de empresas activas empleadoras de los años 2018-2019



Nota: Elaboración propia con información de DANE

En Colombia las empresas pequeñas, medianas y grandes son consideradas como impulsoras al crecimiento de su economía, al ofrecer productos o servicios a los hogares a al Estado (Arango & Valencia, 2022).

Las actividades económicas que aportan mayores ingresos a Colombia corresponden en primer lugar al comercio, seguidas de aquellas que hacen reparación a vehículos automotores y motocicletas, transporte y almacenamiento, servicios de comida, industria manufacturera, por mencionar algunas (DANE, 2022).

1.2. Efectos De La Pandemia En Las Empresas

La economía en el mundo recibió un gran impacto negativo por la enfermedad (COVID-19) ante esto la estructura de productividad presenta pocas actividades de producción y procesamiento. La crisis económica se ha presentado mediante las restricciones sociales generado la suspensión total o parcial de las actividades productivas necesarias para productos indispensables (alimentos, medicamentos, artículos de limpieza e insumos y equipos médicos) (NU.CEPAL, 2020).

La interrupción en las actividades antes mencionadas genera problemas para que los demás sectores sigan operando, de la misma forma la disminución de los consumidores crea

una caída en la demanda y una adaptación de las empresas a las nuevas exigencias como por ejemplo automóviles, electrodomésticos, textil, muebles, calzado, etc. (NU.CEPAL, 2020).

Las empresas deben tener un sistema de procedimientos y registros de prácticas correspondientes utilizando de manera eficiente, buscando una mejora y realizando una evolución constante, el aprovechamiento y las decisiones que conllevan a un mejor trabajo.

Varios países se vieron en la necesidad de introducir programas y medidas de apoyo, direccionadas principalmente a las pequeñas y medianas empresas. Por el lado financiero, numerosos bancos ofrecieron préstamos con períodos de crecimientos extensos y aplazamiento de pagos, buscando una liquidez para los mismos (Cavallo et al., 2020).

1.3. La Competitividad En Las Empresas

Para entrar en contexto, es importante comenzar por entender el significado de competitividad. Varios autores han descrito el significado de esta palabra, en las siguientes líneas se menciona algunas de ellas:

Es necesario comprender que competitividad forma parte de la palabra competencia, puesto que se ve involucrada la rivalidad entre grupos, mediante habilidades y condiciones requeridas para la competencia, por lo tanto: la competencia es el resultado de la competitividad. En 1995 Geraldo Müller hace la propuesta de contar con un mapa de conceptos relacionados al tema, cuyo objetivo es determinar la competitividad como la capacidad de aumentar la participación en la oferta y demanda (Müller, 1995).

Al no tener una definición única para el concepto de competitividad el Word Economic Forum (2010) lo define como “el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país” de acuerdo referencia a que esta permite que los ingresos de un país aumenten llevando la prosperidad a los ciudadanos incrementando la calidad de vida (Ibarra Cisneros et al., 2017).

Se puede observar cómo existe un punto clave en las definiciones mencionadas anteriormente, el cual consiste en definir la competitividad como el conjunto de estrategias, indicadores, atributos o herramientas que buscan la mejora continua del producto y empresa, es decir, conocer el comportamiento operativo, gerencial y de apoyo, así como las estrategias para el aseguramiento de la calidad brindando así el valor agregado a su producto o servicio,

por lo que es importante conocer los indicadores o herramientas necesarias para evaluar su comportamiento dentro y fuera del mercado.

A continuación, encontramos una breve descripción de algunos modelos de evaluación de competitividad, elaborados por distintos autores, iniciando por el modelo creado en 1988, por la European Foundation for Quality Management (EFQM), también conocido como modelo de excelencia 2000, dicho modelo está basado en la autoevaluación, que permite a las organizaciones llevar a cabo un análisis completo de su situación, contiene 9 criterios de evaluación: liderazgo, política y estrategia, personas, alianzas y recursos, procesos, resultados en los clientes, en las personas, en la sociedad y resultados clave. Además de brindar un diagnóstico general de la organización, permite también establecer opciones de mejora continua dentro del plan de calidad de la organización (Martínez, 2008).

Mario González en su publicación de gestión estratégica como herramienta para promover la competitividad, describe herramientas como el benchmarking, el Balanced Scorecard, Outsourcing, las cinco fuerzas de Porter y el análisis PESTEL (González, 2017).

2. Metodología

2.1. Matriz De Competitividad

La Matriz de Competitividad, diseñada según la NTC 6001: 2008 y la NTC-ISO 9000:2015, permite presentar un análisis de la competitividad desde la gestión y organización empresarial en las micro y pequeñas empresas, desde la perspectiva de los diversos enfoques de la competitividad. El modelo de medición (Mejía et al., 2019), para evaluar la gestión empresarial y medir la competitividad, tiene como estructura 73 variables o indicadores, 29 relacionadas con los procesos de dirección, 27 con los procesos operativos, y 17 con los procesos de apoyo. En resumen, la matriz de competitividad incluye un análisis completo de todos los factores relacionados a la calidad del servicio o producto. Tales indicadores, llevan una escala de medición que permite su correcto análisis, donde la empresa u organización, de acuerdo con sus características selecciona lo que se asemeja a su situación actual. La escala es: 0) No existe, 1) Acción escrita, 2) Inicio pruebas, 3) En implementación, 4) Implementado totalmente, 5) Resultado exitoso.

2.2. Método Inducción-Deducción

Este método inductivo-deductivo, conformado por dos procedimientos inversos: inducción y deducción. “Es un procedimiento de inferencia que se basa en la lógica para emitir su razonamiento; su principal aplicación se relaciona de un modo especial con las matemáticas puras” (UNAM, 2019).El método de inducción-deducción se utiliza con los hechos particulares, siendo deductivo en un sentido, de lo general a lo particular, e inductivo de lo particular a lo general (Rodríguez & Pérez, 2017) siguiendo las siguientes reglas:

I. Observar asociación de fenómenos.
II. A partir de la ley anterior, inducir una teoría más abstracta.
III. Deducir las consecuencias.
IV. Efectuar observaciones o experimentos.
V. Conclusión

2.3. Método analítico-sintético

Este método hace referencia a dos procesos intelectuales inversos que operan en una unidad: el análisis y la síntesis.

El análisis es el procedimiento lógico da la oportunidad de descomponer mentalmente un todo en partes y cualidades, en múltiples relaciones y componentes permite estudiar con detalle cada una de ellas, mientras que la síntesis es la operación inversa, al establecer mentalmente la unión o combinación de las partes analizadas descubriendo la relación que existen entre los elementos siguiendo las reglas (Rodríguez et al., 2016).

I. Observación del fenómeno.
II. Descripción. Identificación de todos sus elementos.
III. Examen crítico.
IV. Descomposición.
V. Enumeración.
VI. Ordenación.
VII. Clasificación.
VIII. Conclusión.

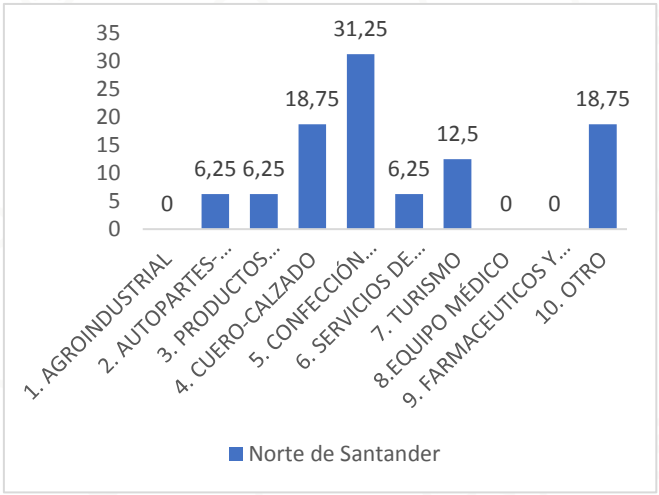
Tomando como referencia la información anteriormente mencionada, la metodología a seguir para obtención de buenos resultados está compuesta por dos metodologías que tienen similitud en sus pasos donde primero se realiza la observación en la cual se comienza el estudio de los factores interviene en la búsqueda en este caso los sectores son los principales. Después se procede a la clasificación de cada uno donde se hace referencia a las actividades que realiza y las características que tienen en común como, cantidad de empleados, actividades que realiza, ubicación. Se procede a un establecimiento de patrones con los que se enumeran según los resultados, una vez teniendo lo anterior se ordenan y se realiza la interpretación de los datos con la finalidad de llegar a una conclusión en la que se llega el resultado.

Con el fin de poner una información más concentrada se realizó una encuesta a las diferentes organizaciones basados en la matriz de competitividad.

3. Resultados

De los datos obtenidos de las encuestas el 64% corresponde Guanajuato y el 36% Norte de Santander con respecto a lo anteriormente mencionado los datos arrojaron que para el Norte de Santander el 31% corresponde al sector confección textil y moda seguido de cuero-calzado con 18% y otros con 19% haciendo referencia a la empresa de alimentos, industria de la comunicación, tercerización de procesos de negocios (BPO) entre otros como se muestra en la figura 3.3.

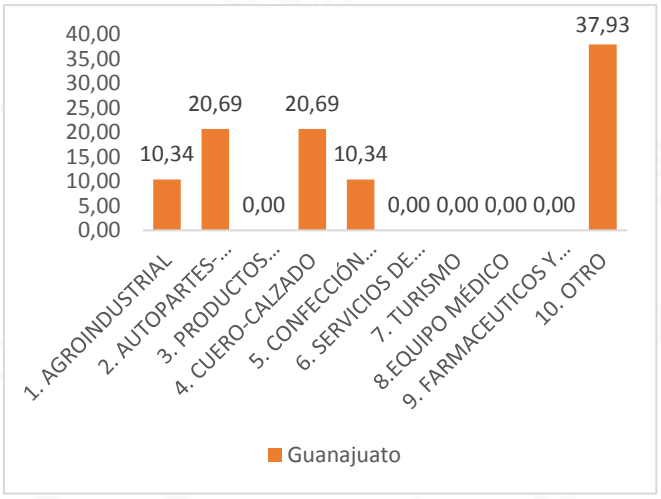
Figura 3.3
Sectores estratégicos de Norte de Santander



Nota: Elaboración propia

En cuanto a Guanajuato respecta, se encuentra el 21% en el sector cuero calzado, 21% en autopartes-automotriz, 10% en agroindustrial, 10% en confección textil-moda y el 38% en otros (alimentos, publicidad, maquilas, etc.) como se muestra en la figura 3.4.

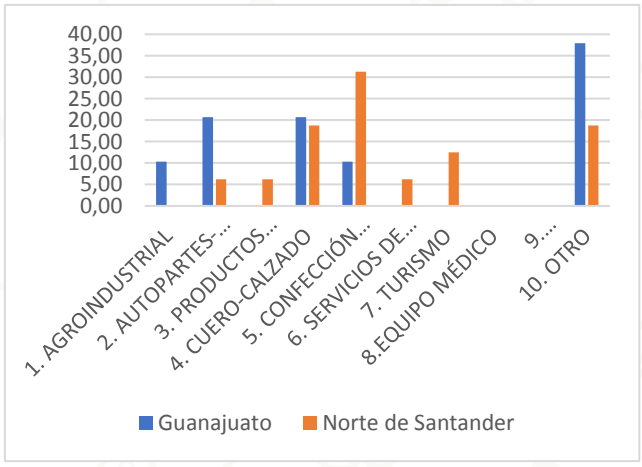
Figura 3.4
Sectores estratégicos de Guanajuato



Nota: Elaboración propia

En la comparación que se realizó entre los sectores estratégicos de Guanajuato y Norte de Santander se puede observar en la figura 3.5 que Guanajuato presenta una mayor participación en sectores de autopartes-automotriz, cuero- calzado y en otros (alimentos, publicidad, maquilas, etc.), mientras que Norte de Santander se destaca en confección textil y moda, cuero-calzado, turismo otros (alimentos, industria de la comunicación, tercerización de procesos de negocios (BPO)).

Figura 3.4
Comparación entre sectores estratégicos



Nota: Elaboración propia

Con respecto de la competitividad, los resultados de las encuestas arrojan el siguiente análisis:

En la figura 3.6 se puede observar que, de las empresas encuestadas del estado de Guanajuato, el 42% de ellas cuenta con una planeación, el 17% con una gestión comercial organizada, el 12% con una correcta gestión del talento humano, un 10% con una planificación de productos/servicios, el 7% una buena gestión de suministros y un 6% de gestión financiera y de sistemas de información.

Figura 3.6

Cumplimiento de indicadores de competitividad en Guanajuato

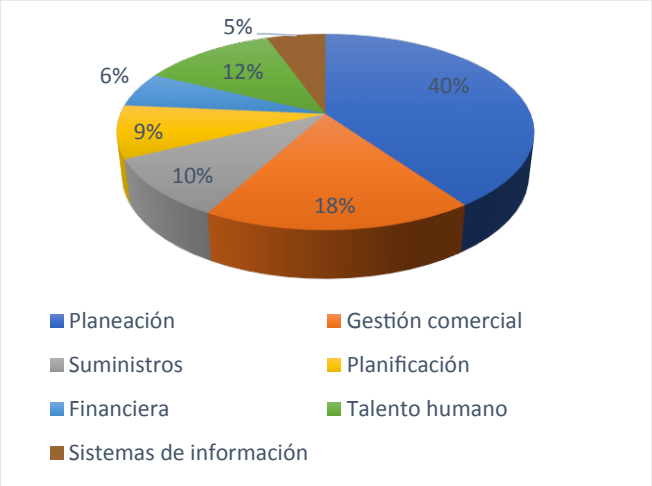


Nota: Elaboración propia

Mientras que, en Norte de Santander, el 40% de las empresas encuestadas cuenta con una planeación, el 18% con una gestión comercial, el 12% con una buena gestión del talento humano, el 10% una buena gestión de suministros, el 9% cuenta con una planificación de productos/servicios, el 6% con una gestión financiera y el 5% con una gestión de sistemas de información, tal como se muestra en la figura 3.7.

Figura 3.7

Cumplimiento de indicadores de competitividad en Norte de Santander

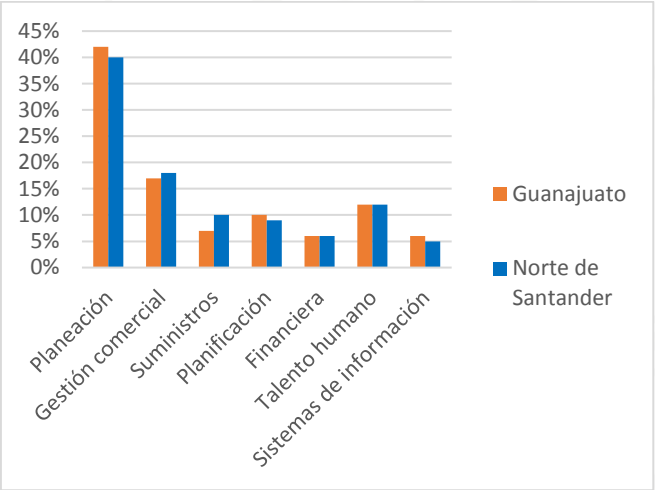


Nota: Elaboración propia

Para un mejor seguimiento de los resultados obtenidos, se puede apreciar la información siguiente, en el gráfico 8 donde muestra que en cuanto al tema de planeación se registra un 42% para Guanajuato y 40% Norte de Santander, con referencia en gestión comercial las empresas ponen en marcha diversas técnicas con el fin de dar conocer al público varios de sus productos o servicios de los cuales el Norte de Santander se encuentra un 1% en por encima de Guanajuato indicando que las empresas se preocupan por que sus productos sean reconocidos, en la parte de suministros se presenta un 7% en participación en Guanajuato mientras que el Norte se Santander presenta un alza al 10%, con respecto al cumplimiento de planificación de productos y servicios 10% corresponde a Guanajuato indicando que están orientadas a generar estrategias y mejorar sus ventas, seguidas del 9% , las empresas se preocupa por identificar las aptitudes y competencias que tiene su persona, el 6% de las empresas cuentan con el cumplimiento de la gestión financiera mediante la cual se administran los recursos económicos de las mismas, para que se pueda lograr un mejor desempeño en el espacio de trabajo y asea individual o en equipo por lo que para ambos se presenta un 12% donde el talento humano es aprovechado finalizando con el 6% de las empresas en Guanajuato y un 5% perteneciente a Santander indicando que tratan de trabajar en la recopilación de información logrando tener resultados exitosos.

Figura 3.8

Comparación de indicadores de competitividad entre Guanajuato y Norte de Santander



Nota: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Se concluye que las pequeñas empresas de ambos países logran sobrevivir ante la competitividad y se conoce que ante la crisis económica que se presentó por el Covid-19 las empresas lograron mantener un nivel de competitividad medio, por lo que se piensa que, si en las instituciones donde se realizaron las pruebas, se busca aumentar su competitividad mediante estrategias y con el conocimiento brindado por sus resultados, se conseguirá el aumento de la competitividad en su organización, para que el estudio del trabajo sea más asertivo se necesita incrementar el número de participación de empresas de Guanajuato, México tanto como Norte de Santander, Colombia.

5. Referencias Bibliográficas

Arango, J. D. O., & Valencia, R. (2022). *Departamento Administrativo Nacional de E sta d í st ica – DANE*. 123. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas/jun_2022_nota_estadistica_demografia_empresarial.pdf

Carbajal Suárez, Y., Jesús Almonte, L. de, Carbajal Suárez, Y., & Jesús Almonte, L. de. (2017). Empleo manufacturero en la Región Centro de México. Una estimación por gran división. *Contaduría y administración*, *62*(3), 880–901. https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.04.004

Cavallo, E., Powell, A., & Serebrisky, T. (2020). *De estructuras a servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe (Resumen ejecutivo) | Publications*. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/De-

estructuras-a-servicios-El-camino-a-una-mejor-infraestructura-en-America-Latina-y-el-Caribe-Resumen-ejecutivo.pdf
DANE. (2022, agosto 16). *PIB Información técnica*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica
Economía, S. de. (2017, febrero 10). *Guanajuato y sus principales sectores productivos y estratégicos*. gob.mx. http://www.gob.mx/se/articulos/guanajuato-y-sus-principales-sectores-productivos-y-estrategicos
Espinoza, L. F. (2020). Situación actual de la competitividad y sustentabilidad y el COVID-19. *Inquietud Empresarial*, *20*(2), I–III. https://doi.org/10.19053/01211048.12119
González, M. J. B. (2017). *Gestión estratégica como herramienta para promover la competitividad de las empresas del sector logístico del departamento del Atlántico, Colombia*. 14.
Ibarra Cisneros, M. A., González Torres, L. A., Demuner Flores, M. del R., Ibarra Cisneros, M. A., González Torres, L. A., & Demuner Flores, M. del R. (2017). Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. *Estudios fronterizos*, *18*(35), 107–130. https://doi.org/10.21670/ref.2017.35.a06
INEGI. (2019). Industria manufacturera. Cuéntame de México. https://cuentame.inegi.org.mx/Economia/secundario/manufacturera/default.aspx?tema=e
INEGI. (2019). Micro, pequeña, mediana y gran empresa. Estratificación de los establecimientos. Censos Económicos https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198657.pdf
INEGI. (2021, 21 de diciembre). El INEGI presenta los resultados del estudio sobre la demografía de los negocios,791.21 (1). INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/edn/2021/
INEGI. (2022, 20 de abril). Sala de prensa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=7273
Martínez, B. (2008). Calidad. ¿Qué es el modelo EFQM (European Foundation for Quality Management)? Anales de Pediatría Continuada, 6(5), 313–318. https://doi.org/10.1016/S1696-2818(08)74887-X
Mejía, A. B., Barrero, M. S. R., & Gómez, H. S. (2019). Modelo de evaluación de la gestión y competitividad empresarial. *PODIUM*, *35*, 97–118. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7291234
MINISTERIO DE TRABAJO. (2019, septiembre 26). *MiPymes representan mas de 90 del sector productivo nacional y generan el 80 del empleo en Colombia ministra Alicia Arango—Ministerio del trabajo*. https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2019/septiembre/mipymes-representan-mas-de-90-del-sector-productivo-nacional-y-generan-el-80-del-empleo-en-colombia-ministra-alicia-arango
Müller, G. (1995). *El caleidoscopio de la competitividad*. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/11993
Navarro Silva, O., Gracián Moran, G., & Ferrer Reyes, W. (2018). La calidad del capital humano una vertiente positiva en la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas enfocada en la Empresa Cristy Viajes. *Revista Universidad y Sociedad*, *10*(2), 26–33. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202018000200026&lng=es&nrm=iso&tlng=es

NU.CEPAL. (2020). *Sectores y empresas frente al COVID-19: Emergencia y reactivación: Informe Especial COVID-19 No. 4*. United Nations. https://doi.org/10.18356/9789210054751

Puello, N. del R. (2016). Modelo para la medición de la competitividad en clusters basado en dinámica de sistemas: Caso de estudio: cluster de muebles del departamento del Atlántico /. *http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0069371.pdf*. https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/577

Rodríguez, A., & Pérez, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, *82*, 175–195. https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647

Semana. (2016, septiembre 14). *Pymes contribuyen con más del 80% del empleo en Colombia*. Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el Mundo. https://www.semana.com/edicion-impresa/caratula/articulo/porcentaje-y-contribucion-de-las-pymes-en-colombia/231854/

UNAM. (2019). *Metodología de la investigación*. https://www.unamenlinea.unam.mx/recurso/83084-metodologia-de-la-investigacion

Varon, N., Rodríguez-Barrero, M. S., & Buitrago-Mejía, A. (2019). Desafíos de la competitividad en el contexto colombiano del sector cooperativo. *Espí-ritu Emprendedor TES*, *3*(1), 1–24. https://doi.org/10.33970/eetes.v3.n1.2019.126

Prospectiva en Vigilancia Tecnológica del Centro CIES Regional Norte de Santander

Prospective in Technological Surveillance of the Norte de Santander Regional CIES Center

Uribe C. Rafael[1]. ,Gutiérrez. Alberto Emilio[2] , Lizarazo P. Jhon E.[3] , Santiago. Mauricio Ricardo[4]

Servicio Nacional de Aprendizaje, Calle 2N Avda. 4 y 5 Barrio Pescadero Cúcuta Colombia (Tel: (+57) (607 5829990); e-mail: ruribe@sena.edu.co , aegutierrez@sena.edu.co , jlizarazop@sena.edu.co , msantiagor@sena.edu.co).

Introducción

En la actualidad, los avances científicos-tecnológicos y competitivos exigen que nuestra comunidad educativa, adopte estrategias en proyectos de I+D+i, en alianzas estratégicas, y a su vez, en programas de formación. Por lo tanto, es vital realizar un ejercicio prospectivo que permita conocer cuáles son los riesgos que se enfrentan, así como las oportunidades derivadas de tendencias emergentes de la información, conocimiento y tecnología actuales. En la presente investigación se diseñaron los escenarios posibles y probables, a través de un plan tecnológico para el centro del centro de la Industria, la Empresa y los Servicios del SENA, Regional Norte de Santander del 2020 al 2030, con metodología Inductiva para la apropiación del Modelo de Inteligencia Corporativa Prospectiva SENA, el cual se realizó en tres fases: PREPROSPECTIVA, PROSPECTIVA y POSPROSPECTIVA. En la Fase 1, el análisis y diagnóstico estratégico del centro, la DOFA, La Matriz de Impacto Cruzada y las Vigilancias (Científico-tecnológico-Competitiva); en la segunda fase, una formulación estratégica con Mapa de Trayectoria Tecnológico, escenarios y la formulación (visión, objetivos y estrategias) y en la Ultima Fase, las recomendaciones estratégicas con los Proyectos I+D+i, las alianzas y oferta de formación. Se reconocen dos líneas medulares: Gestión y transformación de sistemas mecatrónicos-energía y Gestión de procesos administrativos, contables, tecnológicos y servicios empresariales del centro CIES. Así mismo se identificaron seis variables estratégicas: Internet de cosas, Inteligencia Artificial, Eficiencia Energética, Territorio sostenible, Inteligencia Empresarial y Salud-Bienestar. Entre los productos un informe ejecutivo, métodos prospectivos, plan vigía y cuadro de mando, integrados en un sitio web. El Centro CIES reconoce el Plan Tecnológico 20-30 como un instrumento que le permite identificar y optar por tecnologías para suplir las necesidades

futuras empresariales regionales y sus tendencias mundiales, aportando a la competitividad y productiva regional y nacional.

1. Marco Teórico

Los estudios del futuro se consideran una disciplina emergente de las ciencias sociales, agrupando situaciones, temas, proyectos, caracterizando países, enfoques, ofreciendo una amplia pluralidad de puntos de vista y de divergencias entre los paradigmas e instrumentos que se emplean (Araca, 1990) y constituyendo teorías, métodos, instituciones, autores y centros internacionales, para generar nuevo conocimiento sobre la reducción y la gestión de la incertidumbre frente a los cambios sociales, así como de la preparación para la toma de decisiones estratégicas (Vecchiato&Roveda, 2006).

En 1940 surgen los primeros aportes de esta disciplina, pero es en 1957 que se empieza a hablar de "Prospectiva" con Gastón Berger, fundador Centro Internacional de Prospectiva. En Latinoamérica se desarrolla después de los sesenta (Alonso, 2007)

Según (Medina, 2011) la esencia de la prospectiva implica anticipación, que se establece en un sentido clásico, y construcción de futuro, en un sentido más actual. Del latín "prospicere", la palabra "prospectiva" (significando una visión integral, es decir en todas las perspectivas), es un análisis del contexto social actual, pero identificando las tendencias mediante escenarios e impactos desarrollo científico y tecnológico en la sociedad. La Vigilancia e Inteligencia investiga situaciones y señales del presente. Ambas disciplinas se complementan, suministrado data e insumos competentes que apoyan el direccionamiento estratégico.

En síntesis, la prospectiva busca entender los factores de cambio del entorno (políticos e institucionales, socioeconómicos, científico-tecnológicos, culturales y ambientales) requiriendo métodos, procesos y sistemas especializados y que generan cuatro tipos de prospectiva: Sectorial, Tecnológica, Territorial, Ocupacional.

Teniendo en cuenta que el objetivo de esta investigación es Formular el plan estratégico del centro CIES, regional Norte de Santander, a continuación, se muestran los principales postulados de la Prospectiva Tecnológica.

Según (Medina&Ortegon, 2006) la prospectiva tecnológica es un sistema de ensayos para observar el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad, a corto y largo plazo, para identificar tecnologías emergentes que mejoren la economía y la sociedad. Es decir que identifica estrategias y tecnologías que contribuyan al desarrollo del país; así mismo busca mercados actuales y futuros y evalúa tendencias mundiales teniendo en cuenta los riesgos y las oportunidades, a corto, mediano y largo plazo aprovechados por diferentes actores. Estas proyecciones permiten optimizar los recursos de cualquier institución. De igual forma en la formación para el trabajo permite establecer antenas temáticas para la observación y análisis de ocupaciones emergentes y tendencias ocupacionales.

La Prospectiva tecnológica involucra dos herramientas claramente definidas e indispensables, La Vigilancia Tecnológica (VT) y la Inteligencia Competitiva (IC), que se complementan y son necesarias para anticiparse a un hecho y para mejorar la competitividad de una organización. Permiten anticiparse a los cambios del entorno, aprovechando las oportunidades que emergen en un momento determinado (Hidalgo&Otros, 2022).

De acuerdo con (Muñoz&Otros, 2006), estas dos herramientas se han convertido en esenciales para las organizaciones que tienen procesos de investigación, desarrollo experimental e innovación (I+D+i), que permite crear nuevos proyectos y disminuir los riesgos que pueden emerger.

Para (Sanchez-Torres&Palop, 2002) este ciclo de VT e IC, tiene las siguientes fases: Planeación o punto de partida a partir de una necesidad o idea; Búsqueda y captación o recolección de datos mediante la observación; Análisis y Organización o análisis de la calidad y tipo de información obtenida; Inteligencia o valoración de la información; y finalmente Comunicación de los resultado en donde se publica y transferir el conocimiento a directivos y áreas relacionados de la organización.

Por consiguiente, se hace necesario que la entidad realice procesos de vigilancia e inteligencia organizacional, que para mejorar la formulación y ejecución de la estrategia de la organización y control (Palop&Martinez, 1999) definen como un proceso sistemático en el que se capta, analiza y difunde información de diversa índole económica, tecnológica, política, social, cultural, legislativa con el ánimo de identificar y anticipar oportunidades o riesgos.

Entender que la reacción de la organización con el tiempo disminuye ante las señales del entorno, es esencial para estar sobre aviso, disminuir el tiempo de reacción y aumentar la

capacidad de respuesta de la institucional frente a un tema. Por esto, en el 2010, la Dirección de Planeación y Direccionamiento Corporativo del SENA, consiente de esta necesidad, se articula con el Instituto de Prospectiva, Innovación y Gestión del Conocimiento de la Universidad del Valle, y surge El Sistema de Prospectiva, Vigilancia e Inteligencia Organizacional del SENA (PREVIOS) que actualmente se conoce como Modelo de Inteligencia Corporativa Prospectiva del SENA.

Lo anterior, soportado en un marco regulatorio como el Decreto 1666 de 2021 Política Pública de Ciencia, Tecnología e Innovación (Funcion Publica, 2021), CONPES 3975 de Transformación Digital e Inteligencia Artificial (DNP, 2019), CONPES 4062 de Propiedad Intelectual (CONPES, 2021), ya que, para la Entidad la prospectiva es estratégica y nos ayuda a la construcción del futuro, a partir de una propuesta de camino, teniendo en cuenta dos pilares: la innovación y las tecnologías emergentes, como aceleradores de la transformación digital en la Entidad para lograr materializar el escenario apuesta.

2. Metodología.

"Los Centros de formación del SENA son las dependencias responsables de la prestación de los servicios de formación profesional integral, los servicios tecnológicos, la promoción y el desarrollo del empresarismo, la normalización, evaluación de competencias laborales, en interacción con entes públicos y privados, en articulación con las cadenas productivas y sectores económicos; es por esto que se hace necesario dotarlos de herramientas estratégicas que les permitan mejorar su desempeño, entre las cuales están los Planes Tecnológicos, concebidos como un instrumento mediante la cual el centro de formación identifica y opta por una (s) tecnología(s), teniendo en cuenta las necesidades futuras de las empresas nacionales y sus tendencias mundiales, con el fin de aportar a la competitividad y productividad del país". (SENA, 2016).

Debido a esto, el Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios (CIES), Regional Norte de Santander; respondiendo a los lineamientos de la Entidad, establece las necesidades de formación según las actividades económicas del departamento y se articula con las cadenas productivas; siendo necesario contar con herramientas estratégicas que permitan mejorar el desempeño, entre estas, la vigilancia tecnológica reflejada en el Plan Tecnológico, concebido como un instrumento mediante el cual el centro de formación CIES, identificará y optará por una(s) tecnología(s), teniendo en cuenta las necesidades futuras de las empresas regionales y

sus tendencias mundiales, con el fin de aportar a la competitividad y productividad de la región y del país (PREVIOS, 2019) . Es por ello que este plan tecnológico tiene como fin proporcionar información con el fin de identificar tecnologías y ocupaciones emergentes que permitan anticipar la definición de perfiles del personal idóneo, definir los requerimientos de modernización de infraestructura física y tecnológica del Centro de formación, actualizar, crear o eliminar programas de formación, determinar el tipo de formación, servicios tecnológicos e innovación que el centro ofrecerá en un horizonte de 10 años e identificar los proyectos y actores estratégicos para el centro de formación. A continuación, se presenta el desarrollo de dicha herramienta, que le permitirá al CIES, tener un plan de prospectiva que cumpla con lo anteriormente enunciado.

Este proceso se inicia formalmente en el año 2018, con la conformación del PREVIOS del centro CIES, equipo interdisciplinar conformado por instructores de las tres coordinaciones del centro: Industria, Comercio y TIC, en su rol de vigías y un líder, instructor SENNOVA.

Según el Diseño metodológico para un proyecto de vigilancia en el marco del Sistema (PREVIOS, 2018), el proceso de vigilancia e inteligencia organizacional se realizó en tres fases:

Fase 1. Pre-Vigilancia, Focalización del proyecto de vigilancia e identificación de requerimientos técnicos y de talento humano para su desarrollo;

Fase 2. Vigilancia, Es el núcleo central del proceso búsqueda, almacenamiento, y procesamiento de información donde se genera el conocimiento y

Fase 3, Inteligencia Organizacional: Recomendaciones e implicaciones para la toma de decisiones.

Además, se tuvo en cuenta el tipo de investigación aplicada, con medio de obtención de datos de campo, nivel de conocimiento proyectivo, con medición y análisis de información mixto, en el centro CIES regional Norte de Santander, con una muestra de 5 expertos internos y externos (variables de gobernabilidad) 25 (análisis morfológico) por cada una de las coordinaciones, además de 3 planes años anteriores. Se aplicaron encuestas, Diagnóstico, entrevista y grupos focales.

Los métodos prospectivos utilizados fueron Matriz (IGO), Análisis Morfológico, Abaco de Regnier y Análisis de actores.

3. Resultados

3.1. Fase I: Análisis Y Diagnóstico Estratégico

3.1.1. Análisis Externo.

Los hallazgos encontrados son:

Factores económicos: En el Dpto., el PIB cayó al 2% en 2017 derivado del cierre indefinido de frontera y el creciente volumen de migrantes venezolanos que escapan de la crisis social de su país y sumado a esto la pandemia del Covid19 hace que la generación de empleo cualificado incida de manera de manera negativa al incrementar desmedidamente la oferta de mano de obra y abaratar el salario.

Factores institucionales: La Política de calidad de la educación, la cultura política, la percepción frente a las instituciones Factores Socioculturales, la Corrupción, la renovación de líderes y el posconflicto son considerados Amenazas de Alto Impacto pues el NO cumplimiento de estos afecta la oferta del SENA.

Factores socio culturales: El país cuenta con una población aproximada de 48.748.000 habitantes de los cuales el 51.2% son mujeres y el 48.8% son hombres. Mayor concentración demográfica en región andina y la región caribe, mientras que las demás zonas extensiones selváticas y pocamente pobladas.

Factores tecnológicos: Colombia el 2018 ocupa el puesto 66, cayendo cinco posiciones este año, con respecto al Índice Mundial de Competitividad del año anterior. Esto se debe al deterioro del entorno macroeconómico, el deterioro del pilar de eficiencia del mercado laboral, así como la ineficiencia de las instituciones del país.

Factores territoriales: Norte de Santander, tiene 21.648 Km2, conformado por serranías, paramos, mesetas y llanuras, que vienen siendo amenazados por explotaciones de oro. También se encuentra la zona petrolera del Catatumbo, especialmente afectadas por la violencia en presencia de grupos subversivos.

3.1.2. Análisis Interno.

Los hallazgos encontrados son:

Capacidad directiva: Todas las variables fueron evaluadas como Fortalezas y la mayoría de Medio Impacto. El centro CIES tiene una excelente imagen a nivel regional, con planes que direccionan a la organización y oferta educativa que se basa en la demanda social y demanda de contratos de aprendizaje.

Capacidad tecnológica: Con excepción de Nivel Tecnológico que se considera Debilidad, todas las demás variables fueron evaluadas como Fortalezas y de Alto Impacto. Existe sincronización entre el sector productivo y los centros de formación en cuanto a técnicas y procedimientos establecidos en las líneas medulares, pero nos falta fortalecer tecnológicamente algunos ambientes específicamente en las áreas de comercio y servicios.

Capacidad de talento humano: El centro ofrece cobertura a los 40 municipios del Dpto. como centro multisectorial, principalmente en las áreas de industria, comercio y servicios. Con 500 colaboradores conformados por 101 instructores de planta y 305 de contrato; con Personal Administrativo 34 de planta y 54 de contrato de los cuales 5 son Técnicos, 4 Tecnólogos, 9 Pregrado y 26 Posgrado de escolaridad.

Capacidad competitiva: El centro actualiza todos sus procesos y procedimientos de la mano con la investigación y el desarrollo tecnológico. Cuenta con personal idóneo, cualificado y en formación constante y permanente especialmente con la ENI consideradas en su mayoría como Fortalezas de Alto Impacto. Sin embargo, se consideran las variables Estabilidad especialmente en el nivel subdirector lo que ha ocasionado algunas inestabilidades a nivel general, y Rotación en el personal contratista, como Debilidades

Capacidad financiera: Todas las variables se consideran Fortalezas de Impacto Alto con excepción de Producción de Centros pues se requiere fortalecer la planeación de este procedimiento y Acceso a Recursos cuando se requieren por su dependencia de Dirección General, considerada Debilidad.

Formulación de estrategias: Al tener en cuenta las debilidades, fortaleza, amenazas y oportunidades; y aplicando métodos rigurosos de Planeación Estratégica, se pudo determinar el siguiente resultado, ver tabla 1.

Figura 4.1

Matriz de Impacto Cruzada (MIC)

Estrategias Potenciales (FO)	Estrategias Riesgo (FA)
• Desarrollo de un plan de capacitación que mejore el grado académico de instructores permitiendo alcanzar grado de Doctor. • Evaluar y certificar competencias laborales en áreas claves con un alto potencial de empleos formales en la región. • Implementar catedra de emprendimiento como una competencia transversal en los niveles técnico y tecnológico. • Fortalecer la oficina de Relaciones Corporativas en las coordinaciones del Centro CIES. • Generar nuevas alianzas estratégicas con centro de investigación. • Fortalecer el conocimiento del aprendiz mediante las nuevas líneas medulares y tecnología del centro.	• Elevar los niveles de percepción de la entidad mediante acciones de transparencia en la gestión institucional. • Proyectar el SENA como institución líder en integración con la comunidad a partir de la Innovación Social en FPI. • Crear el centro de I+D+i del Catatumbo. • Fomentar el fortalecimiento empresarial para el crecimiento, desarrollo y gestión competitiva de MYPES de la región. • Incentivar la creación y puesta en marcha de unidades productivas lideradas por aprendices SENA que generen empleabilidad en la región.
Estrategias Desafíos (DO)	**Estrategias Limitaciones (DA)**
• Aumentar las alianzas estratégicas con el sector publico-privado a nivel nacional e internacional que permita entender y alcanzar la cobertura institucional del SENA. • Implementar un procedimiento de provisión del centro. • Establecer una política donde la continuidad del contratista está sujeta y depende exclusivamente de evaluación final aplicada por el supervisor y a sus aprendices. • Promover y divulgar el proceso de ECCL en las empresas de la región a fin de incluir en sus convocatorias como equivalencia algún requisito de estudio o experiencias, el certificado de competencia laboral. • Participar en la conformación e integración de clústeres tecnológicos productivos a nivel regional para impulsar subproyectos internos.	• Diagnosticar el desempeño de la red (internet) para descentralizar los servicios de conectividad y mejorar la administración de la misma. • Continuar con la formulación de proyectos que permitan la modernización de ambientes de formación en las áreas de comercio y servicios. • Desarrollar y fortalecer las líneas medulares tecnológicas que impulse el desarrollo regional de sectores específicos productivos. • Crear el Centro Regional del Análisis Tecnológico que apoye a las empresas pymes de la región en la consecución de las tecnologías que podrían utilizar. • Estructurar los diseños curriculares que incluya la competencia de investigación.

Fuente: Plan Tecnológico Centro CIES 20-30.

Vigilancia científico -tecnológica: Dado el carácter multisectorial del centro CIES, se determinaron dos líneas medulares con sus respectivos focos de vigilancia, de acuerdo con las coordinaciones existentes en el centro:

Línea medular para Comercio y TIC: *Gestión de procesos administrativos, contables, tecnológicos y servicios empresariales del centro CIES*

Focos de Vigilancia

Gestión Administrativa y Contable: Se entiende por gestión administrativa al uso eficiente de los recursos de la empresa para lograr sus metas tomando como referencia el actuar desde 4 funciones principales que son: Planeación, Organización, dirección y Control.

Gestión Tecnológica: Formaciones tecnológicas que permiten brindar a la empresa personal que ofrecen soluciones empresariales en el Diseño y producción de proyectos que involucran diferentes medios y en el análisis, desarrollo y determinación de recursos necesarios para la solución sistemática de problemas y necesidades de las Empresas.

Servicios Turísticos: Formación técnica que permite dar respuesta a las necesidades de manipulación de alimentos, aprovisionamiento, cortes, métodos de cocción, elaboración de salsas y guarniciones para la industria gastronómica.

3.1.3. Línea medular Industria: Gestión y transformación de energía y sistemas mecatrónicos.

Focos de vigilancia:

Supervisión de redes de distribución de energía eléctrica: Formación tecnológica que permite brindar al sector productivo de distribución de energía eléctrica, la posibilidad de incorporar personal con altas calidades laborales y profesionales que contribuyan al desarrollo económico, social y tecnológico de su entorno y del país, y de igual forma le permite al personal formado en esta tecnología desempeñarse en los procesos de transformación y distribución de energía eléctrica, protecciones eléctricas, gestión energética y administración de obras eléctricas.

Mantenimiento mecatrónico de automotores: Formación tecnológica que permite brindar al sector productivo de Equipos de Transporte, de grupos electrógenos y de equipos de la construcción, minería y petroleros la posibilidad de incorporar personal con altas calidades laborales y profesionales que contribuyan al desarrollo económico, social y tecnológico de su entorno y del país impactando las tecnologías de Mecánica, Hidráulica, Neumática, Eléctrica, Electrónica Automotriz.

Diseño e integración de automatismos mecatrónicos: Formación tecnológica que permite brindar al sector productivo industrial, la posibilidad de incorporar personal con altas calidades laborales y profesionales que contribuyan al desarrollo económico, social y tecnológico de su entorno y del país, impactando las tecnologías mecánica, eléctrica, electrónica, neumática, hidráulica e informática en todos los departamentos del país, para que cuenten con potencial productivo y su fortalecimiento y crecimiento socio-económico tanto a nivel regional como nacional.

Diseño de calzado y marroquinería: Formación tecnológica que permite brindar al sector productivo de cuero, calzado y marroquinería, la posibilidad de incorporar personal con altas calidades laborales y profesionales que contribuyan al desarrollo económico, social y

tecnológico de su entorno y del país, así mismo ofrecer a los aprendices formación en las tecnologías de la información y las comunicaciones, diseño, producción y transformación, materiales y herramientas, cliente.

Diseño para la industria de la moda: Formación tecnológica que permite brindar al sector productivo de confección y modas, la posibilidad de incorporar personal con altas calidades laborales y profesionales que contribuyan al desarrollo económico, social y tecnológico de su entorno y del país, así mismo ofrecer a los aprendices formación en las tecnologías de patronaje manual y asistido por computador.

3.1.4. Análisis Vigilancias Científico-Tecnológicas por línea medular.

Línea medular Gestión de procesos administrativos, contables, tecnológicos y servicios empresariales: Inicialmente la proyección muestra grandes recursos científicos en temas como Big Data, Computación en la nube, Sostenibilidad, Ciudad Inteligente, Seguridad, Desarrollo Humano y Desarrollo Social, entre otras. Se logran determinar los siguientes seis (6) direccionadores de desarrollo: Tecnología Informática, Inteligencia Empresarial, Turismo Inteligente, Desarrollo Sostenible, Salud-Bienestar y Pedagogía-Didáctica.

Línea medular Industria, Gestión y transformación de energía y sistemas mecatrónicos: La tendencia a nivel global es un cambio en la mentalidad del ser humano, en donde el uso racional y eficiente de la energía se convierte en una filosofía de vida para cada ciudadano del mundo. En nuestro caso, nos muestra como potencial de desarrollo tecnológico las tecnologías aplicadas en el marco de la industria 4.0. como lo son las fuentes renovables de energía no convencional, internet de las cosas, demanda responsable, sistemas híbridos, simulaciones entre otros; y si aplicamos una gestión eficiente de los recursos, incluyendo Smart grids, movilidad eléctrica, inteligencia artificial e internet de las cosas. Se logran determinar los siguientes seis (6) direccionadores de desarrollo: Diseño, Gestión integral de los servicios, Internet de las Cosas, Sostenibilidad y medio ambiente, Cuidado personal de la Salud y Pedagogía y didáctica.

Vigilancia Competitiva: Para esta vigilancia se tomaron referentes del ámbito internacional, nacional y local. En relación con el análisis se tuvieron en cuenta tres (3) criterios: Infraestructura, investigación y Personal.

Línea medular Comercio y TIC: El análisis de los Programas de formación de la línea medular se abordó desde la denominación del Programa y el nivel de formación, encontrando que a nivel Nacional solo es posible comparar la línea medular con los Programas de formación que ofertan otros Centros de formación del Sena a nivel país, dado que con los programas que ofrecen otras Instituciones de formación no se encuentra la similitud exacta en cuento a dichos criterios.

Como referente Latinoamericano y global se realizó la vigilancia equiparando la línea medular en cuanto al nivel Tecnólogo frente a la denominación Técnico de Nivel Superior como se le denomina en algunos países de Europa, específicamente en España.

Es así como se vigila al GRUPO IMPLIKA (Implika), Fundado en 2009, es referente nacional del País España en formación dirigida a la inserción laboral y la capacitación profesional. Su objetivo es formar personas generando conocimiento y experiencia, así como inculcar valores y actitudes proactivas en su desarrollo profesional. Con sedes en Bilbao, Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Pamplona y Valladolid. Oferta los Cursos Técnicos de nivel medio en Gestión Administrativa y Técnico de nivel medio en Administración y Finanzas, además de ser este requisito para optar a la FP Oficial de Técnico Superior en Administración y Finanzas y FP Oficial de Técnico Superior en Gestión Administrativa. Llama la atención del referente en mención, la similitud con el modelo del SENA en cuanto a la orientación de la formación dirigida a la inserción laboral y la capacitación profesional, además de brindar una formación integral enfocado en valores, lo que justifica observarlo.

A nivel global se observó CEU La Fundación Universitaria San Pablo (CEU), obra de la Asociación Católica de Propagandistas. El CEU es una institución benéfico-docente sin ánimo de lucro y con más de 80 años de experiencia en el campo de la enseñanza. Los fines de la institución se concretan en la búsqueda de la excelencia académica y profesional, la innovación en sus proyectos educativos y la formación de los alumnos en valores y virtudes humanas. Estudios de empleabilidad indican que, en algunas de las facultades, una media del 95% de los alumnos encuentran trabajo, y titulaciones en las que el 89% de los alumnos han encontrado empleo en menos de tres meses.

Línea medular Industria y TIC: Identificar factores de éxito de organizaciones referentes en el desarrollo e innovación a nivel global, latinoamericano y nacional, permite

conocer los aspectos esenciales de los avances tecnológicos relacionados con procesos, productos y materiales, los cuales serán fundamentales para definir la ruta estratégica y de gestión del centro de formación en los próximos años, en relación con sus tecnologías medulares.

Con base en lo anterior, se seleccionaron los siguientes referentes: SENAI (SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE INDUSTRIAL) de Brasil por Latinoamérica, a la FUNDACIÓN LABORAL DEL METAL a nivel global y al CENTRO DE ELECTRICIDAD, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES - CEET, de la Regional Distrito Capital en el orden nacional. Estas tres entidades poseen características similares en relación con los focos de vigilancia definidos para el Centro de Formación y a continuación se describen las características principales en relación con cada uno de estos.

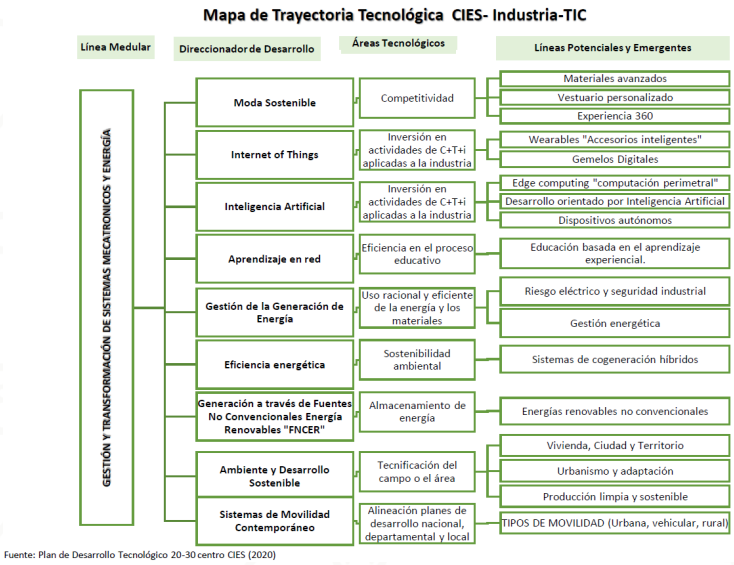
SENAI – BRASIL: Cuenta con estructuras organizadas en áreas tecnológicas y sectores industriales que apuntan a dar mayor agilidad y calidad en la atención de la demanda de la industria, a través de un modelo de gestión que integra y conecta institutos y unidades del SENAI, referencias en sus áreas de actuación. La atención viabilizada a nivel nacional a través de los Institutos de Tecnología, Institutos de Innovación y Unidades Operacionales cuenta con profesionales altamente calificados e infraestructura tecnológica actualizada. La Metodología SENAI de Educación Profesional tiene como foco el desarrollo de competencias, para que los alumnos se vuelvan capaces de sumar conocimientos y habilidades para desempeñar funciones con calidad. Tiene tres pilares basados en principios como interdisciplinaridad, contextualización e integración de teoría y práctica.

3.2. Fase II: Formulación Estratégica

Mapas de Trayectoria Tecnológica

Figura 4.2

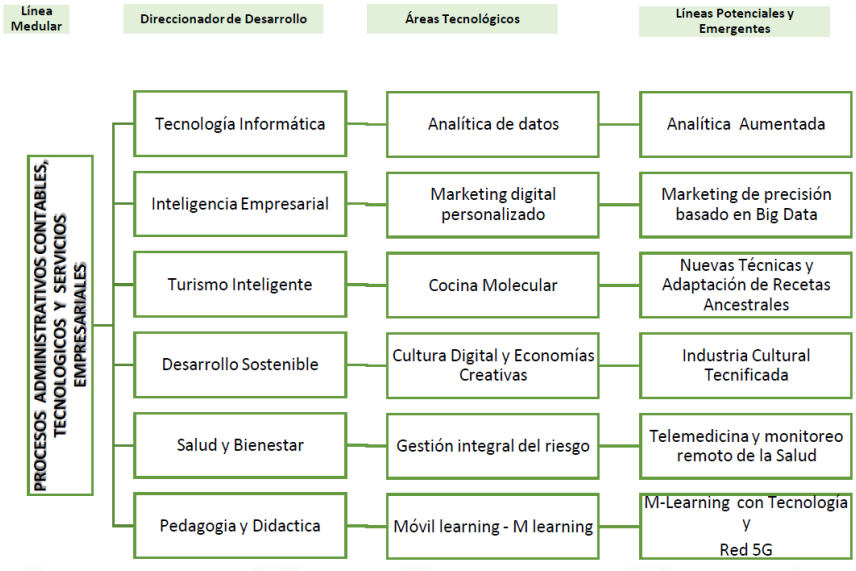
Mapa de Trayectoria Tecnológica Industria-TIC (CIES-MTT)



Fuente: Plan de Desarrollo Tecnológico 20-30 centro CIES (2020)

Figura 4.3

Mapa de Trayectoria Tecnológica Comercio-TIC (CIES-MTT)



Fuente: Plan de Desarrollo Tecnológico 20-30 centro CIES (2020)

3.2.1. Validación Con Expertos

La validación con expertos se llevó a cabo utilizando la herramienta "Matriz IGO" que muestra la Importancia (pertinencia del factor) y la Gobernabilidad (capacidad que se tiene para controlar y dominar el factor que se está analizando), utilizando la prospectiva para decidir qué estrategias, objetivos o variables (factores en general) deben ser priorizados. El ejercicio se hizo tanto Industria como para Comercio y TIC, mediante encuestas online, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 4.4

Variables priorizadas de matrices IGO

Comercio-TIC

Variables Priorizadas
1. Competitividad
2. Diseño y Desarrollo de producto - Prototipado
3.Cobertura educativa educación tecnológica - Ciencias emergentes
4. Conectividad - bases de datos
5. Inversión en actividades de C+T+i aplicadas a la industria
6. Aplicación de nuevas estrategias pedagógicas con realidad aumentada (Simulación de escenarios).
7. Vinculación de investigadores en la industria - Cocreadores
8. Eficiencia en el proceso educativo (Capacidades distintivas que sean propias de la región)
9. Uso racional y eficiente de la energía y los materiales.
10. Sostenibilidad ambiental
11. Almacenamiento de energía
12.Alianzas estratégicas (Local e internacional) Público - Privadas
13. Tecnificación del campo o el área
14. Actualización permanente de la oferta de productos y servicios con enfoque territorial.
15. Alineación planes de desarrollo nacional, departamental y local.

Industria-TIC

Variables Priorizadas
1. Analítica de Datos
2.Sociedad Digital/Transformación Digital
3. Gestión de cobro
4. Marketing digital personalizado
5. Turismo Cultural Sostenible
6. Turismo Gastronómico
7. Cocina Molecular
8. Cultura Digital y Economías Creativas
9. Industria Cultural
10. Salud, bienestar y calidad de vida
11. Gestión integral del riesgo
12. Móvil learning/m-Learning
13. Blended Learning/b-Learning
14. Flipped Classroom
15. Educación con Realidad Virtual y Aumentada

Fuente: Plan de Desarrollo Tecnológico 20-30 centro CIES (2020)

Como la metodología sugiere la selección de seis variables estratégicas, la subdirección del centro por recomendación del equipo PREVIOS centro, priorizo y selecciono las siguientes variables estratégicas como sublíneas:

Internet de las cosas

Inteligencia Artificial

Eficiencia Energética

Territorio Sostenible

Inteligencia Empresarial

Salud y Bienestar

3.2.2. Formulación Estratégica (Visión, Objetivos Estratégicos)

La visión puede ser consultada en el blog del centro CIES en la Regional Norte de Santander.

Figura 4.5

Construcción de Escenarios y ruta morfológica centro CIES

RUTA MORFOLOGICA COMERCIO Y PROYECTOS ESPECIALES				
Variable Estratégica	CATATASTOFICO	TENDENCIAL	OPTIMO	ESCENARIO APUESTA
1. Analítica de Datos				Implementar controles suficientes que permitan garantizar la seguridad de toda la información.
2.Sociedad Digital/Transformación Digital				Invertir e incentivar un considerable desarrollo digital en todos los procesos en el mediano plazo, adicionalmente las nuevas generaciones aceptan, buscan, valoran y asumen que el 99% de los trámites y procesos deben ser digitalizados y por otro lado las generaciones mayores que aún se resistían al cambio, lo más probable es que durante la crisis del COVID-19 hayan visto el potencial y grandes beneficios de la transformación digital.
3. Gestión de cobro				Aportar a los resultados de recuperación en el corto plazo, se encontrará sin embargo con la realidad económica y la falta de conciencia financiera de las personas, manteniéndose en el largo plazo la tendencia y las cifras de recuperación promedio, si no se realizan cambios estructurales en todas las variables que generan las dificultades económicas de los hogares.
4. Marketing digital personalizado				Reconocer que hoy la atención de las personas está totalmente enfocada hacia las redes, aplicaciones y dispositivos móviles en los que en el registro, acceso y utilización continuarán entregando información personal muy valiosa para el Marketing, sin embargo muy pocas empresas tienen claro la forma de aprovechar esta información o cuentan con suficiente personal capacitado o con experiencia en el área.
5. Turismo Cultural Sostenible				Reconocer el potencial que tiene el sector, pero en el mediano plazo este se encontrará con las consecuencias que la crisis del COVID-19 le genere a la economía, pero al mismo tiempo se encontrará con una cotización del dólar que en términos prácticos hará muy atractivo para los extranjeros visitar el País.
6. Turismo Gastronómico				Continuar en el mediano plazo es un sector que se encuentra con las consecuencias negativas que la crisis del COVID-19 le genere a la economía, pero al mismo tiempo se encuentra con una cotización del dólar que en términos prácticos, hace muy atractivo para los extranjeros visitar el País.
7. Cocina Molecular				Lograr mejores resultados en la cocción, pero también, en que solo será una moda pasajera que no lograra trascender.
8. Cultura Digital y Economías Creativas				Soportar la economía creativa en la cultura digital potenciada y logra una mayor visibilidad, pero sin embargo se proyecta que mantiene un crecimiento progresivo similar al de la actualidad.
9. Industria Cultural				Reconocer que la industria cultural está siendo incentivada por el actual gobierno, pero al no existir la garantía de que los próximos gobiernos les confieran continuidad a las políticas y programas actuales, si esta se aprovechas los 4 años de protagonismo, sencillamente continuará en el mismo estado.
10. Salud, bienestar y calidad de vida				Aumentar los esfuerzos científicos para mejorar la Salud, el Bienestar y la Calidad de Vida de la población en general, al igual que la conciencia de las personas que cada día exigirán y estarán en una búsqueda constante por mejorar su salud en términos integrales, por lo que surgirán cada día mas avances terapéuticos, de tratamiento y de prevención para el mejoramiento de las condiciones de salud hoy y en la adultez.
11. Gestión integral del riesgo				Requerir cambios estructurales en el sistema, cambios que no se anticipan ocurran en el mediano plazo.
12. Móvil learning/m-Learning				Presentar el contenido cada día de una manera más fácil, práctica, interactiva, dinámica y entendible para los estudiantes, lo que atraerá cada vez más estudiantes e instituciones académicas interesadas.
13. Blended Learning/b-Learning				Permitir mediante el aprovechamiento combinado de las bondades de cada una de las formas de enseñanza, eliminar progresivamente las deficiencias propias de las mismas, por lo que será cada vez más utilizada en todos los ámbitos y logrará cada vez mayor aceptación e interés.
14. Flipped Classroom				Generar en el mediano plazo una cultura de autoaprendizaje, porque exige altas dosis de disciplina y compromiso que debido a nuestra cultura e idiosincrasia lamentablemente no se encuentra en todas las personas o en las cantidades necesarias. Adicionalmente se encontrará con una considerable resistencia al cambio, porque se diferencia mucho del modelo tradicional, el cual ya está muy arraigado en todos los actores del proceso formativo.
15. Educación con Realidad Virtual y Aumentada				Continuar ofertando al mercado equipos, software, aplicaciones y herramientas tecnológicas cada vez más asequibles para las instituciones educativas, y además entraran al sistema educativo en los niveles técnico, tecnológico y profesional en su gran mayoría estudiantes nativos digitales, nacidos en este milenio, con un altísimo grado de aceptación hacia la implementación de las últimas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación.

Fuente: Plan de Desarrollo Tecnológico 20-30 centro CIES (2020)

Fuente: Plan de Desarrollo Tecnológico 20-30 centro CIES (2020)

3.3. Fase III- Recomendaciones Estratégicas

En esta fase III de Recomendaciones Estratégicas se materializa con la identificación que a lo largo de la ruta metodología se ha venido visionando y analizando en relación a modernización de infraestructura física y tecnológica.

Lo más significativo de este ejercicio de vigilancia tecnológica para el centro CIES, son los programas emergentes, producto de todo el análisis tendencias con búsquedas en bases de

datos especializados y traficación en mapas de calor, que permitieron establecer las ofertas en los programas de formación del centro durante los próximos diez años. Se aclara que todos los programas son transversales para las dos líneas medulares, siendo referente para los proyectos de los 19 semilleros de SENNOVA y para las alianzas estratégicas con las universidades y el gobierno regional, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Figura 4.6

Oferta de Programas de Formación centro CIES 20-30

Lineas	Sublinea	Programas Emergentes
Gestion y transformacion de sistemas mecatronicos y energia del centro CIES	Internet de las cosas	Diseño y Desarrollo de producto - Prototipado
		Cobertura educativa educación tecnologica - Ciencias emergentes
		Innovación en procesos de producción y gestión
		Conectividad - bases de datos
		Inversión en actividades de C+T+i aplicadas a la industria
	Inteligencia Artificial	Aplicación de nuevas estrategias pedagogicas con realidad aumentada (Simulación de escenarios).
		Vinculación de investigadores en la industria - Cocreadores
		Accesibilidad a los servicios tecnológicos y articulación con la industria.
		Sistemas embebidos
	Eficiencia Energetica	Movilidad Eléctrica
		Sostenibilidad ambiental
		Almacenamiento de energía
		Alianzas estratégicas (Local e internacional) Público - Privadas
Gestion de procesos administrativos, contables, tecnologicos y servicios empresariales del centro CIES	Territorio Sostenible	Competitividad
		Diseño personalizado de productos y servicios
		Identidad cultural
		Integración (Asociación) empresarial con IES y entre ellos.
		Grado de satisfacción del cliente - Marketing Relacional
	Inteligencia Empresarial	Gestión de cobro
		Gestión de la cadena de suministro
		Gestión de variables
		Marketing digital personalizado
		Normas internacionales de gestion financiera
	Salud y Bienestar	Salud, bienestar y calidad de vida
		Telemedicina
		Cuidados del paciente
		Cuidados del adulto mayor
		Gestión integral del riesgo

Fuente: Plan de Desarrollo Tecnológico 20-30 centro CIES (2020).

4. Conclusiones

Se reconoce el Plan Tecnológico 20-30 como un instrumento que le permite identificar y optar por tecnologías teniendo en cuenta las necesidades futuras empresariales regionales y sus tendencias mundiales, aportando a la competitividad regional, se obtienen líneas medulares principales por medio de la vigilancia tecnológica correspondientes a "gestión y transformación de sistemas mecatrónicos- energía", y "gestión de procesos administrativos, contables y servicios empresariales". Estas líneas medulares están compuestas por el Internet de cosas, Inteligencia Artificial, Eficiencia Energética, Territorio sostenible, Inteligencia Empresarial y Salud-Bienestar.

Se empleó la técnica de Análisis Morfológico como herramienta analítica-combinatoria, cuya aplicación se centra en el explorar las posibilidades existentes de que un sistema particular se desarrolle conforme a las nuevas tecnologías, participando Directivos, instructores expertos y personal externo. El ejercicio se aplicó del mismo modo tanto para Industria como para Comercio y TIC, tomando sus respectivas variables priorizadas, definiéndolas y revisando para cada una de ellas: formulando los siguientes escenarios: **Escenario Incremental** (***CI-ES apostándole al futuro***), **Escenario Estructural** (***CI-ES más tecnológico***, y por último **Escenario Apuesta** "***CI-ES, transformación digital"***). Donde se cruzaron las variables estratégicas competitividad, inversión en actividades de C+T+I aplicadas a la industria, vinculación de investigadores en la industria-cocreadores, eficiencia en el proceso educativo, uso racional y eficiente de energía, sostenibilidad ambiental, almacenamiento de energía, tecnificación del campo o del área, para realizar las recomendaciones estratégicas en cuanto a tecnologías en investigación aplicada para los gremios universitarios de la región norte de Santander, participación en proyectos de I+D+i con dichos gremios, aplicación de analítica de datos e inteligencia artificial realizando un ecosistema de tecnología en la región.

5. Referencias Bibliográficas

Araca, J. (1990). Prospectiva, complexidade e mudança na Europa de hoje", Pensamiento Iberoamericano , N° 18. Madrid, julio-diciembre.: Carlana da Silva, .

CONPES. (29 de 11 de 2021). dnp.gov.co. Recuperado el 10 de 06 de 2022, de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%c3%b3micos/4062.pdf

DNP. (08 de 11 de 2019). dnp.gov.co. Recuperado el 08 de 06 de 2022, de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf

Función Publica. (06 de 12 de 2021). Gov.co. Recuperado el 07 de 06 de 2022, de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=173951

Hidalgo & Otros. (2022). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Primera edicion. Madrid: Editorial Pirámide.

Ley 119. (1994). Por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. Congreso de Colombia, Febrero 9 de 1994. Obtenido de https://agenciapublicadeempleo.sena.edu.co/Normatividad/Ley%20119%20de%201994.pdf

Medina&Ortegon. (2006). Manual de Prospectiva y Decisión Estratégica, Manual 51, . Santiago de Chile: ILPES/CEPAL.

Medina, J. (2011). "La prospectiva: Conceptos fundamentales y aplicaciones contemporáneas", presentación en el Seminario sobre prospectiva y América Latina. Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social.

Muñoz&Otros. (2006). La vigilancia tecnológica en la gestión de proyectos de I+D+i:recursos y herramientas. Revista El Profesional de la Información. (España, Ed.) Recuperado el 10 de 06 de 2022, de Revista El Profesional de la Información: http://consultaremota.upb.edu.co/menu

Palop&Martinez. (1999). Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, su potencial para la empresa española. Madrid: COTEC.

PREVIOS. (2018). Instructivo 5: Vigilancia e inteligencia organizacional. Bogota: SENA.

PREVIOS. (2019). Instructivo Metodológico Vigilancia e Inteligencia Organizacional. Bogota: SENA.

Sanchez-Torres&Palop. (2002). Herramientas de Software para la práctica de la Inteligencia Competitiva en la empresa. Valencia: Primera Edición. Triz xxi. .

SENA. (22 de 03 de 2016). sena.edu.co. Recuperado el 07 de 06 de 2022, de https://normograma.sena.edu.co/normograma/docs/concepto_sena_0011790_2016.htm

SENA. (s.f.). https://www.sena.edu.co/. Recuperado el 08 de 06 de 2022, de https://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/aseguramientoCalidad.aspx

Vecchiato&Roveda. (2006). Foresight in Corporate Organizations, Second International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis (FTA): Impacts on policy and decision making. Sevilla: IPTS.

Sección 2.

Ingenierías y Administración

- **Capítulo 5.** Prácticas De Gobierno De Ti En El Sector **Educativo.**
- **Capítulo 6.** Diseño De Guías De Onda Nanofotónicos Para El Desarrollo De Biosensores De Alta Sensibilidad.
- **Capítulo 7.** Diseño De Una Metodología Para La Determinación De Necesidades Sociales, Formativas Y Los Planes De Fortalecimiento Requeridos Por El Entorno Laboral Regional.



Prácticas de Gobierno de TI en el sector educativo

IT Governance Practices in the education sector

PhD T. Velásquez-Pérez[1], PhD D. Rico-Bautista[2], Msc. A.M. Puentes-Velásquez[3], PhD (c) H. Y. Jaramillo[4], PhD (c) J. A. Gómez-Camperos[4]

[124]Universidad Francisco de Paula Santander , Sede El Algodonal Vía Acolsure - Ocaña, Ocaña , Norte de Santander, Colombia; (Telf: (+57) (607)(5690088); e-mail: tvelasquezp@ufpso.edu.co, dwricob@ufpso.edu.co, jagomezc@ufpso.edu.co)

[3]Servicio Nacional de Aprendizaje, Calle 2N Avda. 4 y 5 Barrio Pescadero Cúcuta Colombia (Tel: (+57) (607 5829990; e-mail: apuentesv@sena.edu.co)

Introducción

La tecnología de la información (TI) juega un rol importante dentro del sector educativo (Cheng & Wang, 2022). La gobernabilidad de TI busca alinear la tecnología con los objetivos del negocio (Knahl, 2013; Sengik et al., 2022), por ende, la aplicación de buenas prácticas de TI en el sector educativo busca definir los lineamientos para que se definan las estructuras organizativas, se gestionen adecuadamente los procesos (Lucija et al., 2019), se administren los recursos para que las instituciones logren su misión orientada a la formación, los procesos investigativos y una adecuada extensión y proyección social.

Dentro de los procesos institucionales existen los de dirección, como la planeación tanto académica como administrativa, que se debe realizar en la misma (Hicks et al., 2010; Reddy et al., 2020; Wright et al., 2011); los procesos misionales, que orientan el proyecto educativo institucional, y los procesos de apoyo para el logro de los objetivos misionales. Sabiendo que la información junto con las personas son los activos más importantes de las instituciones educativas-IE (Owusu Kwateng et al., 2022; Stefaniuk, 2020), es importante aplicar estándares o buenas prácticas que permitan direccionar adecuadamente la organización (Cheng & Wang, 2022; ITSMF, 2005).

La Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña (UFPSO) , en su programa de Ingeniería de Sistemas, cuenta con una línea de profundización en Infraestructura Tecnológica, en la cual se incluyen materias que propenden por las buenas prácticas de TI, entre ellas, la auditoría de sistemas y gobernabilidad de TI. Dentro de esta misma línea se formuló la maestría en Gobierno de TI con Resolución No. 21972 del 22 de noviembre del

2016 del Ministerio de Educación Nacional, y Resolución No. 153 del 17 de junio de 2021 del Consejo Académico de la Universidad Francisco de Paula Santander, que inició el 5 de mayo de 2017. En la actualidad, se cuenta con seis cohortes.

La maestría en Gobierno de TI tiene como objeto el diseño e implementación de modelos de gobernanza que permita articular la tecnología con las metas empresariales, dentro de dos líneas: la administración y la gestión de TI (UFPSO, 2021). Algunos de los objetivos de gobierno y gestión (OGG) de TI, que se han abordado dentro del programa, son seguridad de la información (SI), gestión de riesgos (GR) y gestión de conocimiento, entre otros, que son aplicables en el sector educativo. En este trabajo se consolidan las buenas prácticas de gobierno de TI aplicadas en la maestría de Gobierno de TI en el sector educativo, para poder responder la pregunta ¿Es pertinente la línea de gobierno de TI dentro de la UFPSO? El propósito de este estudio es sistematizar las buenas prácticas realizadas dentro de la línea de gobierno de TI, clasificarlas por áreas de aplicación para tener un referente y posterior validación del impacto generado en esta línea.

1. Marco teórico

Existen varios estándares y marcos de mejores prácticas para definir, planificar, operar y gestionar los servicios de TI que pretenden integrar el concepto de pensamiento de servicio en una organización. Los marcos de mejores prácticas y normas más relevantes y ampliamente utilizados en el contexto de la gestión de TI son ITIL, ISO 20000, COBIT e ISO/IC 27002. COBIT se centra en cómo entregar información para satisfacer las necesidades del negocio, ITIL se concentra en la entrega de Servicios de TI (es decir, una necesidad específica del negocio), ISO 20000 proporciona una norma ampliamente basada en ITIL para la Gestión de Servicios de TI e ISO/IEC 27002 proporciona una norma para la seguridad de la información.

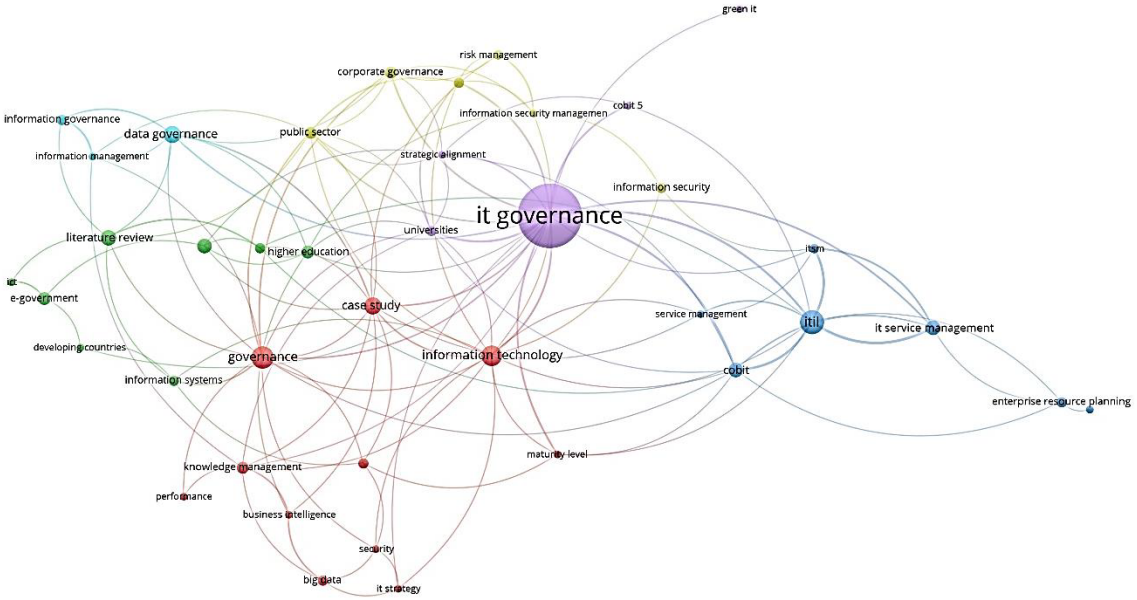
El objetivo de los procesos ITIL es definir, evaluar y mejorar la calidad de los servicios y la prestación de estos. El objetivo de COBIT es proporcionar un enfoque global a todas las actividades de gobierno de las TI. La norma ISO/IEC 27002 es un sistema de gestión de la seguridad de la información (SGSI) y a menudo se considera una base o un código de prácticas para la gestión de la seguridad de la información.

Las experiencias de aplicación de estándares en universidades publicadas (Cheng & Wang, 2022; Knahl, 2013; Sengik et al., 2022) muestran las tendencias en los últimos años

sobre la demanda y la complejidad de los servicios de TI en la educación superior. Su continuo crecimiento genera que los presupuestos para las operaciones de TI y la infraestructura de investigación sean cada vez más difíciles de sostener. Adicionalmente, las instituciones de educación superior deben considerar cómo incorporar las estructuras de gobernanza y cómo se pueden alinear los requisitos con el gobierno de TI. Ver Figura 5.1.

Figura 5.1

Articulación conceptual alrededor de Gobierno de TI.



Fuente: Elaboración propia usando VOSviewer.

Además, se identifican distintos requisitos para la gestión de servicios de TI en el contexto de las organizaciones de educación superior; se genera un análisis de los requisitos en el contexto de las organizaciones de educación superior, y se pone de manifiesto la naturaleza cambiante del suministro de servicios de TI (Knahl, 2013; Sengik et al., 2022).

Por otro lado, es necesario identificar y seleccionar los procesos de Gobierno de TI adecuados. En el estudio de caso de la institución a la que pertenecen los autores, se ha realizado una serie de entrevistas antes del análisis de los objetivos de TI con el propósito principal de identificar los objetivos de TI impulsores para establecer una base de desafíos de Gobierno de TI básicos. Esto representa una interesante observación, pues los procesos de TI son generalmente considerados y evaluados desde diferentes perspectivas: la evaluación del proceso de TI desde la perspectiva de los colaboradores que lo ejecutan, y el punto de vista de la gestión que enfatiza los aspectos de planificación y estructuración de un proceso. Por lo tanto, la definición de los factores críticos de éxito junto con las métricas en forma de

indicadores clave de rendimiento (por ejemplo, el número de incidentes planteados, el tiempo medio de respuesta a los incidentes) puede proporcionar un punto de partida para las diferentes partes interesadas (Mensah & Gottwald, 2016; Owusu Kwateng et al., 2022; Salihu & Hoti, 2022).

Aunque el sector de la enseñanza superior suele tener que hacer frente a una escasa dotación de personal, esto no debería ser un impedimento para adoptar las mejores prácticas del sector. También se ha acordado que es importante evaluar los puntos fuertes y débiles como base para el proceso de selección (por ejemplo, la selección de los procesos ITIL).

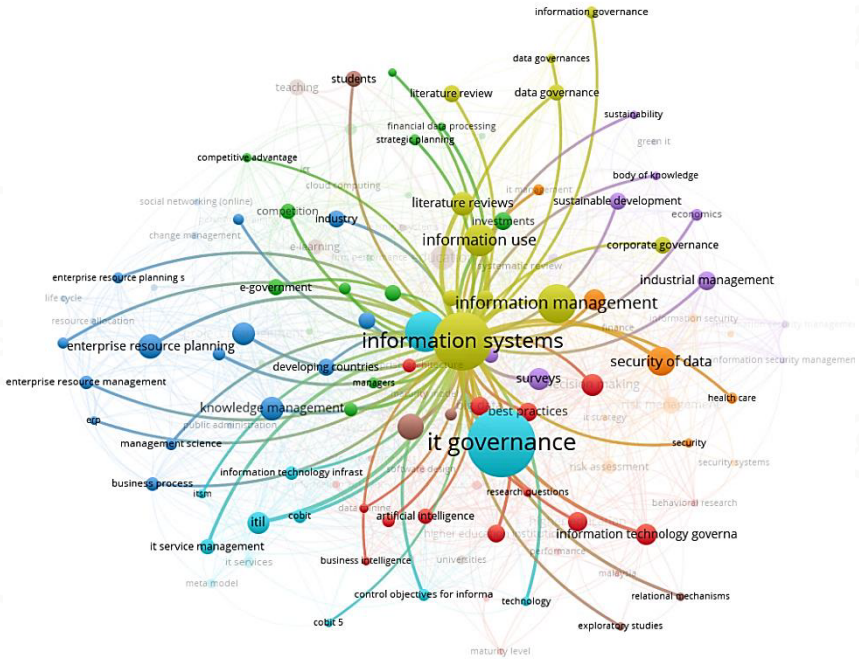
Tanto COBIT como ITIL son marcos de buenas prácticas relevantes y se solapan en una serie de áreas y procesos básicos (ITSMF, 2005). Una diferencia importante entre COBIT e ITIL es la disponibilidad asociada a los enfoques (por ejemplo, con respecto al costo de la documentación). La especificación básica de COBIT y la documentación relacionada están disponibles gratuitamente, por ejemplo, en el sitio web de la Asociación de Auditoría y Control de Sistemas de Información (ISACA). Por otro lado, las especificaciones de ITIL y un gran cuerpo de documentación adicional pueden resultar costosas para una organización, pues no están disponibles de forma gratuita (Y. C. Medina-Cárdenas & Rico-Bautista, 2016; Y. Medina-Cárdenas & Rico-Bautista, 2008).

En la Figura 5.2, se observan otros retos: la planificación, la comunicación y la gestión eficaces de los servicios de TI por parte del proveedor y de los clientes. La diferencia de percepciones (por ejemplo, con respecto a la calidad de un Servicio de TI) en una institución de educación superior puede, por tanto, provocar dificultades en la gestión de la relación de los estudiantes y el personal (Y. Medina-Cárdenas & Rico- Bautista, 2009; Y. Medina-Cárdenas & Rico-Bautista, 2012).

En el contexto de la enseñanza superior, la insatisfacción de los estudiantes con los servicios de TI se refleja en general en las encuestas internas y en las encuestas nacionales que sirven de base para las clasificaciones. La consolidación de los servicios (por ejemplo, plataforma de enseñanza y aprendizaje en toda la universidad) facilita el mantenimiento de los estándares y las percepciones en toda la organización.

Figura 5.2

Tendencias alrededor de Gobierno de TI.



Fuente: Elaboración propia usando VOSviewer.

.

2. Metodología

Esta investigación corresponde a un ejercicio de sistematización de experiencias. Se toma como referente a (Martinic, 2002) quien la describe como una construcción ordenada de la experiencia, que incluye un proceso de reflexión. Se tiene como primera etapa la planificación donde se delimita el objeto de estudio y se define el plan de sistematización considerando los antecedentes investigativos; en la segunda etapa de recuperación, análisis e interpretación de experiencias con la revisión y estructuración de proyectos realizados en la línea de Gobierno de TI del grupo de investigación de Tecnología y Desarrollo de Ingeniería GITYD; una tercera etapa se define como la comunicación de los aprendizajes que se consolida con la estructuración de este documento.

Se consideran las tesis desarrolladas en la maestría de Gobierno de TI desde el año 2018 al 2021, en el sector educativo, donde se tienen en cuenta las buenas prácticas asociadas desde la dirección de TI hasta su gestión. El propósito de la investigación es evaluar la aplicación de buenas prácticas de gobierno de TI en el sector educativo, tanto en educación básica como en

educación universitaria. Se inicia con la conceptualización de gobierno y gestión de TI con los estándares y prácticas de gobierno asociadas, se clasifican de acuerdo con los OGG, y se describen los alcances logrados.

3. Resultados y Discusiones

3.1 Conceptualización de gobierno y gestión de TI

ISACA® (isaca.org) aborda temáticas como ciberseguridad, gobierno, aseguramiento, riesgo e innovación en el marco de referencia para el gobierno y la gestión de TI - COBIT El marco de referencia COBIT diferencia el gobierno y la gestión de TI (Chergui & Chakir, 2020; Salihu & Hoti, 2022). El Gobierno de TI debe asegurar que se consideren las necesidades de los stakeholders para el cumplimiento de los objetivos empresariales lo que repercute en una adecuada toma de decisiones (Hicks et al., 2010; Maresova et al., 2020). La Gestión de TI se encarga de la planificación, la construcción ejecución y monitoreo de las actividades alineadas con el gobierno de TI. Los objetivos de Control de TI - COBIT definen componentes que permiten la creación y el sostenimiento de un sistema de gobierno mediante la agrupación de componentes de gobierno aplicando objetivos de gestión y gobierno gestionados por medio de niveles de capacidad (framework gob y gestión, 2018).

COBIT cuenta con unos enable o catalizadores que hacen parte de la estructura de los OGG, entre ellos encontramos las políticas y procedimientos, así como la cultura, la ética y el comportamiento que debe primar dentro de las organizaciones. A nivel de personal se definen los roles, perfiles o estructuras y las competencias y habilidades que deben tener dentro de la organización (Ahriz et al., 2018; Levstek et al., 2022; Sadikin & Purwanto, 2018), se estructuran los procesos con sus actividades y el nivel de capacidad correspondiente y el flujo de información entre los diferentes procesos, incluidos los servicios, la infraestructura y las aplicaciones requeridas.

La versión 2019 de COBIT incluye la evaluación de la capacidad de los procesos en sus respectivas actividades, para esto se utiliza la Integración del modelo de madurez de capacidad - CMMI. Dichas actividades de nivel según su capacidad pueden presentar un valor de 0, hasta un modelo definible y medible 5.

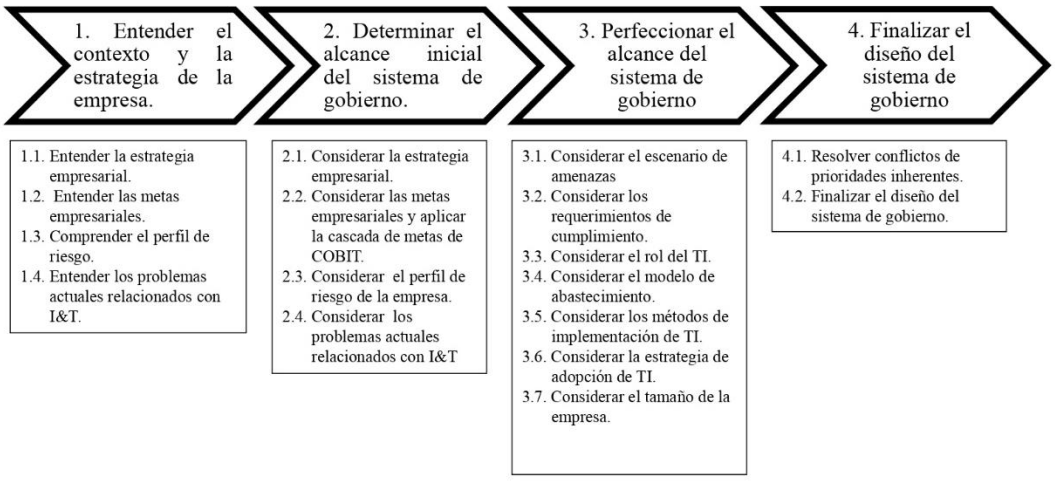
Para que la información y la tecnología contribuyan a los objetivos de la empresa, deberían alcanzarse una serie de OGG. Dentro del core de COBIT, ISACA define los OGG

separados en prácticas de gobierno y de gestión. A su vez se agrupan en dominios. A nivel de objetivos de gobierno, se tiene el dominio EDM que incluye la Evaluación, el Direccionamiento y el Monitoreo. Para los demás objetivos de gestión se estructuran 4 dominios el primero APO, en él se incluye la Alineación, la Planificación y la Organización; el dominio BAI, la Construcción, la Adquisición y la Implementación; el dominio DSS, que incluye la entrega, el Servicio y el Soporte y el dominio MEA, donde se Monitorea, Evalúa y Valora.

Las organizaciones en el cumplimiento de los OGG establecen un sistema de gobierno. COBIT incorpora dentro de su diseño: objetivos o estrategias de la organización, meta empresarial, perfil de riesgos, problemática asociada con I&T, identificación de amenazas, requerimiento de cumplimiento, roles del área tecnológica, modelos para abastecer la tecnología, métodos para su implementación, estrategias para adoptar. En la Figura 3, se muestran los sistemas de gobierno dependiendo de la organización.

Figura 5.3

Tendencias alrededor de Gobierno de TI.



Fuente: Elaboración propia.

El Gobierno de TI ha estado presente dentro de las investigaciones realizadas por la comunidad científica y académica, buscando incorporar sus componentes en el qué hacer de las organizaciones como estrategia de adquisición de valor por parte de la alta dirección. El estudio del gobierno de TI se ha establecido como la disciplina clave para enfrentar los retos que se presentan al generar la integración entre las tecnologías de la información y los objetivos y metas de la organización (Bounagui Y, Mezrioui A y Hafiddi H, 2018).

El gobierno de TI puede ser definido como un conjunto de políticas, procesos, roles y responsabilidades, encaminadas a gestionar la adopción e implementación de las tecnologías de la información de acuerdo con los objetivos de negocio (Shaker A y Abdelbaki, 2014). Dentro de los marcos de referencia mundialmente aceptados para el gobierno de TI, COBIT 2019 acoge décadas de investigación en el área, además de la experiencia de los conocimientos adquiridos en la práctica, en un marco de gobierno y gestión de TI.

3.2. Clasificación de OGG aplicados

En la maestría de gobierno de TI se han aplicado estas buenas prácticas de gobierno y gestión de TI, algunos de los objetivos desarrollados en el sector educativo se han enfocado en elementos como SI y direccionamiento estratégico.

3.2.1 Seguridad de la información.

La seguridad es una de las preocupaciones de todo tipo de organización y las IE no escapan a este tópico (Cheng & Wang, 2022; Kumar et al., 2021). Viendo esta necesidad, se propuso un modelo de seguridad de la información (MSI) diseñado para las Instituciones de Educación Superior IES con el fin de lograr un control efectivo en sus procesos. El contexto para este trabajo fueron las universidades del Norte de Santander donde se analizaron los procesos organizacionales, partiendo de esto se estructuraron los elementos del MSI y se estableció un comparativo de estándares de SI. Ver Tabla 1.

Tabla 5.1

Buenas prácticas asociadas a la SI

	ISO 27000:2017	ISO 27001:2013	ISO 27002:2015	ISO 27005:2011	ITILV3 2011	COBIT5
Concepto	Proporciona una visión general de los Sistemas de gestión de SI, así como los términos y definiciones de uso común.	Es un estándar para la SI, especifica los requisitos necesarios para establecer, implantar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la información	Es una guía de buenas prácticas que describe los objetivos de control y controles recomendables en cuanto a SI	Proporciona directrices para la GR de SI. Brinda soporte a los conceptos generales que se especifican en la norma NTC-ISO/IEC 27001 y está diseñada para facilitar la implementación satisfactoria de la seguridad	Es un marco de trabajo de buenas prácticas destinadas a facilitar la entrega de servicios de tecnologías de la información (TI). ITIL resume un extenso conjunto de procedimientos de gestión ideados para ayudar a las organizaciones a lograr calidad y eficiencia en las operaciones de TI	Es un conjunto de mejores prácticas para el manejo de información creado por la Asociación para la Auditoría y Control de Sistemas de Información, (ISACA, en inglés: Information Systems Audit and Control Association), y el Instituto de Administración de las Tecnologías de la Información (ITGI, en inglés: IT Governance Institute)

Tabla 5.1

Buenas prácticas asociadas a la SI

Funciones	Marco de referencia de SI	Marco de SI	Marco de referencia buenas prácticas de SI	Marco de Referencia de gestión del riesgo SI	Mapeo de la Gestión de Niveles de Servicio de IT	Marco de Referencia de Gestión de Procesos - Mapeo de Procesos TI
Áreas (Fases, Dominios y Procesos)	10 dominios	14 dominios 10 p rocesos	14 dominios	-	26 procesos 5 f ases	37 procesos 7 facilitadores 2 dominios 5 principios
Controles	-	114	114	-	-	-
Obj Control	-	35	35	-	-	34
Enfoque	Procesos	Procesos	Procesos	Riesgos	Procesos	Procesos
Para qu é se implementa	Cumplimiento del estándar de seguridad	Evaluar riesgos en la información	Definir directrices en la implementación de los controles	Gestionar Riesgos de SI	Gestión de Niveles de Servicio	Auditoría de Sistemas de Información
Certificable	No	Sí	No	No	No	No

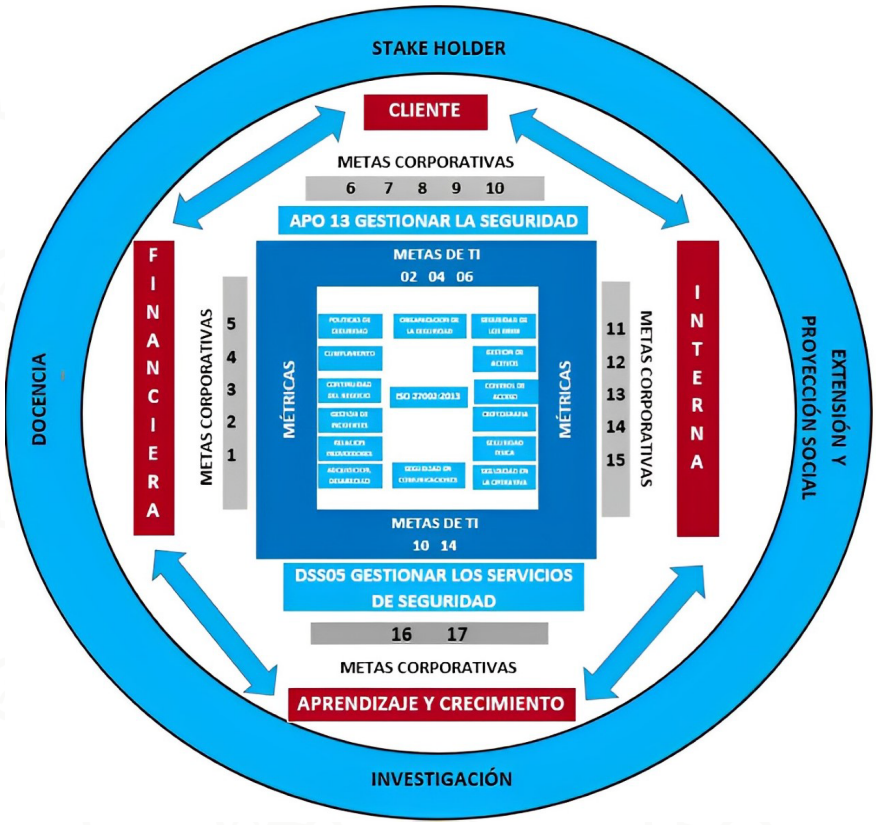
Fuente: (Aguilar Quintero, 2019)

Del comparativo anterior, se toman a nivel de gobierno de TI los Objetivos de Gobierno de TI- COBIT la versión 5.0, sirviendo de framework único integrado sobre el cual se consideran las dimensiones del BalanceSoreCard: financiera, operaciones internas, clientes y el aprendizaje y crecimiento asociados con las metas empresariales de COBIT, se priorizan las metas de TI alineadas con las metas empresariales de las cuales se priorizan dos OGG, el APO13 que hace referencia a la gestión de la seguridad y el DSS05 para la gestión de los servicios de seguridad (Olson & Wu, 2007). Todo esto se selecciona por medio del ejercicio de cascada de meta propuesto por ISACA. Otro de los estándares priorizados es ISO 27002:2015 que es el corazón del modelo, donde se consideran los dominios, con los objetivos y sus controles respectivos (Chergui & Chakir, 2020; Ramakrishnan et al., 2018).

Como el contexto del modelo propuesto son las universidades se parte de sus ejes misionales, como lo son la docencia, la investigación, la extensión y la proyección social. Adicionalmente, se consideran las partes interesadas, tanto internas como externas, para las instituciones. Defiendo las necesidades de los stakeholders se realiza el ejercicio de cascada de meta, dependiendo de los objetivos institucionales que, aunque son comunes, podrían tener alguna variación dependiendo de la razón de ser de la universidad, sus valores y cultura organizacional. Estos se cruzan con las metas corporativas y las metas de TI, y de allí se identifican y priorizan metas de alineamiento que se pueden adicionar a las APO13 Y DSS05. Con los procesos priorizados se indican cuáles son las prácticas claves que se pueden evaluar y posteriormente mejorar. Ver Figura 5.4.

Figura 5.4

MSI para las Instituciones de Educación Superior.



Fuente: (Aguilar Quintero, 2019)

Posteriormente, se propuso la implementación del MSI diseñado para las IE del Norte de Santander en las instituciones de educación superior de Barranquilla. Se realizó un diagnóstico a distintas instituciones de educación superior en la ciudad de Barranquilla, donde se evaluó la SI por medios elementos trazados en el diseño del modelo, como son las normas ISO 27001 y los procesos APO13 y DSS05 de COBIT5. Lo más representativo de los resultados fueron la solidez y fortaleza en la definición de políticas, procedimientos y controles en temas como la continuidad del negocio, las telecomunicaciones, el cumplimiento y los accesos, entre otros. Como aspectos que mejorar encontramos la gestión de activos, y las técnicas criptográficas reflejadas en los bajos niveles de la encuesta. Por lo tanto, se recomienda a la alta dirección de las instituciones de educación superior IES reconsiderar la SI como una estrategia institucional, que permita tener en cuenta aspectos de las necesidades de seguridad de la organización.

Luego, se diseñó la guía de implementación tomando como referencia el MSI, donde se identifican cada uno de los elementos que constituyen a una institución de educación superior, como son sus stakeholders; los procesos misionales; las funciones sustantivas como la docencia, la investigación, los proyectos y la extensión social; las dimensiones de Balanced Scorecard metas corporativas; los procesos de COBIT5; las metas de TI, y las métricas. En una primera fase, se revisan las metas de TI, luego procesos de COBIT priorizados y se definen controles de la ISO 27001. La guía fue implementada en la Universidad Metropolitana, donde a partir del diagnóstico realizado se logra conocer el estado actual que presentan los distintos procesos en cuanto tecnologías y a la SI, permitiendo hacer un estudio o análisis del problema, y de esa manera proponer soluciones que ayuden a reforzar la misma. De igual forma ayuda a determinar qué elementos de seguridad hacen falta para optimizar, ante eventos que atenten contra la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información (Coronado Avila, 2021).

3.3 Direccionamiento estratégico

La línea de dirección se ha desarrollado para diferentes tipos de IE, para las universidades del Norte de Santander, se trabajó en un modelo de planeación estratégica de TI, para la educación básica y media un cuadro de mando integral, y, adicionalmente, se realizó un análisis de prospectiva para la maestría en gobierno de TI.

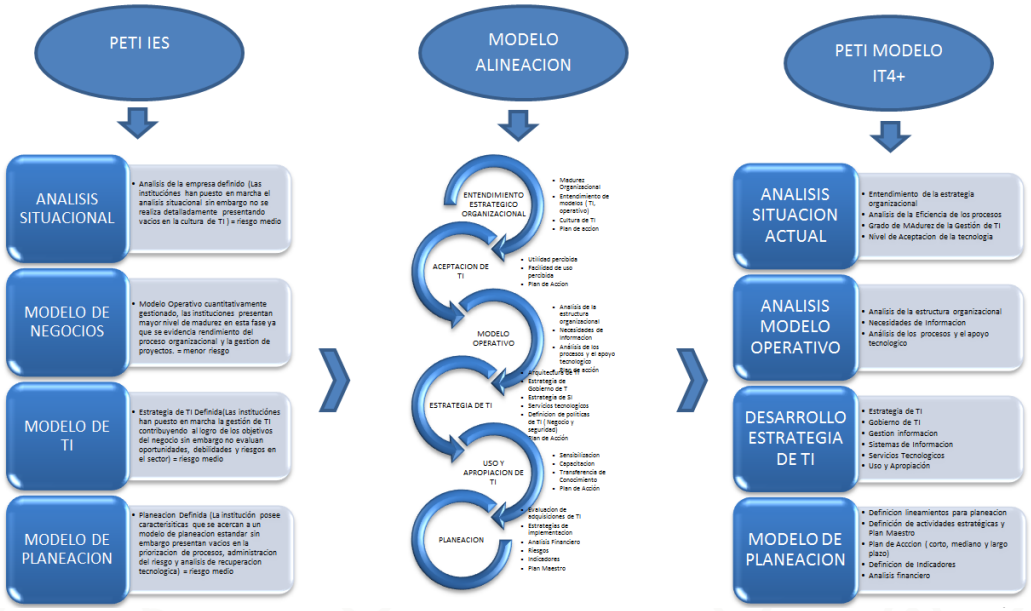
3.3.1. Plan Estratégico de TI.

Un elemento importante para las universidades es tener un plan estratégico de TI que apoye el direccionamiento estratégico de la organización. A nivel nacional se han realizado esfuerzos por apoyar a las instituciones, es así como se propuso el modelo IT4+ del Ministerio de las TIC, pero esto poco se ha implementado, es por esto que se propuso un modelo de Planeación Estratégica de Tecnologías de la Información (PETI) para las IES proyectado inicialmente para el departamento Norte de Santander, buscando el alineamiento con el modelo IT4+.

Se hizo un estudio con universidades públicas del departamento identificando estándares o buenas prácticas y su implementación en las instituciones, a partir de allí se pudo diagnosticar el nivel de madurez. Esta evaluación del nivel de madurez se comparó con el IT4+, para determinar la brecha existente y de allí se plantea el modelo de alineación. Ver Figura 5.5.

Figura 5.5

Modelo de planeación estratégica de ti que permite la alineación con el modelo it4+



Fuente: (Contreras Hernández, 2018)

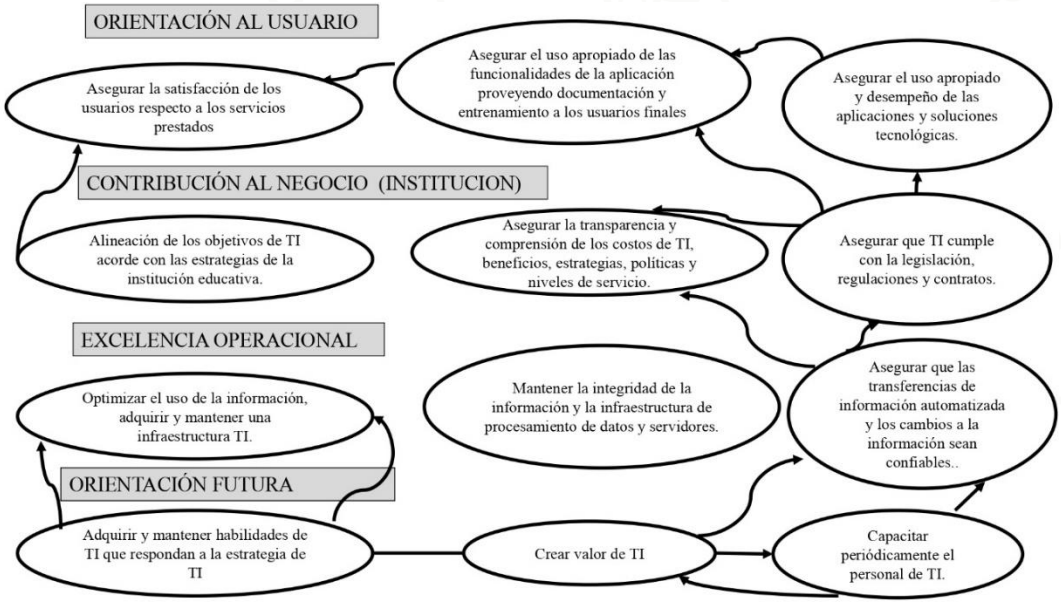
Cuadro de Mando Integral (BSC). Las IE deben ser analizadas en todos sus niveles y uno de los más relevantes y donde se tiene que poner más énfasis es en la educación básica y media, más aún en regiones tan complejas como lo son la del Catatumbo. La provincia de Ocaña incluye municipios pdet que tienen recursos muy limitados a nivel educativo, por tanto, es importante mirar la región e incorporar buenas prácticas, que ayuden en las múltiples necesidades de la región y apoyen una adecuada gestión en las IE. Por tal motivo se propuso el diseño de un cuadro de mando integral de tecnologías de información (CMI TI) proyectado para las instituciones de educación básica y media de la región.

Se diseñaron instrumentos como encuestas y entrevistas a los docentes y personal del área de TI, que permitiera conocer la situación real de las instituciones objeto de estudio. Dentro de los hallazgos más significativos, se tiene que las instituciones no cuentan con un área de TI acorde con las necesidades de la comunidad educativa y mucho menos con un plan estratégico de TI, esto como consecuencia de las dificultades económicas y la falta de toma de decisiones para las inversiones. También se evidencia que no tienen ningún control con el procesamiento de datos, muchos no se hacen en la institución sino con el apoyo de otras instituciones. Los que cuentan con infraestructura no tienen un esquema de seguridad adecuado. El Plan Estratégico de Tecnologías de la Información propuesto busca definir

estrategias que se alineen con los objetivos institucionales y permitan mejorar la calidad y el posicionamiento de las instituciones. Además, se propuso un cuadro de mando de TI y se planteó un caso de estudio en la Institución Educativa José Eusebio Caro del municipio Ocaña, Norte de Santander, donde se incluye el mapa estratégico desde cuatro perspectivas: orientación al usuario, contribución a la institución, excelencia operacional y orientación futura. Ver Figura 5.6.

Figura 5.6

Cuadro de mando integral Instituciones de educación básica y media



Fuente: (Sanjuan, 2018)

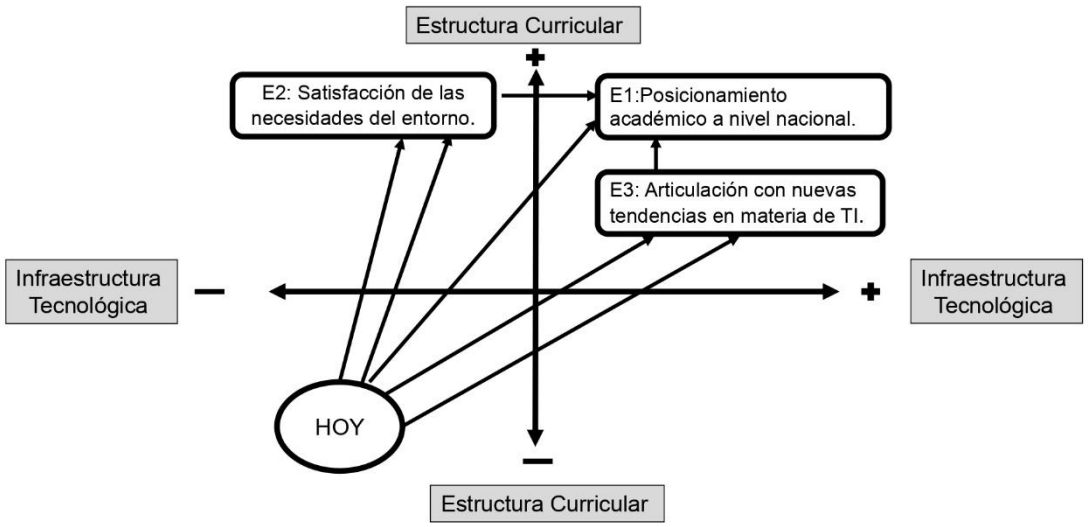
3.3.2. Análisis de prospectiva.

Para la maestría en gobierno de TI es importante estar en continua evaluación en pro del mejoramiento sostenido. Dentro de estos esfuerzos se propuso un proyecto que diseñara un análisis de prospectiva en esta línea y permitiera al programa analizar y adoptar dichos resultados, por esto se propuso un plan prospectivo estratégico pensado para cinco años "2022-2027". Este trabajo partió del reconocimiento del estado actual del programa, esto se realizó a través de la planeación prospectiva estratégica, apoyados en el Modelo Básico de Francisco José Mojica Sastoque. Como población se contó con los integrantes de la comunidad educativa, los stakeholders identificados fueron estudiantes, docentes, administrativos y, adicionalmente, se consultó con expertos en el área.

Dentro de las acciones se identificaron las fortalezas del programa, se evidenciaron las debilidades y amenazas que son dificultades que puede o podría afectar al programa. Se logró identificar escenarios, variables estratégicas que pudieron ser priorizadas adicionalmente a la propuesta de acciones acorde con los elementos encontrados en líneas como currículo, investigación-extensión-proyección social e infraestructura.

Figura 5.7

Escenarios análisis de prospectiva



Fuente: (Osorio, 2021)

En cuanto a los objetivos propuestos para esta investigación, se realizó el diagnóstico del direccionamiento estratégico por medio de una revisión documental de la vigilancia tecnológica y se revisó la pertinencia de los contenidos de la malla curricular en relación con los hallazgos encontrados en el Estado del Arte. En este sentido, se encontró que los contenidos mencionados se ajustan a los requerimientos implícitos y explícitos en dichas tendencias.

En cuanto a los componentes clave para el diseño del plan prospectivo estratégico del programa, se definió el escenario idóneo, así como la trayectoria para llegar al futuro en el que se pueden implementar las variables estratégicas focalizadas por los expertos invitados a participar de la investigación, mostrando una visión conjunta de los tres escenarios posibles, derivada de la Estructura Curricular y la Infraestructura Tecnológica.

4. Conclusiones

El programa de Ingeniería de Sistemas y la maestría en Gobierno de TI de la UFPSO han venido realizando esfuerzos por crear en la región y la zona de influencia una cultura hacia

la adecuada gobernanza corporativa y la inclusión de la tecnología como elemento prioritario, para poder apoyar los procesos del negocio y posicionar las distintas organizaciones. Uno de los sectores donde se han priorizado dichos esfuerzos es el sector educativo, se ha abordado tanto la educación básica y media como la superior para hacer un diagnóstico de necesidades desde el punto de vista de gobierno de TI y a partir de ahí realizar propuestas para apoyar dichas necesidades.

Se analizan dos tópicos: la SI y el direccionamiento estratégico. A nivel de SI, se propusieron modelos de gobierno de TI para la SI utilizando estándares o buenas prácticas como COBIT y ISO 27002, entre ellas, y estas fueron aplicadas en Norte de Santander y en el Atlántico.

Desde el punto de vista de dirección de TI se revisaron elementos de direccionamiento estratégico de TI alineado con las políticas públicas para las instituciones de educación superior de Norte de Santander, propuestas de cuadro de mando integral para las instituciones de educación básica y media de la provincia de Ocaña y, finalmente, se estructuró el Plan Prospectivo Estratégico 2022-2027, enfocado al direccionamiento de la Maestría de Gobierno de TI de la UFPSO. El plan en mención contiene las acciones y los plazos para ejecutarlas, relacionadas con las cinco variables estratégicas definidas a partir de la metodología implementada.

5. Referencias Bibliográficas

Aguilar Quintero, N. A. (2019). Modelo de seguridad de la información para instituciones de educación superior.

Ahriz, S., El Yamami, A., Mansouri, K., & Qbadou, M. (2018). “Cobit 5-based approach for IT project portfolio management: Application to a Moroccan university”. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 9(4), 88–95. https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090416

Bounagui, Y., Mezrioui, A. y Hafiddi, H. 2018. “Toward a U nified F ramework for Cloud Computing Governance: An Approach for Evaluating and Integrating IT M anagement and Governance M odels Computer Standards & Interfaces”.

Cheng, E. C. K., & Wang, T. (2022). “Institutional Strategies for Cybersecurity in Higher Education Institutions”. Information (Switzerland), 13(4). https://doi.org/10.3390/info13040192

Chergui, M., & Chakir, A. (2020). “IT Governance Knowledge: From Repositories to Artificial Intelligence Solutions”. Journal of Engineering Science and Technology Review, 13(5), 67–76. https://doi.org/10.25103/jestr.135.09

Contreras Hernandez, L. L. (2018). “Diseño de un modelo de planeación estratégica de tecnología de la información para las instituciones de educación superior de

Norte de Santander que permite la alineación con el modelo it4+ del Ministerio de las TIC

Douglas, M., Coronado Ávila. (2021). "Propuesta de implementación del modelo seguridad de la información basado en estándares de Gobierno TI dirigido a las instituciones de educación superior de la ciudad de Barranquilla"

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). Metodología de la investigación.

Hicks, M., Pervan, G., & Perrin, B. (2010). "A case study of improving information technology governance in a university context". IFIP Advances in Information and Communication Technology, 318, 89–107. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12113-5_6

ITSMF. (2005). Aligning CobiT, ITIL and ISO 17799 for Business Benefit: A Management Briefing from ITGI and OGC. Governance an International Journal of Policy and Administration, 1–62.

Knahl, M. H. (2013). "Application of IT management frameworks in higher education institutions". Lecture Notes in Business Information Processing, 148 LNBIP, 124–133. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38490-5_10

Kumar, S., Biswas, B., Bhatia, M. S., & Dora, M. (2021). "Antecedents for enhanced level of cyber-security in organisations". Journal of Enterprise Information Management, 34(6), 1597–1629. https://doi.org/10.1108/JEIM-06-2020-0240

Levstek, A., Pucihar, A., & Hovelja, T. (2022). "Towards an Adaptive Strategic IT Governance Model for SMEs". Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 17(1), 230–252. https://doi.org/10.3390/jtaer17010012

Lucija, I., Vuksic', V. B., & Spremic', M. (2019). "Management Review Mastering the Digital Transformation Process: Business Practices and Lessons Learn". Technology Innovation Management Review, 9(12), 36–50. https://bib.irb.hr/datoteka/987135.Ivancic_et_al_TIMReview_February2019_-_published.pdf

Maresova, P., Hruska, J., & Kuca, K. (2020). "Social media university branding". Education Sciences, 10(3), 1–14. https://doi.org/10.3390/educsci10030074

Martinic, Sergio. El objeto de la Sistematización y sus relaciones con la evaluación y la investigación. Ponencia. CD-ROM. Materiales de estudio sobre sistematización de experiencias. S.L., 2002

Medina-Cárdenas, Y. C., & Rico-Bautista, D. (2016). Strategic alignment under a technology management organizational approach: ITIL & ISO 20000. Revista Tecnura, 20(1), 82–94. https://doi.org/10.14483/22487638.11681

Medina-Cárdenas, Y., & Rico- Bautista, D. (2009). "Modelo de gestión basado en el ciclo de vida del servicio de la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL). Revista Virtual Universidad Católica Del Norte, 27, 1–21. 148.215.2.11/redalyc-seam/articulo.oa?id=194215432010

Medina-Cárdenas, Y., & Rico-Bautista, D. (2008). "Model of Administration of Services for the Universidad of Pamplona: ITIL". Scientia Et Technica Scientia et Technica Año XIV, 14(39), 314–319.

Medina-Cárdenas, Y., & Rico-Bautista, D. (2012). "Mejores prácticas de gestión para la calidad de los servicios en tecnologías de información". Gerencia Tecnológica Informática, 11(29), 47–58.

Mensah, G. K., & Gottwald, W. D. (2016). "Enterprise risk management: Factors associated with effective implementation". Risk Governance and Control: Financial Markets and Institutions, 6 (4Continued1), 175–206. https://doi.org/10.22495/rcgv6i4c1art9

Olson, D. L., & Wu, D. D. (2007). "Enterprise risk management". Enterprise Risk Management, 1–252. https://doi.org/10.1142/6732

Osorio Rivero, Y. (2021). "Análisis prospectivo del gobierno de TI, para el direccionamiento estratégico de la Maestría en Gobierno de TI de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña" al 2027.

Owusu Kwateng, K., Amanor, C., & Tetteh, F. K. (2022). "Enterprise risk management and information technology security in the financial sector". Information and Computer Security, 30(3), 422–451. https://doi.org/10.1108/ICS-11-2020-0185

Ramakrishnan, M., Shrestha, A., Cater-Steel, A., & Soar, J. (2018). "IT service management knowledge ecosystem – Literature review and a conceptual model". ACIS 2018 - 29th Australasian Conference on Information Systems, 1–8. https://doi.org/10.5130/acis2018.bu

Reddy, P., Sharma, B., & Chaudhary, K. (2020). "Digital literacy: A review of literature". International Journal of Technoethics, 11(2), 65–94. https://doi.org/10.4018/IJT.20200701.oa1

Sadikin, M., & Purwanto, S. K. (2018). "The implementation of e-learning system governance to deal with user need, institution objective, and regulation compliance". Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control), 16(3), 1332–1344. https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v16i3.8699

Salihu, A., & Hoti, H. (2022). "Managers' Perception on the IT Audit Recommendations: The Effect of Risk Significance, Ease of Implementation and Added Value on Implementation of Recommendations". Journal of ICT Standardization, 10, 105–124. https://doi.org/10.13052/jicts2245-800x.1021

Sanjuan Muñoz, W (2018). " Modelo de un cuadro de mando integral de tecnologías de la información para la educación media en la ciudad de Ocaña"

Sengik, A. R., Lunardi, G. L., Bianchi, I. S., & Wiedenhöft, G. C. (2022). "Using design science research to propose an IT governance model for higher education institutions". Education and Information Technologies, 0123456789. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11088-3

Shaker, A. y Abdelbaki, N. 2014. "A New Cloud Computing Governance Framework". Proc. 4th Int. Conf. Cloud Comput. Serv. Sci, p 671-78

Stefaniuk, T. (2020). "Training in shaping employee information security awareness". Entrepreneurship and Sustainability Issues, 7(3), 1832–1846. https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3(26)

UFPSO 2021. Licencia Interna de Funcionamiento Maestría en Gobierno de TI

Wright, A., Sittig, D. F., Ash, J. S., Bates, D. W., Feblowitz, J., Fraser, G., Maviglia, S. M., McMullen, C., Nichol, W. P., Pang, J. E., Starmer, J., & Middleton, B. (2011). "Governance for clinical decision support: Case studies and recommended practices from leading institutions". Journal of the American Medical Informatics Association, 18(2), 187–194. https://doi.org/10.1136/jamia.2009.002030

Diseño de Guías de Onda Nanofotónicos para el Desarrollo de Biosensores de Alta Sensibilidad

Design of Nanophotonic Waveguides for the Development of High Sensitivity Biosensors

Jesús Alvarez -Guerrero [1]. Ferney Amaya -Fernandez [2]. Jhonattan Córdoba Ramirez [3]
[1]Facultad de Ingenierías, Universidad Libre seccional Cúcuta, Colombia Avenida 4ta 12N-81 El Bosque, Cúcuta - Colombia. (Tel: (+57)(607)5829810; e-mail: jesus.alvarezg@unilibre.edu.co).
[2] Facultad de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana , Cq. 1 #70-01, Medellín, Laureles, Medellín, Antioquia, Medellín, Colombia, (Tel: (+57) (604 4488388) e-mail: ferney.amaya@upb.edu.co).
[3] Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Federal de Minas Gerais , Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901, Brasil, (Tel: (+55) (313409-5000) e-mail: jcordoba@cpdee.ufmg.br).

Introducción

Los biosensores son dispositivos que permiten la medición de parámetros biológicos o químicos ya sean del medio ambiente o el cuerpo humano. Actualmente, se cuenta con una gran variedad de biosensores disponibles comercialmente, entre los que se identifican de tipo electroquímicos, piezoeléctricos, mecánicos y ópticos cuya característica fundamental es una alta sensibilidad que alcanza valores del orden de pg/mL (Justino et al., 2017). Recientemente, los biosensores ópticos o fotónicos han ganada popularidad dado que presentan ventajas adicionales como bajo consumo energético, alta capacidad de integración a nivel de nanochips, multiplexación de varias longitudes de onda y otras características importantes en aplicaciones médicas y del medio ambiente como la detección en tiempo real y *label free*, es decir, sin necesidad de alterar las muestras (Chung et al., 2018; Gavela et al., 2016).

De acuerdo con la literatura sobre biosensores fotónicos, la mayoría de los dispositivos reportados se han fabricado principalmente sobre la plataforma de fotónica integrada conocida como silicio sobre aislante (SOI, *Silicon over Insolator*) en la que se usan materiales como Si, SiO_2, Si_3N_4, Ta_2O_5, $Si_xO_yN_z$ (Gavela et al., 2016). Esta plataforma es bien conocida dado que es la misma utilizada para la fabricación de circuitos integrados electrónicos, lo que ha permitido explotar rápidamente las propiedades del Silicio y desarrollar biosensores fotónicos con límites de detección de hasta 1×10^{-9} Unidades de índice de refracción, lo que se traduce en altos niveles de sensibilidad, a tal punto que se logran detectar concentraciones

extremadamente pequeñas en el orden de hasta pg/mL (Estevez et al., 2012).

A pesar de todas las ventajas que ofrece la plataforma de Silicio para la fabricación de biosensores fotónicos, especialmente su alta sensibilidad, esta tecnología resulta costosa. Como respuesta a esto, recientemente ha emergido un enfoque de diseño y fabricación basado en materiales poliméricos. Este se vislumbra como una alternativa de menor costo comparada con la tecnología de silicio, no solo por el material sino también por el proceso de fabricación, ya que se basa en la litografía de nano impresión, la cual requiere de dispositivos menos costosos y ofrece mayor resolución que las técnicas utilizadas en la plataforma SOI (Liang et al., 2019).

A partir de lo anterior, se identifica una tendencia a nivel internacional en el uso de materiales poliméricos para la fabricación de múltiples componentes electrónicos y fotónicos, especialmente en el área de biosensores. A pesar de la relevancia de esta área de investigación en la actualidad, en Colombia es aún desconocida y muy pocos investigadores y grupos de investigación trabajan en temas relacionados con fotónica integrada. Dado esto, en este capítulo se busca proveer un material introductorio al diseño de guías de onda fotónicas con la descripción del proceso de simulación de un guía de onda tipo Strip usando el polímero SU-8, que representa el paso inicial para la implementación de biosensores de alta sensibilidad. La metodología de diseño consiste en aplicar las fases que sugiere el método de elementos finitos en el que se basa la herramienta de simulación COMSOL Multiphysics. Al final del proceso se obtiene el diseño de un guía de onda nanofotónico tipo Strip de 600 x 700 nm que opera en la región monomodo y se logra una sensibilidad de 450 $2\pi\ rad$.

Mas allá de los resultados numéricos y de diseño, este trabajo proporciona una guía introductoria para estudiantes e investigadores que deseen incursionar en el área de la fotónica integrada y específicamente en el diseño e implementación de circuitos integrados fotónicos dada su relevancia tecnológica a nivel internacional en la actualidad y el futuro próximo.

1. Marco Teórico

1.2 Guías de Onda Nanofotónicos

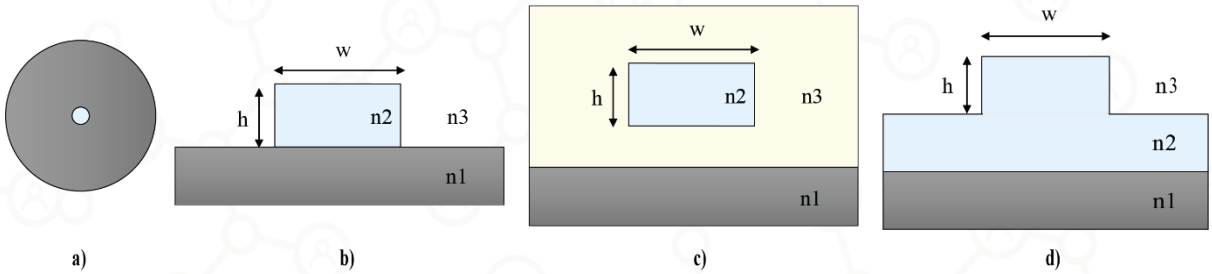
Los guías de onda nanofotónicos son el componente fundamental en el diseño y fabricación de los circuitos integrados nanofotónicos dado que muchas estructuras se basan en ellos tal como los anillos resonantes, interferómetros, cristales fotónicos, etc. No se puede

concebir un buen biosensor en un circuito integrado sin crear inicialmente el guía de onda. En la Figura se presentan los tipos de guías de onda más comunes usados por las diferentes plataformas de fabricación.

Los guías de onda cilíndricos como el de la Figura 6.1.a. se utilizan para la fabricación de la fibra óptica que se utiliza en las comunicaciones ópticas, mientras que los guías de onda rectangulares como los mostrados en las 1.b, 1.c y 1.d se suelen utilizar en circuitos integrados nanofotónicos.

Figura 6.1

Secciones de Guías de Onda Nanofotónicas: ***(a)*** *Circular.* ***(b)*** *Tipo Strip.* ***(c)*** *Tipo Canal* ***(d)*** *Tipo Rib.*



Nota: Elaboración Propia.

1.3. Biosensores Fotónicos de Onda Evanescente

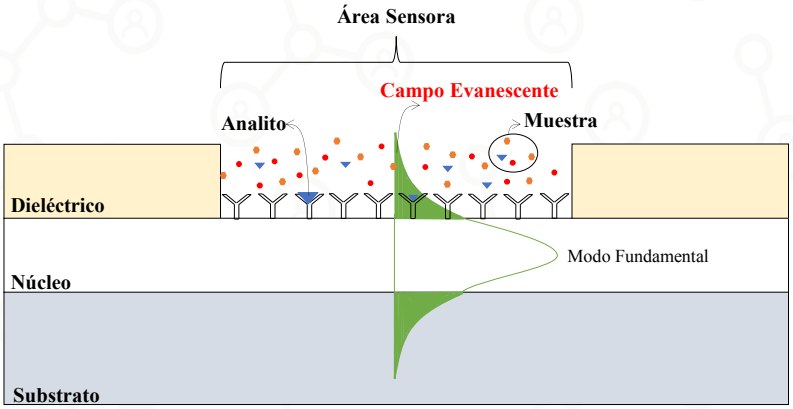
Los biosensores de onda evanescente consisten en estructuras en las que se pueden confinar las ondas electromagnéticas como en un guía de onda óptico. Esto ocurre gracias al fenómeno de reflexión total interna que se presenta cuando la luz que viaja en un medio de transmisión es reflejada en la interfaz con otro medio de transmisión de menor índice de refracción, siempre y cuando el ángulo de incidencia sea mayor al ángulo crítico. Sin embargo, la luz no es totalmente reflejada en la interfaz, sino que una pequeña porción de luz penetra dentro del medio reflectante. Este pequeño campo electromagnético penetrado es lo que se conoce como onda evanescente (Patel et al., 2010). Este fenómeno se puede evidenciar en la Figura 6.2.

El principio de detección de los biosensores de onda evanescente se basa en la interacción del campo electromagnético que penetra en el medio reflectante con el evento de reconocimiento biomolecular. Una de las principales ventajas que ofrecen estos biosensores es su alta sensibilidad (límite de detección menor que $1x10^{-7}$), sin embargo, en comparación con otros métodos de biosensado, ofrecen ventajas como la selectividad y especificidad, sensado

remoto, inmunidad ante interferencias electromagnéticas, detección directa y en tiempo real, capacidad de multiplexación, biocompatibilidad y esquema de detección *label free*.

Figura 6.2

Ilustración del fenómeno de Campo Evanescente.



Nota: Elaboración Propia.

Todas estas ventajas han permitido que en los últimos años se venga presentando un crecimiento en el mercado de los biosensores ópticos para diversas aplicaciones como monitoreo ambiental, seguridad alimenticia, desarrollo de medicamentos, investigaciones biomédicas, cuidado de la salud y análisis clínicos (Long et al., 2013).

Actualmente, existen varios tipos de estructuras fotónicas para aplicaciones de biosensores que se basan en el principio del campo evanescente, entre ellas se destacan principalmente estructuras basadas en plasmones superficiales (SPR, *Surface Plasmon Resonance*) (Figura 6.3a), interferómetros (Figura 6.3b), anillos resonantes (Figura 6.3c) y cristales fotónicos (Figura 6.3d).

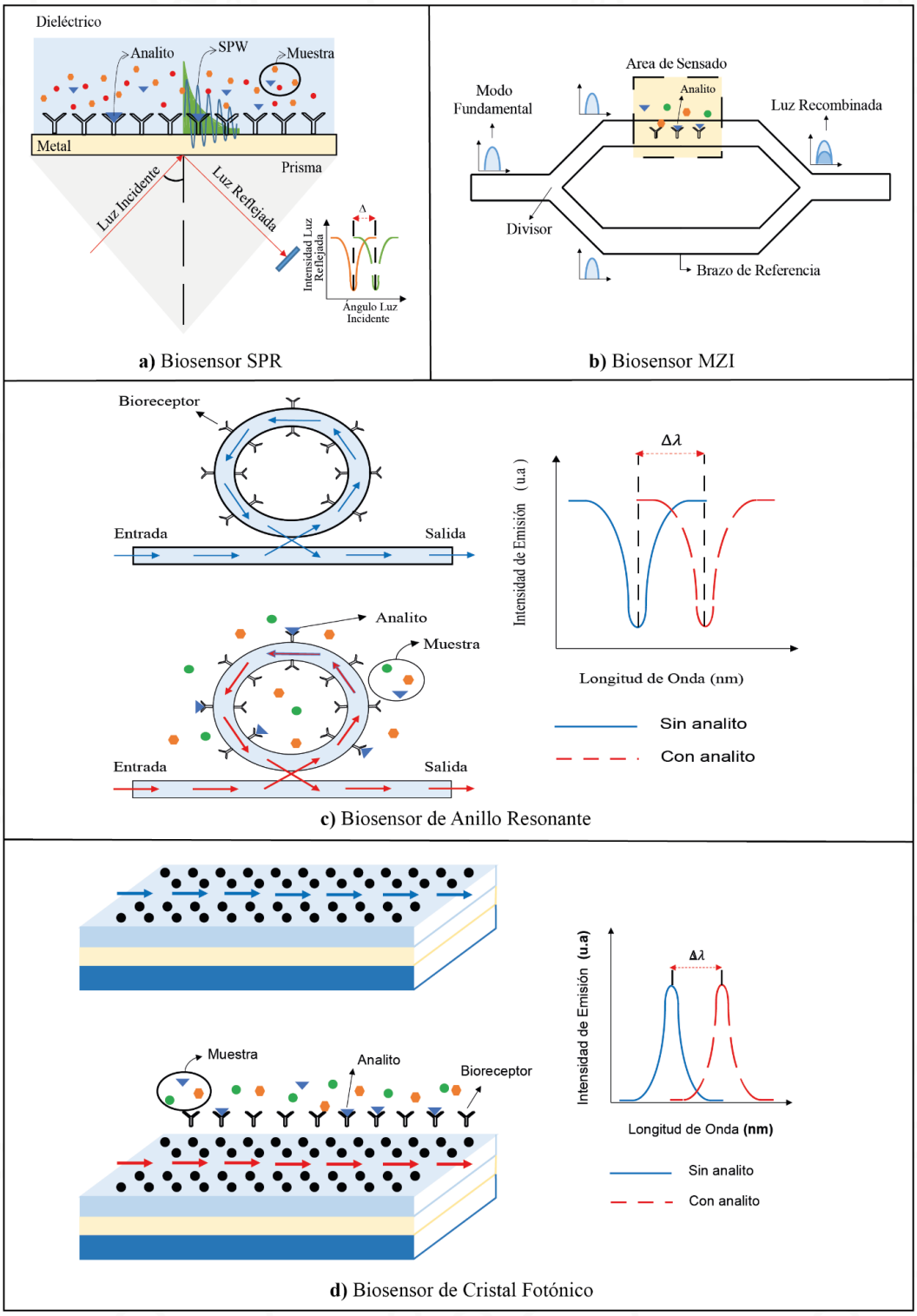
1.3.1. Biosensores basados en SPR

Los biosensores SPR son sensores ópticos que explotan un tipo de ondas electromagnéticas especiales conocidas como ondas de plasma superficiales (SPW, Surface Plasma Wave) para sondear las interacciones entre un analito en solución y un elemento de reconocimiento biomolecular inmovilizado en la superficie del sensor. Las SPW son ondas electromagnéticas que se propagan a lo largo de la interfaz entre un metal y un dieléctrico debido a ondas evanescentes confinadas en la dirección perpendicular a la interfaz. Estas ondas electromagnéticas superficiales se acoplan a oscilaciones debidas a electrones que conforman

el plasma [35]. El campo electromagnético de una SPW se confina en la frontera entre el metal y el dieléctrico y decrece exponencialmente en ambos medios.

Figura 6.3

Biosensores nanofotónicos basados en: a) SPR. b) MZI. c) anillos resonantes. d) Cristales fotónicos.



Nota: Elaboración Propia

La configuración de Kretcschmann que se ilustra en la Figura 6.3a es la técnica que se usa con mayor frecuencia para la excitación óptica de SPWs en los biosensores SPR y se basa en el principio de reflexión total atenuada. El biosensor SPR está conformado por una fuente de luz polarizada, un prisma, una capa delgada de metal (comúnmente de oro) y un fotodiodo para la detección de la luz reflejada.

En la Figura 6.3a se puede ver que cuando la luz proveniente de la fuente polarizada es reflejada en la interfaz entre el prisma y el metal en varios ángulos de incidencia, la luz reflejada es bruscamente atenuada a un ángulo de incidencia específico llamado ángulo de resonancia. Esto se debe a la resonancia entre la SPW derivada de la placa metálica y el campo evanescente derivado de la luz incidente. Este ángulo de resonancia está correlacionado con el índice de refracción del área sensora ubicada sobre la superficie del metal. De esta manera, los biosensores SPR pueden detectar cambios en el índice de refracción de forma simple y label-free, mediante la detección de cambios en el ángulo de resonancia [36].

1.3.2. Biosensores basados en MZI

La estructura MZI es el transductor interferométrico más utilizado en aplicaciones de biosensado fotónico, su principio de funcionamiento se ilustra en la Figura 6.3b. El MZI divide la luz en dos caminos paralelos, de los cuales uno se toma como brazo de referencia y el otro como brazo de sensado. En el área sensora ocurren las interacciones biomoleculares cuando se detecta un analito, las cuales interactúan con el campo evanescente y conllevan a variaciones en el índice de refracción efectivo del guía de onda en esa zona y por lo tanto variaciones en algún parámetro de la luz propagada. Posteriormente, se recombinan las dos señales ópticas mediante un acoplador con el fin de identificar la diferencia de fase entre la señal de referencia y la señal modificada por el área sensora (Estevez et al., 2012; González, 2012; Washburn & Bailey, 2011).

La Ecuación 1 y la Ecuación 2 describen las diferencias de fase inducidas y la intensidad de luz a la salida del dispositivo:

$$\Delta\Phi = \frac{2\pi L}{\lambda}[n_S - n_R]$$ Ecuación 1 Fase inducida

$$I = \frac{I_0}{2}[E_S^2 + E_R^2 + 2E_S E_R \cos\Delta\Phi]$$ Ecuación 2 Intensidad de salida

Nota: (Estevez et al., 2012)

En las ecuaciones Ecuación 1 y Ecuación 2, E_S, E_R, n_S y n_R corresponden a los campos eléctricos e índices de refracción efectivos de los brazos de sensado y referencia respectivamente, $\Delta\Phi$ es la variación de fase, L es la longitud del área sensora, λ es la longitud de onda de operación y las variables I_0 e I son las intensidades de luz a la entrada y salida del dispositivo respectivamente.

1.3.3. Biosensores basados en anillos resonantes

Los anillos resonantes consisten en su forma básica en estructuras formadas por dos guías de onda, una guía recta y otra circular, ubicadas lo suficientemente cerca de tal manera que la luz que viaja por la guía de onda recta se acople a la guía de onda circular tal como se ilustra en la Figura 6.3c (Pelli, 2016). La luz acoplada que se propaga dentro del anillo se interfiere constructivamente con la luz incidente en la guía recta, de modo que cuando las dos señales coinciden en fase se produce un efecto de resonancia, generando lo que se conoce como una galería de modos susurrantes (WGM, *Whispering Gallery Modes*) o picos de resonancia interactúan repetidamente con los analitos que se posan sobre la superficie mediante el campo evanescente de la WGM (González, 2012), (Washburn & Bailey, 2011), (Steglich, Patrick; Pulwer, Silvio; Villringer, Claus; Bauer, Joachim; Heinrich, Friedhelm; Dietzel, Birgit; Mai & Schrader, 2016).

En el esquema mostrado en la Figura 6.3c se presenta un anillo resonante en el cual incide luz proveniente de un láser sintonizable por el puerto de entrada que posteriormente es detectada por un fotodiodo acoplado al puerto de salida. De acuerdo con las condiciones de resonancia solo se propagan ciertos picos de resonancia que aparecen en el espectro de salida. El guía de onda se funcionaliza previamente con el fin de que ocurra la interacción entre el analito y el bioreceptor. Cuando ocurre la interacción, se producen cambios en el índice de refracción de la guía de onda, los cuales modifican las condiciones de resonancia dentro del anillo de tal modo que se presenta un desplazamiento de los picos de resonancia ($\Delta\lambda$) que circulan en él. La magnitud del desplazamiento $\Delta\lambda$ está relacionada directamente con la cantidad de analito absorbido, por lo que en este tipo de sensores el límite de detección es definido por la mínima desviación medible de los picos de resonancia (Steglich, Patrick; Pulwer, Silvio; Villringer, Claus; Bauer, Joachim; Heinrich, Friedhelm; Dietzel, Birgit; Mai & Schrader, 2016).

1.3.4. Biosensores basados en cristales fotónicos

Los biosensores basados en guías de onda de cristal fotónico aprovechan las propiedades particulares que ofrecen los cristales fotónicos para proporcionar una plataforma de biosensado *label-free* (Cunningham et al., 2016). Dichos cristales fotónicos son estructuras con variaciones periódicas del índice de refracción de los materiales que la conforman. Cuando la luz viaja a través de la estructura se producen los fenómenos de refracción y reflexión al pasar de un dieléctrico a otro, generando muchos de los efectos que afectan a los electrones en el modelo de bandas de energía, pero en este caso se afectan a los fotones (Cunningham et al., 2016), (Díaz Tormo, 2012).

Una de las características más importantes de los cristales fotónicos es la aparición de bandas prohibidas para los fotones, conocidas como *Photonic Band Gaps (PBG)*. Este fenómeno se presenta para ciertas frecuencias, de modo que, si un haz de luz con una frecuencia perteneciente a una PBG intenta atravesar la estructura, esta será totalmente reflejada. Lo bueno de esto, es que estas bandas se pueden diseñar a voluntad, de tal manera que se pueden bloquear o favorecer la propagación de ciertas longitudes de onda (Díaz Tormo, 2012).

Esta característica es justamente la que emplean los biosensores basados en cristales fotónicos, ya que la luz que logra propagarse por el defecto lineal que poseen los cristales fotónicos está muy bien confinada, incrementando la interacción del proceso de bioreconocimiento con el campo evanescente (González, 2012). Cuando el analito entra en contacto con la capa bioreceptora se producen variaciones en el índice de refracción efectivo del guía de onda produciendo un desplazamiento de la longitud de onda de resonancia que se propaga dentro del cristal. Estas variaciones del espectro están relacionadas con la superposición espacial y temporal del modo propagado y el analito. En la Figura 6.3d se describe el principio de funcionamiento de un biosensor basado en cristales fotónicos.

2. Metodología para el Diseño de Guías de Onda Nanofotónicas

El diseño de guías de onda nanofotónicas para aplicaciones de biosensores consiste en la definición de las características físicas como la forma, los materiales y las dimensiones con el fin de obtener un determinado comportamiento en la propagación de la luz dentro del guía dependiendo de la aplicación y del método de sensado. Los transductores descritos en la sección 3 demandan la propagación de un solo modo, sin embargo, recientemente, han

propuestos métodos de sensado basados en la propagación de varios modos. En esta sección, se describe el proceso de diseño de guías de onda nanofotónicas monomodo que comúnmente se realiza con la herramienta de simulación COMSOL Multiphysics.

La metodología de diseño de un guía de onda nanofotónico en COMSOL Multiphysics está relacionado directamente con las fases del análisis numérico por el Método de Elementos Finitos (FEM, Finite Element Method): Definición de parámetros globales, definición de la geometría, definición de los materiales, definición del mallado, definición de la física, definición de los estudios a realizar y análisis de los resultados. A continuación, se describe detalladamente cada fase del diseño de un guía de onda tipo Strip con material polimérico en el núcleo y un substrato de Dióxido de Silicio.

2.1. Definición de Parámetros Globales

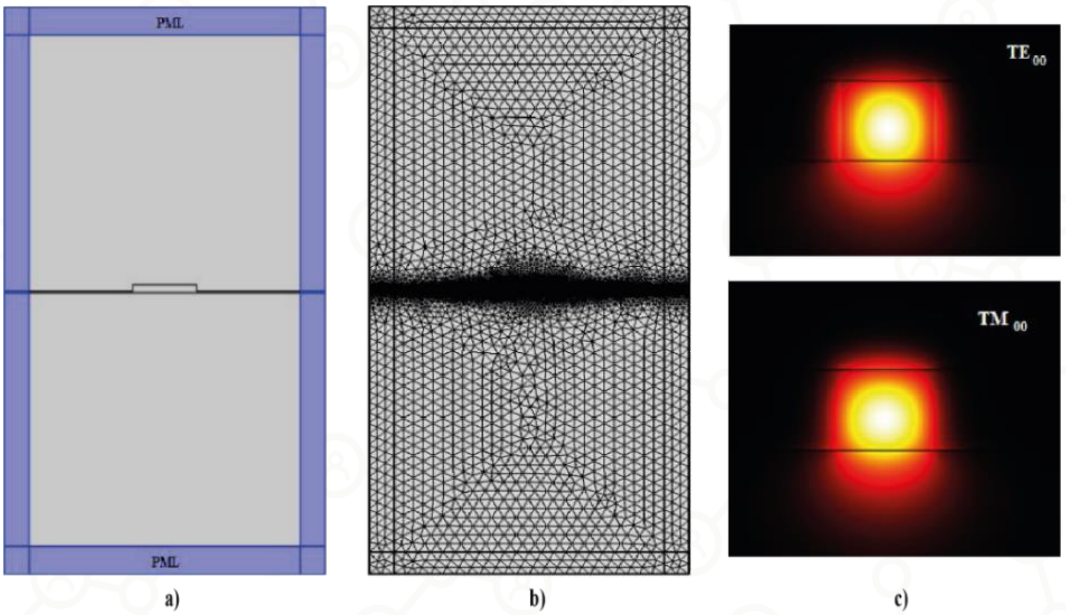
Se implementó un guía de onda tipo Strip como el descrito en la sección 1 y presentado en la Figura .b. Se utilizó el polímero SU-8 como el material del núcleo ($n = 1{,}57$) dado que es uno de los más utilizados para el diseño de circuitos integrados fotónicos con material polimérico, el substrato fue Dióxido de Silicio (SiO_2 – n=1,44) y el recubrimiento fue de aire (n=1,0). La base de substrato fue de 1 µm de espesor y el núcleo de $600\ nm$ de altura. La longitud de onda de operación fue $\lambda = 633\ nm$. El parámetro w corresponde al ancho del núcleo y en función de este se calcula el índice de refracción efectivo de la estructura, de modo que se pueda determinar el valor de w donde se garantice la operación monomodo y alta sensibilidad.

2.2 Definición de la Geometría

En la definición de la geometría se consideran dos aspectos importantes: la definición del espacio de simulación y la definición de la forma geométrica del guía de onda. En primer lugar, se define el espacio de simulación como un área con dimensiones específicas sobre la que se desarrollará la simulación de elementos finitos, para este caso se utilizó área de 10 x 20 µm. Alrededor de esta área siempre se debe crear una capa perfectamente acoplada (PML, Perfectly Matched Layer) para evitar reflexiones que afecten la propagación en el guía de onda tal como se aprecia en la Figura 6.3 El ancho de la PML corresponde a $\lambda/2$. En segundo lugar, se debe montar la geometría del guía de onda seleccionado, que en este caso consiste en un rectángulo que representa el núcleo del guía de onda Strip.

Figura 6.4

Fases del diseño de un guía de onda: ***a)*** *Espacio de simulación.* ***b)*** *Mallado.* ***c)*** *Análisis modal*



Nota: Elaboración propia.

2.3. Definición del Mallado

El mallado consiste en definir el tipo y tamaño de los elementos en los que se va a dividir la estructura implementada. En este punto, un aspecto a considerar es el tiempo de procesamiento que se relaciona directamente con la cantidad de elementos que se definan. Pocos elementos llevarán a obtener una solución con alto margen de error, mientras que, el exceso de elementos requerirá una alta capacidad y tiempo de procesamiento. En este sentido, se debe buscar un equilibrio en la cantidad de elementos que conformen el mallado. Para esto se recomienda diferenciar entre los tamaños de los elementos dentro del área de propagación de la luz, es decir, en el núcleo del guía de onda y los elementos del área externa que conforman el recubrimiento y substrato. A continuación, en las ecuaciones Ecuación 3 y Ecuación 4 se presenta una recomendación para definir el mayor tamaño de los elementos tanto en el núcleo como en la sección externa del guía de onda.

$$T_{max} = \frac{\lambda}{n_n} / 20$$

Ecuación 3 Tamaño máximo del enmallado en el núcleo.

$$T_{max} = \frac{\lambda}{n_c}/4$$

Ecuación 4 Tamaño máximo del enmallado fuera del núcleo

En las ecuaciones Ecuación 3 y Ecuación 4, n_n es el índice de refracción del núcleo del guía de onda, n_c corresponde al índice de refracción del recubrimiento del guía de onda y λ es la longitud de onda de operación. Las ecuaciones reflejan un menor tamaño en los elementos de la región del núcleo dado que es la zona donde se desea una mejor resolución.

2.4. Definición de la Física y Estudios para Realizar

La herramienta computacional Comsol Multiphysics tiene la capacidad de resolver y representar una amplia gama de fenómenos físicos gracias al método FEM. Algunos de los fenómenos físicos que se pueden trabajar en Comsol son: acústica, transferencia de calor, flujo de fluidos, electroquímica, semiconductores, estructuras mecánicas, radio frecuencia, óptica, entre otros. Dadas las características de este trabajo, se opera con la física óptica, específicamente la física de ondas electromagnéticas en el dominio de la frecuencia, ya que, en esta se puede realizar el estudio de propagación de modos en guías de onda ópticas como se pretende mostrar en este trabajo. Un ejemplo de la representación gráfica de la propagación de modos se ilustra en la **Figura 6.**Figura 6.3.c.

En la definición de los estudios a realizar, también se configura un proceso llamado "Parametric Sweep" en el cual se define la variación del parámetro *w* desde 0.2 hasta 3 µm en pasos de 0.2 µm, con el fin de analizar el comportamiento de la propagación de los modos dentro del guía de onda a medida que se varían sus dimensiones.

2.5. Análisis de Resultados Mediante Curvas de Sensibilidad

Determinar si el guía de onda diseñado es apropiado o no para un tipo de aplicación determinado se puede lograr mediante el análisis de la sensibilidad de la estructura. Esta medición depende del tipo de transductor que se desee implementar, para casos prácticos, en este trabajo se evalúa la sensibilidad considerando un transductor MZI como el descrito en la Sección 3 e ilustrado en la Figura 6.3b.

La sensibilidad de una estructura permite medir cambios en algún parámetro de propagación de la luz dentro del guía de onda a partir de cambios en el índice de refracción efectivo de la estructura inducidos por las interacciones que ocurren en el área sensora. Este

parámetro se conoce como sensibilidad volumétrica o sensibilidad en Bulk (S_{Bulk}). Por ejemplo, la ecuación Ecuación 5 permite calcular la sensibilidad a partir de las mediciones de la variación de fase a la salida de un MZI a partir de pequeñas variaciones en el índice de refracción del recubrimiento.

$$S_{Bulk} = \frac{\partial(\Delta\Phi)}{\partial n_{clad}} = \frac{2\pi L}{\lambda}\eta_{bulk} \qquad \text{Ecuación 5 Sensibilidad Volumétrica}$$

En la ecuación Ecuación 5 n_{clad} es el índice de refracción del recubrimiento, L es la longitud del área sensora y η_{bulk} es la sensibilidad intrínseca que se calcula mediante la ecuación Ecuación 6:

$$\eta_{Bulk} = \frac{\partial(\Delta n_{eff})}{\partial n_{clad}}; \Delta n_{eff} = n_s - n_r \qquad \text{Ecuación 6 Sensibilidad Intrínseca}$$

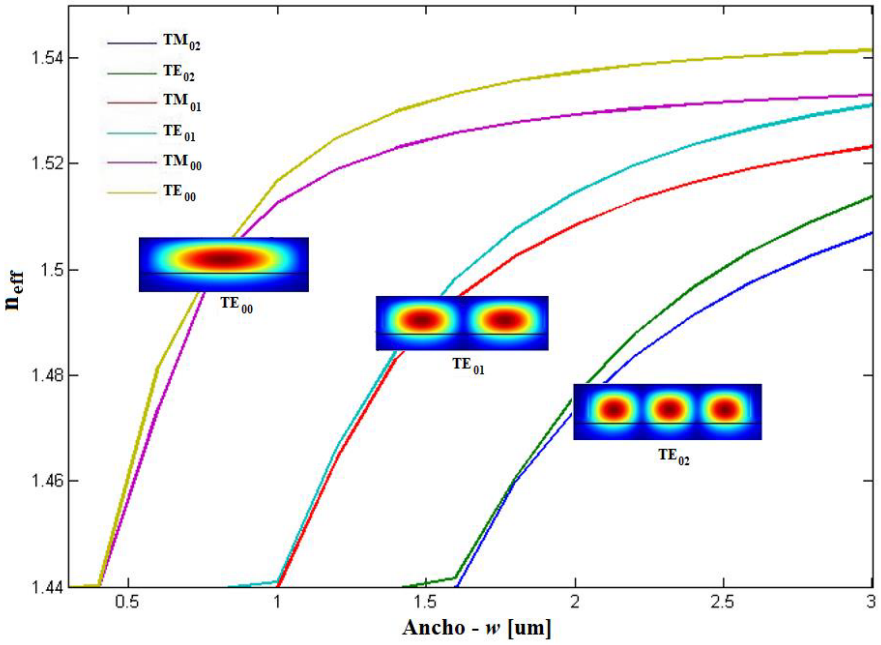
En la ecuación Ecuación 6 n_s y n_r son los índices de refracción efectivo del brazo de sensado y el brazo de referencia respectivamente.

3. Resultados y Discusión

En el proceso de diseño de un guía de onda nanofotónico es fundamental definir correctamente la anchura del guía de onda, de modo que se seleccione una medida en la que se garantice la propagación de solo el modo fundamental y además se trabaje en una zona de alta sensibilidad en cuanto al índice de refracción efectivo de la estructura. Para lograr esto, se debe realizar un análisis de propagación modal en la herramienta COMSOL Multiphysics en el que se obtienen los valores de índice de refracción efectivo de cada uno de los modos que se propagan en relación con el ancho del guía de onda. A mayor ancho más modos se propagarán en la estructura. Este comportamiento se ve reflejado en la Figura 6.5 en la que se presentan las curvas de cuttoff, como son conocidas las curvas de índice efectivo versus ancho del guía de onda.

Figura 6.5

Curvas de análisis modal para un guía de onda tipo Strip con núcleo de SU-8 y 600 nm de espesor.



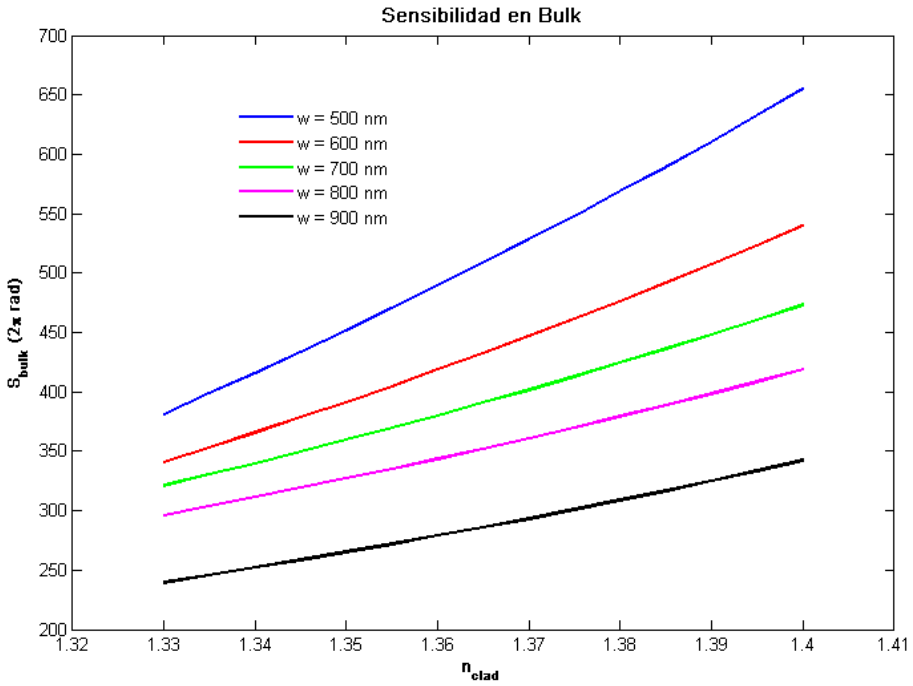
Nota: Elaboración propia.

En las curvas presentadas en la Figura 6.5 se puede inferir los valores que se deben asignar al ancho (w) del guía de onda en discusión dependiendo de la cantidad de modos que se desean propagar. Por ejemplo, se evidencia que los modos fundamentales transversal eléctrico y transversal magnético, TE_{00} y TM_{00} respectivamente, aparecen a partir de 500 nm aproximadamente y se mantienen solos en la propagación hasta 1 µm donde empiezan a aparecer los modos de primer orden TE_{01} y TM_{01}. Es decir que, para garantizar la propagación monomodo en el guía de onda, el ancho máximo que se puede utilizar es 1 µm.

Por otro lado, en el diseño de guías de onda para aplicaciones de biosensores se debe seleccionar un ancho (w) donde se presente una alta variación del índice de refracción efectivo, es decir, se debe seleccionar la sección de la curva que presente la mayor pendiente de modo que leves cambios de índice de refracción en el área sensora representen cambios significativos en la señal óptica propagada. En el caso de las curvas presentadas en la Figura **6.5** 6.5, el ancho apropiado para una propagación monomodo y con alta variación del índice de refracción efectivo estaría entre 600 y 700 nm. Esto se podría verificar analizando las curvas de sensibilidad volumétrica que se muestran en la Figura 6.6

Figura 6.6

Sensibilidad Volumétrica para diferentes anchos del guía de onda tipo Strip polimérico.



Nota: Elaboración propia

Las curvas mostradas en la Figura 6.6 se obtuvieron mediante las ecuaciones *Ecuación 5* y Ecuación 6 descritas en la sección 0. Cada curva representa la variación de fase en la salida de la estructura interferométrica dependiendo de pequeñas variaciones en el recubrimiento (Cladding) del guía de onda. En la gráfica se observan variaciones entre 1.33 hasta 1.4 con lo que se obtuvo valores de sensibilidad entre 250 y 650 $[2\pi\ rad]$ para diferentes anchuras del guía de onda (entre 500 y 900 nm). De acuerdo con los resultados, la mejor sensibilidad se obtiene con $w = 500\ nm$, sin embargo, al correlacionar este valor con la gráfica del análisis modal de la Figura 6.5, en este punto apenas está naciendo el modo fundamental TE_{00}, razón por la cual, no es recomendable trabajar en este punto. Bajo esta misma perspectiva, el valor adecuado de *w* estaría entre 600 y 700 nm. De esta manera, finalizaría el proceso de diseño del guía de onda nanofotónico para aplicaciones de biosensores. Este mismo criterio se utilizó en el diseño de un biosensor de alta sensibilidad usando materiales poliméricos y monocapas de grafeno publicado recientemente por los autores de este trabajo en la revista científica internacional de alto impacto *Polymers* (Portes et al., 2021).

4. Conclusiones

En este trabajo se presentó el proceso de diseño de un guía de onda nanofotónico tipo Strip usando el polímero SU-8 como su componente central con la capacidad de operar en la región monomodo y la de mayor variación del índice de refracción efectivo con el fin de ser usado en el desarrollo de transductores fotónicos para aplicaciones de biosensores. Este trabajo, además de presentar resultados en el diseño de un guía de onda polimérico, constituye una guía introductoria para estudiantes e investigadores que quieran incursionar en el área del diseño e implementación de circuitos integrados fotónicos que son la base de aplicaciones como la computación fotónica, el desarrollo de componentes para las comunicaciones ópticas y los biosensores fotónicos que actualmente son poco conocidos y trabajados en la región y el país pero que a nivel internacional están en auge.

Se logró el diseño de un guía de onda tipo Strip de 600 por 700 nm de SU-8 sobre un substrato de SiO_2. La sensibilidad en Bulk de la estructura oscila entre 320 y 450 $[2\pi\ rad]$ para variaciones de índice de refracción en el área sensora entre 1,33 y 1,4. Estos valores de sensibilidad no son muy elevados comparado con la plataforma de silicio dado el bajo contraste entre el SU-8 y el substrato, sin embargo, los mismos autores han demostrado una técnica para mejorar este parámetro en las estructuras poliméricas mediante la inserción de monocapas de grafeno como se evidencia en (Portes et al., 2021).

5. Referencias Bibliográficas

Chung, C.-J., Xu, X., Pan, Z., Mokhtari-Koushyar, F., Wang, R., Yan, H., Subbaraman, H., & Chen, R. T. (2018). Silicon-Based Hybrid Integrated Photonic Chip for Ku band Electromagnetic Wave Sensing. *Journal of Lightwave Technology*, *36*(9), 1568–1575. https://doi.org/10.1109/JLT.2017.2784382

Cunningham, B. T., Zhang, M., Zhuo, Y., Kwon, L., & Race, C. (2016). Recent Advances in Biosensing With Photonic Crystal Surfaces: A Review. *IEEE Sensors Journal*, *16*(10), 3349–3366. https://doi.org/10.1109/JSEN.2015.2429738

Díaz Tormo, A. (2012). *Diseño e Implementación de Sensores en Cristales Nanofotónicos*.

Estevez, M. C., Alvarez, M., & Lechuga, L. M. (2012). Integrated optical devices for lab-on-a-chip biosensing applications. *Laser & Photonics Reviews*, *6*(4), 463–487. https://doi.org/10.1002/lpor.201100025

Gavela, A. F., García, D. G., Ramirez, J. C., & Lechuga, L. M. (2016). Last advances in silicon-based optical biosensors. *Sensors (Switzerland)*, *16*(3), 1–15. https://doi.org/10.3390/s16030285

González, A. B. (2012). *Bimodal waveguide interferometer device based on silicon photonics technology for label-free and high sensitive biosensing*. Universidad Autonoma de Barcelona.

Justino, C. I. L., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. A. P. (2017). Recent Progress in Biosensors for Environmental Monitoring: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *17*(12). https://doi.org/10.3390/s17122918

Liang, Y., Zhao, M., Wu, Z., & Morthier, G. (2019). Bimodal Waveguide Interferometer RI SensorFabricated on Low-Cost Polymer Platform. *IEEE Photonics Journal*, *11*(2), 1–8. https://doi.org/10.1109/JPHOT.2019.2900741

Long, F., Zhu, A., & Shi, H. (2013). Recent advances in optical biosensors for environmental monitoring and early warning. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *13*(10), 13928–13948. https://doi.org/10.3390/s131013928

Patel, P. N., Mishra, V., & Mandloi, A. S. (2010). Optical biosensors: Fundamentals & Trends. *Journal of Engineering Research and Studies JERS*, *1*(1), 15–34.

Pelli, P. N. (2016). *Tecnologías en circuitos fotónicos integrados*.

Portes, A. V. R., Martins, A. J. L., Guerrero, J. A., Carvalho, M. M., Amaya-Fernandez, F. O., Saito, L. A. M., Ramirez, J. C., Martins, A. J. L. ;, Guerrero, J. A. ;, Carvalho, M. M. ;, Amaya-Fernandez, F. O. ;, Saito, L. A. M. ;, & Ramirez, J. C. (2021). Electro-Optical Biosensor Based on Embedded Double-Monolayer of Graphene Capacitor in Polymer Technology. *Polymers 2021, Vol. 13, Page 3564*, *13*(20), 3564. https://doi.org/10.3390/POLYM13203564

Steglich, Patrick; Pulwer, Silvio; Villringer, Claus; Bauer, Joachim; Heinrich, Friedhelm; Dietzel, Birgit; Mai, A., & Schrader, S. (2016). *Photonic devices for future chip-integrated biosensors*.

Washburn, A. L., & Bailey, R. C. (2011). Photonics-on-a-chip: Recent advances in integrated waveguides as enabling detection elements for real-world, lab-on-a-chip biosensing applications. *Analyst*, *136*(2), 227–236. https://doi.org/10.1039/c0an00449a

Diseño de una Metodología para la Determinación de Necesidades Sociales, Formativas y los Planes de Fortalecimiento Requeridos por el Entorno Laboral Regional

Design of a Methodology for the Determination of Social and Training Needs and Strengthening Plans Required by the Regional Labor Environment

Arámbula García, Claudia Ivonne [1+]. González García, Zaydeé Jahel [1]. Rodríguez Manasse, Olga Victoria [1]. Romero-Gélvez, Jorge Iván [1]. & Avendaño Sánchez, Maryorie Angélica [1]

[1]*Universidad d*e Santander UDES, Cl. 11A Nte. #3-19, Cúcuta, Norte de Santander Colombia; (Tel: (+57)(607)5791008; e -mail: cl.arambula@mail.udes.edu.co, zay.gonzalez@mail.udes.edu.co ol.rodriguez@mail.udes.edu.co, jor.romero@mail.udes.edu.co, ma.avendano@mail.udes.edu.co)

Introducción

Las competencias adquiridas en la educación universitaria son un asunto critico en el desarrollo económico y social de una comunidad, lo cual plantea una fuerte discusión en la planificación académica sobre cuáles pueden ser las estrategias que permitan impactar positivamente en el desarrollo de habilidades que puedan contribuir a la mejora de calidad de vida de las personas y la sociedad. Lo anterior, con el agravante de un vertiginoso cambio en la tecnología, la cultura y la sociedad. El capítulo analiza la literatura pertinente al rol de las universidades y los programas de pregrado en un proceso disruptivo de planificación académica y actualización curricular. Primero, se muestran las consecuencias de la disrupción en la educación superior generando cambios constantes en las prioridades de planificación académica. Luego, se muestran métodos propuestos por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y SCUP (Society for College and University Planning) para identificar las prioridades del sector externo en cuanto a habilidades provistas en la comunidad universitaria, finalmente se concluye el marco teórico con un apartado sobre como incluir la opinión de los grupos de interés. Posteriormente, se propone una metodología lineal para determinar necesidades sociales, formativas y los planes de fortalecimiento curricular para suplir estas necesidades. Finalmente, se desarrolla una discusión respecto a la metodología propuesta en relación con su despliegue en las instituciones de educación superior.

1. Marco teórico

1.1. La disrupción y el papel de la planificación integrada en la educación superior

La sociedad para planeación universitaria (2022) define la planificación integrada en las instituciones de educación superior como un enfoque sostenible que construye relaciones alinea la organización y enfatiza la preparación para el cambio. Es también, tanto un modelo general de alineación, como un proceso de planificación dentro de cada uno de los componentes de la institución, lo cual sin duda es un enfoque necesario para abordar de manera estructurada cambios en la dinámica de la educación superior. Dinámica, que plantea inconvenientes al momento de adaptar la comunidad universitaria a las disrupciones presentes en el desempeño académico.

Una disrupción es definida como un cambio drástico sobre un paradigma establecido, que vista a través del tiempo han generado cambios desde los cimientos teóricos del sistema educativo, hasta las políticas y procedimientos desarrollados por el sistema de gobierno al cual pertenece. Sin embargo, aunque en una realidad dinámica siempre se generan disrupciones, existen momentos cuando todo parece acelerarse. En años recientes, es posible destacar dos disrupciones que llevaron a un crecimiento tecnológico por encima de la capacidad de adaptación que poseen los seres humanos. La primera que se quiere destacar ocurre en 2007 con el desarrollo del iPhone junto al mercado de aplicaciones móviles (Norris et al., 2021); lo que derivó en generación y consumo de contenido digital el cual crece de manera rampante en nuestros días. La segunda, ocurrió en 2020 donde producto de la pandemia por COVID-19 las organizaciones se vieron obligadas a digitalizar sus operaciones de forma acelerada; en el contexto educativo, el impacto inmediato se reflejó en cierre de instituciones y proveer a sus estudiantes de una interfaz de interacción digital (Watermeyer et al., 2021). La disrupción siempre estará presente, pero el ritmo en que este ocurre se acelera constantemente a causa de factores de riesgo como: la convergencia tecnológica, la globalización y el cambio climático (Friedman, 2016).

El proceso de diseño y actualización curricular en los programas de pregrado no es ajeno a las condiciones dinámicas de la sociedad y la economía, la normativa estatal en acreditación exige a los programas académicos pertinencia del currículo con aspectos sociales

y económicos. Se requiere entonces seguir un proceso de transformación institucional. P Eckel (2006) sugiere que este cambio debe ser sobre supuestos subyacentes, comportamientos institucionales, procesos y productos de manera profunda, debe ser intencional y debe ocurrir con el tiempo. Prever las disrupciones entonces, permitirá una mayor adaptación institucional ante el cambio y una forma de proveer en los programas un currículo abierto mediante múltiples canales de distribución desplegados por variados modos de aprendizaje. Es aquí, donde la planificación integrada cobra importancia en búsqueda de preparación ante el cambio.

1.2. Planificación estratégica y Planificación Académica

Dentro de la planeación integrada, se destacan los procesos de planificación estratégica y planificación académica, siendo el primero necesario para definir directrices institucionales y el segundo para responder a las incógnitas sobre los estudiantes, los programas, la imagen y el éxito de la institución. Analizamos primero, como se articula la planeación estratega en las instituciones y luego la relación entre la planificación académica y las relaciones de la universidad con el entorno, como sigue.

1.2.1 Planificación estratégica en la educación superior

Para hacer frente a las disrupciones sobre el modelo educativo institucional, se busca desarrollar políticas y procesos que puedan prever y adaptarse al cambio, siempre bajo la norma de regulación que cada Estado tenga vigencia. Una práctica habitual es adaptar modelos organizaciones que han sido efectivos en la industria, para gestionar la continuidad de las instituciones educativas en el tiempo; un ejemplo claro de esto es la revolución en gestión de la educación superior a partir del trabajo propuesto por Keller (1983) cambiando la planificación a largo plazo con objetivos únicamente presupuestales y fiscales por una planificación que busca ser el puente entre la misión y la visión de la institución de educación superior. De acuerdo con Hinton (2012) la planificación en la educación superior ganó importancia a partir de las fluctuaciones en las inscripciones y cambios constantes en la demografía de los estudiantes lo cual influyó considerablemente en la financiación de las instituciones. La planeación académica ha sufrido de grandes transformaciones, pasando de unos esfuerzos iniciales al producir documentación con poca o nula implementación a ganar una aceptación total a nivel estatal e institucional; a términos que, hoy en día las condiciones de acreditación responden a la evaluación de estándares y la medición constante de los resultados del aprendizaje.

1.2.2 Planificación académica y necesidades del mercado laboral

La planificación académica en la educación superior describe los objetivos académicos generales, los plazos y las acciones para hacer coincidir la misión de una institución con las necesidades de los alumnos (Middaugh, 2011). Y, adicionalmente incluyendo la pertinencia con las necesidades del entorno. No hay duda de que la relación "universidad – industria" es necesaria para suplir necesidades presentes en la sociedad. Esta relación está presente en el desarrollo de las funciones sustantivas de las instituciones de educación superior, desde promover agendas conjuntas de investigación, hasta la confección de habilidades medias en el currículo de los planes profesionales. Existen variados ejemplos que muestran la falta de coordinación entre estos agentes, implicando falta de preparación en habilidades necesarias en el mercado laboral; lo cual sucede en todas las profesiones, Kim & Shin (2022) lo exponen en enfermería, Harry & Chinyamurindi (2022) lo analizan en profesiones agrícolas, Gupta et al. (2022) también hacen énfasis en operaciones logísticas, y es mucho más relevante en instituciones en las que prima un carácter técnico en la formación de los estudiantes como profundiza Gavazzi (2015). Lograr esta coordinación y tender un puente que cierre la brecha entre las necesidades de las organizaciones industriales y las organizaciones de educación superior no es tarea fácil; sin embargo, existen casos de éxito muy notables a nivel de programas académicos, uno de ellos es presentado por Booth & Dehay (2016) , quienes dan una aproximación a la integración de componentes estratégicos del programa con el medio y Clauson & Sheth (2017) quienes muestran la evolución hacia un nuevo paradigma de aprendizaje basado en las necesidades industriales. Muchos trabajos del futuro requerirán habilidades medias (técnicas) para un desempeño acorde a lo esperado por la industria; situación que tanto universidades, como proveedores de educación informal han aprovechado para llevar a las personas formación en habilidades específicas mediante plataformas online como Edx, Coursera, Udemy, Platzy, entre otras. Por ello, es necesario para las instituciones de educación superior, actualizar constantemente el contenido curricular para generar resultados de aprendizaje acorde a la misión de la universidad, pero tomando en cuenta las necesidades del mercado laboral.

1.3. Métodos para identificar las necesidades del mercado laboral

En términos prácticos, recolectar la opinión de agentes interesados es muchas veces una tarea compleja; con mayor atención, cuando los intereses y el poder de negociación de cada

gente no se encuentran en igualdad. En este caso particular, donde se hace referencia a la relación entre las instituciones de educación superior y la industria, se debe buscar una amplia aceptación de las partes interesadas.

1.3.1. Métodos propuestos por la OCDE

Pisciotti (2021) propone tres métodos para mapear las necesidades del mercado laboral:

Comités inter-instruccionales: que incluyan agremiaciones, en representación del sector socio-productivo, los estudiantes, egresados, expertos sectoriales, entre otros.

Convenios Universidad, Gobierno, Empresa: Convenios para compartir información privada desarrollado de manera directa con el gobierno departamental, cámaras de comercio, asociaciones, agencias públicas de empleo y agremiaciones.

Simulación disciplinar: Laboratorios especializados para prácticas en las empresas.

Si bien, estos métodos ayudan a reducir la brecha entre universidad y empresa, hay que notar cambios en parámetros demográficos, geográficos y económicos que permean el desarrollo de nuevas habilidades necesarias en los trabajos futuros. En esencia, cualquier técnica o método para incluir la opinión de los grupos de interés, mejorara la percepción que tienen sobre el proceso de decisión; pero, no se deben desconocer factores exógenos que puedan generar disrupciones en el mercado laboral y por ende en las habilidades necesarias de los profesionales.

1.3.2. Métodos propuestos por la SCUP

Escaneo ambiental Regional: El escaneo ambiental se refiere al seguimiento y análisis de tendencias internas y externas que pueden afectar el éxito actual y futuro de la organización. Se sugiere considerar los siguientes aspectos:

- **Demografía:** a nivel local, regional, nacional y cada vez más a nivel internacional.
- **Gobierno:** Institucional, local, regional y nacional.
- **Economía:** local, regional, nacional e internacional.
- **Mercado laboral:** demanda en campos relevantes y las habilidades asociadas deseadas por los empleadores.

- **Tecnología:** Cambios tecnológicos
- **Investigación:** Financiamiento, intereses, estructuras y tendencias

En este ítem, se sugiere que se desarrollen indicadores para seguir cada una de las variables presentadas anteriormente en el tiempo.

1.4. Búsqueda de consenso en grupos de interés

La toma de decisiones grupales, presenta un problema complejo por incorporar a múltiples agentes interesados con prioridades individuales (Saaty & Peniwati, 2008). Es decir, cada agente o grupo de interés posee una perspectiva de importancia diferente sobre cada aspecto; la comunidad universitaria por ejemplo, dará más importancia al proceso de formación y a la rigurosidad temática al desarrollar las habilidades de los alumnos mientras que el sector industrial dará mayor prioridad a aspectos técnicos y habilidades en la formación universitaria. Para lograr acuerdos entonces, se debe seguir un proceso estructurado que incluya las opiniones de todos los agentes y que muestre los puntos de acuerdo y desacuerdo que tienen.

1.4.1. Toma de decisiones grupales y consenso

Según Dong & Xu (2016) desde una perspectiva macro, toda sociedad moderna es mayoritariamente un problema de decisiones grupales, donde dos enfoques prácticos son: los modelos de votación habitualmente utilizados en política y los mecanismos de mercado aplicados en cuestiones económicas. Un problema de toma de decisiones en grupo (GDM) se refiere a buscar soluciones colectivas fusionando la opinión individual de varios tomadores de decisiones o partes interesadas. También, podemos verlo como la relación entre opiniones individuales agregadas, el cual puede ser definido como.

$$F(op^1, op^2, \ldots op^n) = op^c, \qquad (1)$$

Donde el conjunto **op** refleja la opinión de **n** decisores o grupos de interés involucrados en el problema.

Existen una gran variedad de métodos formales para agregar las decisiones de los interesados (Pomerol & Barba-Romero, 1997). Para la propuesta metodológica descrita en el acápite 2 se utiliza un método llamado suma ponderada por su practicidad y fácil implementación, el cual se describe a continuación.

1.4.2. Método de la suma ponderada

Para la propuesta metodológica descrita en el acápite 2 se utiliza un método llamado suma ponderada por su practicidad y fácil implementación, el cual se describe a continuación.

Suma ponderada es el método más popular en problemas de toma de decisiones y la mejor alternativa se puede derivar mediante la siguiente ecuación:

$$A = \{u_i(\boldsymbol{x}) \,|\, \max_i u_i(\boldsymbol{x})|\ i = 1,2,\ldots,n\}, \quad (2)$$

$$u_i(\boldsymbol{x}) = \sum_{j=1}^{n} w_j r_{ij}(\boldsymbol{x}), \quad (3)$$

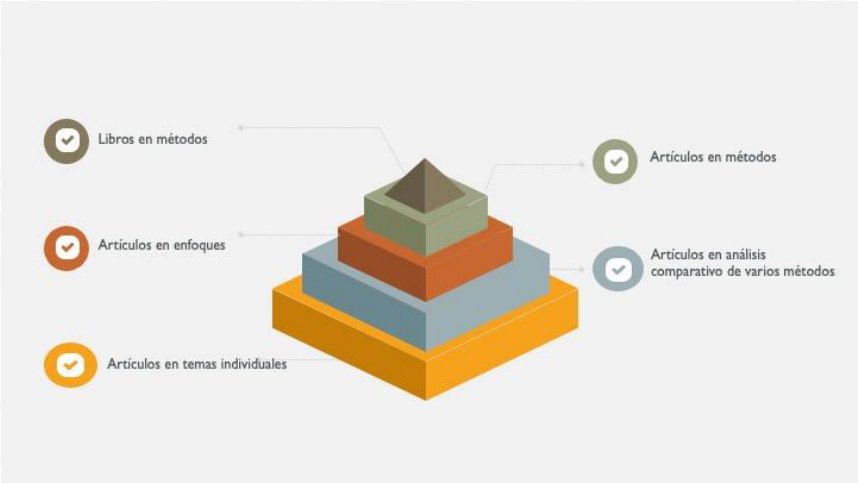
Donde $u_i(X)$ denota la utilidad de la i-ésima alternativa, i = 1,2,…,n; w_j denota los pesos del j-ésimo criterio; $r_{ij}(x)$ son las calificaciones preferidas normalizadas de la i-ésima alternativa con respecto al j-ésimo criterio para todas las unidades conmensurables; y se supone que todos los criterios son independientes.(Tzeng & Huang, 2011).

2. Metodología

2.1. Diseño metodológico de revisión bibliográfica sistemática

La revisión bibliográfica se desarrolla bajo el consenso de los autores sobre la ecuación de búsqueda *"university AND curriculum AND competence AND needs"* en la base Scopus el 15 julio de 2022 bajo el esquema de consulta en la Figura 7.1

Figura 7.1
Pirámide de 5 pasos en la revisión



Nota: Desarrollo propio

2.1.1. Desarrollo de revisión sistemática

Documentos. Se revisa la base científica de Scopus con la ecuación de búsqueda mostrada en el anterior acápite dando como resultado un total de 2029 documentos, con una tasa de crecimiento del 8.55% anual. El resultado de la búsqueda puede consultarse online en el siguiente enlace. La estructura documental puede verse a continuación en las Tablas 1 y 2.

Tabla 7.1

Cantidad de documentos en cada peldaño de la pirámide de 5 pasos

Base	Temas individuales	Análisis Comparativo	Artículos en enfoques	Métodos	Libros
Scopus	1487	173	9	5	9 libros y 42 capítulos

Nota: Desarrollo propio

Tabla 7.2

Documentos más citados globalmente

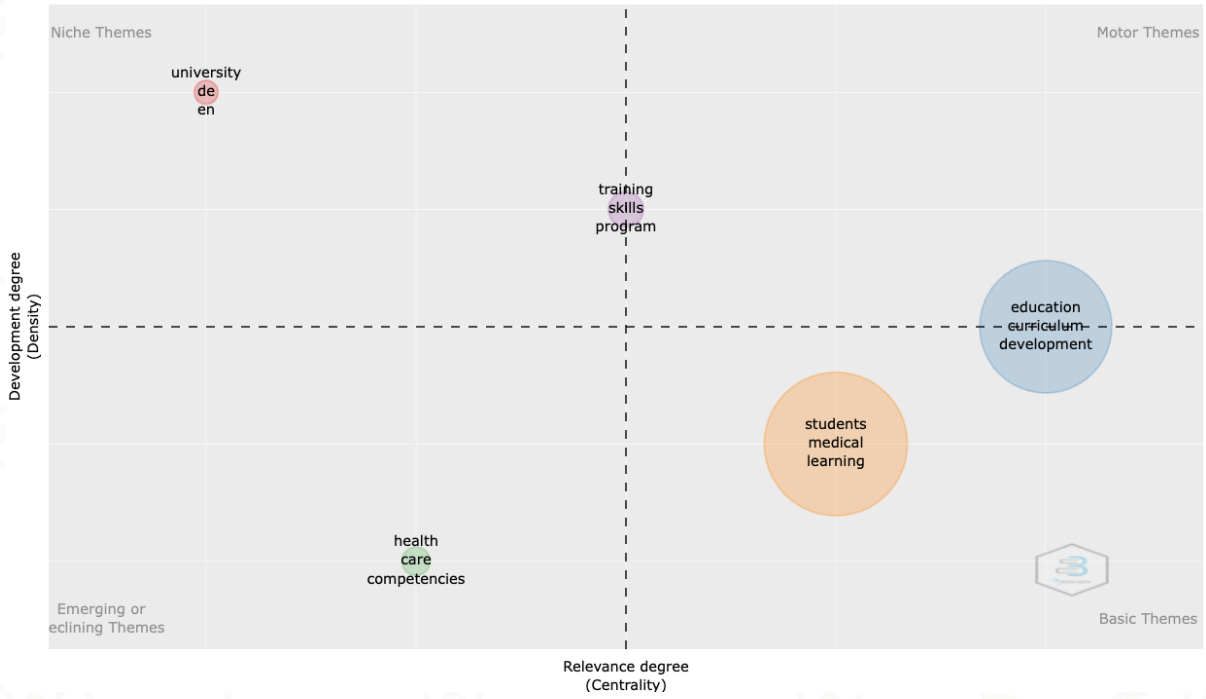
Documento	DOI	Citas
GREENBERG MT, 1995, DEV PSYCHOPATHOL	10.1017/S0954579400006374	564
BRIDGES DR, 2011, MED EDUC ONLINE	10.3402/meo.v16i0.6035	487
KUMAGAI AK, 2009, ACAD MED	10.1097/ACM.0b013e3181a42398	384
CYRANOSKI D, 2011, NATURE	10.1038/472276a	260
JOGERST K, 2015, ANN OF GLOBAL HEALTH	10.1016/j.aogh.2015.03.006	167
ISSENBERG SB, 2008, PERSPECT BIOL MED	NA	154
ARMITAGE G, 2003, J NURS MANAGE	10.1046/j.1365-2834.2003.00359.x	154
SUBBARAO I, 2008, DISASTER MED PUBLIC HEALTH PREPAREDNESS	10.1097/DMP.0b013e31816564af	140
GORDON C, 2002, BR J EDUC PSYCHOL	10.1348/00070990260377488	134
MARKENSON D, 2005, ACAD MED	10.1097/00001888-200506000-00002	124

Nota: Desarrollo propio

2.2. Marco temático para el diseño de una metodología de determinación de necesidades sociales y formativas

Con relación al estudio documental se utiliza el software: R-Bibliometrix para visualizar una evolución de los temas de forma general, el criterio de centralidad hace referencia a la cercanía que tienen las palabras clave de los escritos.

Figura 7.2
Mapa temático de cercanía temática.



Nota: Desarrollo propio a partir de R-Bibliometrix

Aunque los documentos de mayor impacto están presentes en el ámbito de ciencias de salud, el tema motor es de forma general y actúa sobre la educación de manera genérica, tal como puede verse en la Figura 7.2. Por lo tanto, la exploración se realizó centrada en una visión general de las competencias

3. Resultados

3.1.Metodología para fortalecer la pertinencia de los programas de pregrado

Se propone un desarrollo metodológico lineal en cuatro fases como puede verse en la Figura 7.3 a continuación. En la primera, un análisis de la situación actual del programa y su

grado de cumplimiento con los objetivos trazados en la planeación institucional. En la segunda escanear el entorno externo para determinar tendencias más amplias que afectarán las actividades sustantivas del programa. En la tercera, reunir la opinión amplia de las partes interesadas, tomando en cuenta los actores que forman cada grupo de interés, como agentes con intereses propios. Finalmente, en la última etapa se desarrollan los planes de acción para actualización curricular.

Figura 7.3

Metodología para fortalecer la pertinencia de los programas de pregrado.



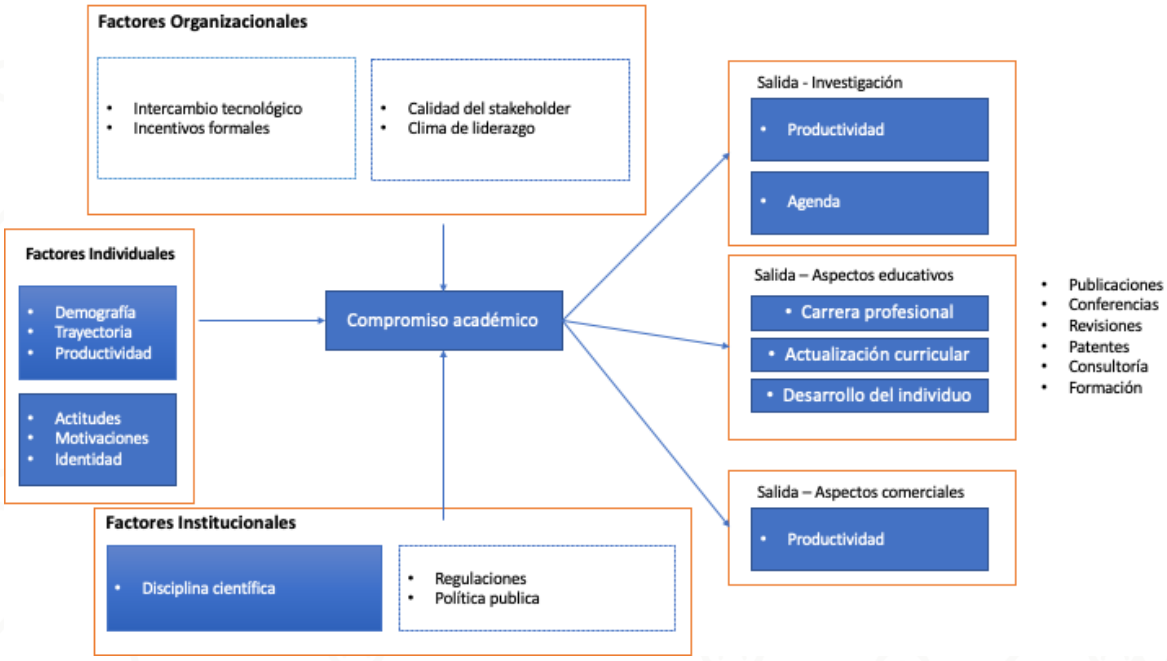
Fuente: Desarrollo Propio

3.2. Efectividad Institucional

La efectividad institucional se refiere a en nivel de relación que tienen las actividades de la institución con su misión. En la Figura 7.4 se desarrolla un esquema en torno al compromiso institucional que se debe mantener para lograr relaciones exitosas con el medio. Los factores organizacionales, hacen referencia a factores del grupo de interés industrial con los cuales se debe tener especial atención. Los factores institucionales son propios de la universidad y los factores individuales deben estudiarse para todos los grupos de interés.

Figura 7.4

Interacción en la efectividad institucional del programa académico



Fuente: Desarrollo adaptado de (Perkmann et al., 2013)

Un especial énfasis en el desarrollo de indicadores sobre el requerimiento de estos factores lograra cumplir los intereses particulares de cada grupo de interés; podemos hacer énfasis en investigación, educación y aspectos comerciales. Estos indicadores pueden incluir problemas internos y tendencias que son inherentes a la institución, como problemas de presupuesto, matricula, fondos y rotación de personal.

3.3. Escaneo ambiental regional

Paso 1: Determinar las fuentes y flujos de información necesarias para un análisis comparativo del programa, habilidades y tendencias de formación en el campo académico y profesional.

Paso 2: Se deben consultar las fuentes externas y realizar indicadores para determinar el estado actual de las necesidades de formación y como afectan las variables: demografía, gobernabilidad, economía, mercado laboral, tecnología e investigación.

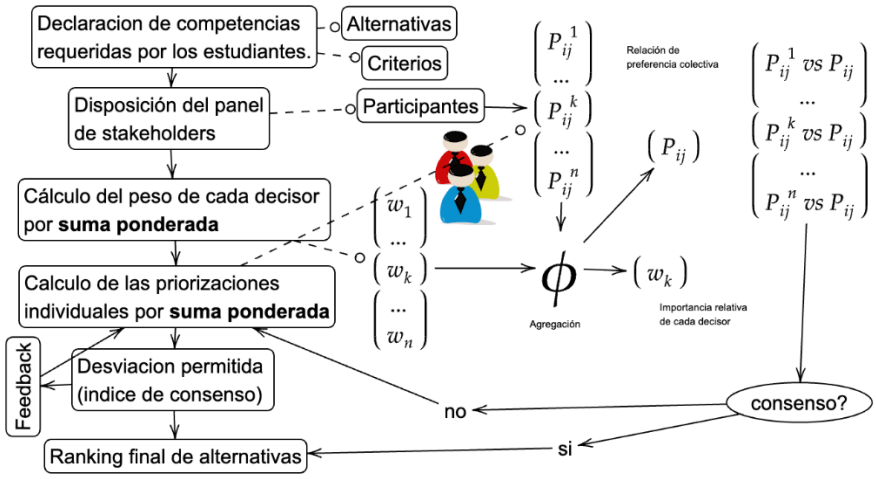
Paso 3: Realizar seguimiento y control a los indicadores desarrollados.

3.4 Reunir la opinión de las partes interesadas

Un aspecto clave, es que cada uno de los participantes pueda sentir que su opinión fue tomada en cuenta para el desarrollo del proceso de priorización. En este caso específico nos referimos a la priorización sobre las habilidades necesarias que pueden reducir la brecha entre la preparación de los egresados y los requerimientos de las organizaciones industriales. Para agregar la opinión de los participantes en el proceso se sugiere utilizar una aproximación de toma de decisiones multicriterio mediante una técnica de agregación de suma ponderada. El desarrollo puede evidenciarse en la Figura 7.5 a continuación.

Figura 7.5

Desarrollo de la Agregación de opiniones



Fuente: Desarrollo propio a partir de (Romero-Gelvez & Garcia-Melon, 2016)

Paso 1: Aplicar suma ponderada a cada agente interesado para priorizar

La suma ponderada hace referencia a la ordenación de cada una de las habilidades según la importancia percibida por cada uno de los participantes en el proceso.

Paso 2: Calcular el consenso

Se calculará el consenso como la desviación de cada participante sobre la media aritmética de tomas las valoraciones y se establecerá un límite para agregar su opinión con el resto de los participantes y lograr un consenso alrededor del 80% de las opiniones de los participantes.

Dependiendo de cada situación específica se puede variar tanto la escala como el nivel de acuerdo que se quiera conseguir, siempre teniendo claro las tendencias recolectadas en el escaneo ambiental.

3.5 Planes de acción

En esta última etapa se plantea la realización de planes de acción sobre los acuerdos generados en la etapa anterior, estos planes de acción deben ser medibles y cuantificables en el uso de recursos, personal y tiempo de implementación. Los planes de acción deben ser construidos de tal forma que se pueda llegar a los profesores, quien es el final son el puente entre los requerimientos en términos de habilidades y el desarrollo de estas a partir de la formación en el programa académico.

4. Análisis y discusión de resultados

La propuesta metodológica se estructura como un arquetipo genérico que puede ser implementada por cualquier programa de educación superior. Lo anterior, con ayuda de una infraestructura tecnológica que permita recopilar y tratar la información seleccionada en poco tiempo. Adicionalmente, el uso del modelo como un arquetipo de implementación constante debe mantener directrices establecidas mediante escaneo ambiental y evaluación de las condiciones actuales del programa y/o la institución universitaria. Se determina, que la mejor forma de actualizar las necesidades del sector externo es a través de un escaneo ambiental siendo el proceso más aceptado en la práctica (Hinton, 2012).

Es importante resaltar también que, aunque las instituciones tecnológicas tienen mayor interés sobre el cambio en las habilidades para desempeño laboral, las instituciones de educación superior deben dar prioridad igualmente a la construcción de estas habilidades a razón de los cambios constantes en la demanda de habilidades laborales a corto plazo tal como lo expresan sus autores en (Booth & Dehay, 2016; Clauson & Sheth, 2017; Gavazzi, 2015; Harry & Chinyamurindi, 2022). Finalmente, se determina que la pertinencia de los programas puede mantenerse mediante una gestión constante de las disrupciones presentes en el sector externo mediante un proceso estructurado de planeación académica.

5. Conclusiones

Los cambios acelerados presentes en la planeación académica y en general en el desarrollo dinámico de la educación superior, deben ser abordados de manera estructurada mediante sistemas integrados de planeación que permitan adaptarse a los cambios constantes en el mercado. Ante los cambios constantes, es necesario revisar constantemente la pertinencia del currículo y cambiar la planeación académica que generalmente puede tener un horizonte de tres años, por un horizonte semestral; lo anterior, teniendo en cuenta planes de acción a corto, mediano, y largo plazo que serán actualizados conforme a los cambios que se identifique en los requerimientos sobre competencias laborales que tenga la industria.

Para llevar a cabo el proceso de identificación de necesidades del mercado laboral sobre las habilidades de los egresados, se debe realizar un proceso constante de actualización de currículo que incluya la opinión de la institución de educación superior junto a la opinión de la industria. Así mismo, se determina que la pertinencia de los programas puede mantenerse mediante una gestión constante de las disrupciones presentes en el sector externo mediante un proceso estructurado de planeación académica.

6. Referencias Bibliográficas

Anamaría Pisciotti Ortega. (2021). *Estrategia para fortalecer la capacidad de instituciones de formación para vincular las necesidades del mercado laboral a la oferta curricular en Colombia*. www.cepal.org/apps

Booth, R. L., & Dehay, G. (2016). Transform the Program Strategy, Transform the College. *Planning for Higher Education Journal*, *45*(1). www.scup.org/phe

Clauson, C., & Sheth, R. (2017). University-Industry Collaborations Are Driving Creation of Next-Generation Learning Spaces. *Planning for Higher Education Journal*, *45*(4). www.scup.org/phe

Dong, Y., & Xu, J. (2016). Consensus building in group decision making: Searching the consensus path with minimum adjustments. En *Consensus Building in Group Decision Making: Searching the Consensus Path with Minimum Adjustments*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84954592848&partnerID=40&md5=66c8d4830863a1d4f594a97e3334a1b5

Eckel, P. D. (2006). *The shifting frontiers of academic decision making: Responding to new priorities, following new pathways*. Praeger Publishers.

Friedman, T. (2016). *Thank you for being late: An optimist's guide to thriving in the age of accelerations [Kindle version]*.

Gavazzi, S. M. (2015). Engaged Institutions, Responsiveness, and Town-Gown Relationships Why Deep Culture Change Must Emphasize the Gathering of Community Feedback. *Planning for Higher Education Journal* , *43*(4). www.scup.org/phe

Gupta, A., Singh, R. K., & Gupta, S. (2022). Developing human resource for the digitization of logistics operations: readiness index framework. *International Journal of Manpower*, *43*(2), 355–379. https://doi.org/10.1108/IJM-03-2021-0175

Harry, T., & Chinyamurindi, W. T. (2022). "Still haven't found what I am looking for": rural black students' perceived work readiness and assessment of labor market access. *Education and Training*, *64*(2), 276–289. https://doi.org/10.1108/ET-10-2021-0387

Hinton, K. (2012). *A practical guide to strategic planning in higher education*. http://blogs.nwic.edu/strategicplan/files/2016/04/Guide_Strategic-Planning_Higher-Ed_Hinton.pdf

Keller, G. (1983). *Academic strategy: The management revolution in American higher education*. JHU press.

Kim, J., & Shin, S. (2022). Development of the Nursing Practice Readiness Scale for new graduate nurses: A methodological study. *Nurse Education in Practice*, *59*. https://doi.org/10.1016/J.NEPR.2022.103298

Middaugh, M. F. (2011). *Planning and assessment in higher education: Demonstrating institutional effectiveness*. John Wiley & Sons.

Norris, D., Joseph, G., & Linda, B. (2021). *TRANSFORMING FOR TURBULENT TIMES : an action agenda for higher education leaders.* LULU COM.

Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A., & Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, *42*(2), 423–442. https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2012.09.007

Pomerol, J., & Barba-Romero, S. (1997). Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica. *Colección de Economía. Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá de Henares*. http://scholar.google.es/scholar?q=Decisiones+Multicriterio.+Fundamentos+Teóricos+y+Utilización+Práctica,&btnG=&hl=es&as_sdt=0,5#3

Romero-Gelvez, J. I., & Garcia-Melon, M. (2016). Influence analysis in consensus search—a multi criteria group decision making approach in environmental management. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, *15*(04), 791–813.

Saaty, T. L., & Peniwati, K. (2008). *Group Decision Making: Drawing Out and Reconciling Differences*. RWS Publications.

Tzeng, G.-H., & Huang, J.-J. (2011). Multiple attribute decision making: Methods and applications. En *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. CRC Press.

https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84964966451&partnerID=40&md5=ef686247dcdbe9efc4d1f82a8a9142d2

Watermeyer, R., Crick, T., Knight, C., & Goodall, J. (2021). COVID-19 and digital disruption in UK universities: afflictions and affordances of emergency online migration. *Higher Education*, *81*(3), 623–641. https://doi.org/10.1007/s10734-020-00561-y

Sección 3.

Formación en ingenierías

- **CAPÍTULO 8**. Estructura de Evaluación del Impacto Social para los Programas A cadémicos De Ingeniería Social.

- **CAPÍTULO 9.** Desarrollo de la Línea de I+D+i de Forensia Digital.

- **CAPÍTULO 10.** Propuesta de Formación en Pruebas de Software como Estrategia de Fortalecimiento al Currículo Académico de Profesionales en TI.



Estructura de Evaluación del Impacto Social para los Programas Académicos De Ingeniería Social

Impact Assessment Structure for Engineering Academic Programs

Judith del Pilar Rodríguez Tenjo[1], Jessica Lorena Leal Pabón [1], María del Pilar Rojas Puentes[1], Carmen Janeth Parada[1], Lesley Fabiola Bohorquez Chacon[2]

[1]Universidad Francisco de Paula Santander, #0- a Avenida Gran Colombia No. 12E-96 San José de Cúcuta, Colombia, (Telf:(+57) (607) 5776655 ; e-mail: judithdelpilarrt@ufps.edu.co, jessicalorenalp@ufps.edu.co, pilarrojas@ufps.edu.co, janethpc@ufps.edu.co)

[2]Universidad de Santander, UDES, Cl. 11A Nte. #3 -19, Cúcuta, Norte de Santander Colombia; (Tel: (+57)(607)5791008; e -mail: *fbohorquez@cucuta.udes.edu.co)*

Introducción

Las instituciones de educación superior desarrollan dentro de sus actividades misionales, los procesos de docencia, investigación y extensión, teniendo como misión la formación de profesionales íntegros, comprometidos con el entorno, generando así una contribución de modo significativo al desarrollo económico y social para la región en la que se ubica. El presente capítulo de libro, define la estructura de evaluación del impacto social para los programas académicos de ingeniería, a través de la ejecución de 6 etapas (definir grupos de interesados por dimensión, definir de variables, diseñar y validar instrumentos, operacionalizar variables, aplicación y análisis de datos y definición de acciones y estrategias que permitan mejorar la relación universidad – sociedad) y su contribución desde las 4 dimensiones a evaluar (Extensión, Investigación, Proyección Social e Inserción laboral), midiendo su pertinencia y articulación con interesados por medio de la definición de variables e indicadores, que orienten al programa, en la formulación de programas y estrategias en función del mejoramiento continuo de sus funciones, a la identificación de los aspectos curriculares y académicos del programa que funcionan eficientemente y aquellos aspectos que pueden ser mejorados, con el fin de hacer una retroalimentación a la sociedad, sobre las formas de relacionamiento y liderazgo, avaluando su incidencia positiva o negativa en la intervención que realiza desde los proyectos de investigación y extensión.

1. Marco Teórico

Los impactos sociales no son sólo responsabilidad del sector público y privado, ya que cada acción de cualquier organización genera un impacto en las personas y para tener presente estos impactos se necesita disponer de herramientas que permitan tenerlos en cuenta desde los Programas Académicos Universitarios, permitiendo contribuir a una visualización con mayor claridad del valor social de los procesos desarrollados en el interior de cada programa de ingeniería. Es así como los Programas de Ingeniería en sus procesos de autoevaluación y con el propósito de medir su pertinencia social, vienen desarrollando proyectos que les permitan determinar el impacto social de sus Programas.

1.1. Impacto social

La mayoría de las universidades suelen mantener una estrecha relación con el entorno que las rodea, generando así una contribución de modo significativo al desarrollo económico y social del espacio en el que se encuentran ubicados y en el cual realizan sus actividades misionales: docencia, investigación y transferencia de conocimiento. La valoración del impacto económico y social de una universidad permite identificar aquellos elementos con mayor relevancia de dicho impacto por medio de la implementación de análisis metodológicos ampliamente aceptados. Las universidades y en especial los programas académicos son llamados a que desempeñen un papel esencial en la mejora de la sociedad, por medio de la formación de profesionales de calidad, además de impulsar continuamente la investigación y el desarrollo tecnológico, promocionando un análisis reflexivo e incitando el debate sobre temáticas que impactan favorable y desfavorablemente a la sociedad, entre otros muchos aspectos.

Debido a que no se cuenta con una definición generalmente establecida sobre la terminología sobre qué consiste (a comparación del concepto estrategia de responsabilidad social) se podría llegar a un acercamiento a través de la definición de impacto. El impacto podría ser definido como aquel “efecto o influencia dejado en algo o alguien por causa de cualquier actividad o acción” y, por con siguiente, el impacto social se definiría como "la influencia o efecto en la sociedad por causa de cualquier acción o actividad (programa)". lo cierto es que “La clave es definir este efecto en la sociedad” (Zapata Porras, 2015).

El impacto también se puede asociar a aquellos cambios (en el saber, hacer, ser, o tener de las comunidades, grupos, familias o personas), a las transformaciones o a los efectos o a los aportes que han logrado los Programas académicos como resultado de la ejecución de un proyecto. Para otros actores podría ser un cambio positivo o negativo en el bienestar de los grupos sociales o personas, generados por una acción; resultados esperados y obtenidos, derivados de una intervención. Cuyos cambios afectan a su vez las condiciones sociales, culturales, económicas, organizacionales, políticas y/o ambientales. Estos cambios deben ser analizados por medio de distintas alternativas como por ejemplo mediciones de valor agregado, de resultados o de productos, teniendo en cuanta el propósito por el cual se realizará dicha evaluación y tener en claro aquellas preguntas que requieran ser respondidas, y dar cuenta a la sociedad de las promesas consignadas en su misión, su visión y su proyecto educativo y académico.

Para Martínez et al. (2008), el impacto se puede considerar en términos de la conexión entre la responsabilidad social de la universidad y el medio ambiente. Por tanto, se tiene en cuenta en el mismo porcentaje el impacto de los egresados en el medio ambiente y el impacto del proyecto desde una perspectiva social.

1.2. Que es el estudio de impacto

La evaluación o estudio de impacto permite realizar una comparación sobre el alcance que ha logrado obtener una iniciativa respecto a la finalidad por la cual se creó. El desarrollo de estos procesos busca la identificación de las futuras consecuencias de una propuesta o acción actual. El impacto es aquella discrepancia entre lo que podría llegar a pasar con dicha intervención y lo que sucedería sin ella. (Aponte González y Pérez Cadavid, 2021).

Cada institución de educación superior se compromete a realizar estudios de impacto para demostrar la evolución que se está dando de manera positiva desde su gestión, ya sea en su academia, institución o en su entorno nacional e internacional. Se identificaron factores institucionales y estudiantiles en foco debido a la mayor demanda de recursos para ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios educativos. Recientemente, estos estudios han cobrado cada vez más importancia en términos de eficiencia tecnológica, evaluando el impacto de diferentes variables en el desempeño de las instituciones y programas de educación superior. (Melo et al, 2017).

1.3. Referentes del sistema nacional de acreditación

La medición del impacto social de los programas de pregrado se basa en indicadores estándar internacionales o sistemas de calidad, como los lineamientos del Consejo Nacional de Acreditación (CNA).

El sistema nacional de acreditación fue implementado por ley en Colombia como respuesta a la necesidad de fortalecer la calidad de la educación superior, con el objetivo de permitir que el público reconozca logros de alta calidad, buscando así defender los derechos legales en el proceso. Teniendo así usuarios en los sistemas de educación superior y en la sociedad (Acuerdo 02-2020). El CNA define como Alta Calidad a:

> "las características que permiten reconocer un programa académico o una institución y hacer un juicio, en el marco del mejoramiento continuo y de su diversidad, sobre su capacidad de transformación, dada por la proximidad entre el óptimo correspondiente al carácter del programa académico o a la naturaleza jurídica, identidad, misión y tipología de la institución, y el modo en que presta el servicio público de educación, los logros alcanzados y los impactos generados" (CNA; pág. 8).

Asimismo, señalan que, para alcanzar los logros institucionales de los programas académicos, deben realizar investigaciones sobre el impacto en la sociedad y el desarrollo nacional, producto de su formación, erudición, docencia, ciencia, cultura, etc. Su naturaleza jurídica, identidad, misión y tipo.

Es así, que un programa académico deberá:

> "…a partir de su tradición y evidente cultura del mejoramiento continuo, definir unos referentes académicos, filosóficos, pedagógicos y de comportamiento, que le dan la identidad a su comunidad académica, lo cual se traduce en el desempeño de sus egresados y en el impacto que estos tienen en el proyecto académico y en los procesos de desarrollo social, cultural, científico, tecnológico o económico, en sus respectivos entornos". (CNA; pág. 23).

En un proceso de acreditación de alta calidad, se requiere el cumplimiento de condiciones previas de calidad para la oferta y desarrollo del programa, es decir, el programa

universitario debe orientarlo hacia el ideal de la excelencia, a través de resultados concretos, impacto social, tradiciones retiene, y otra referencia accesible para demostrarlo.

Bernal y Peña (2011), en su guía práctica de evaluación de impacto, proponen varios métodos y técnicas que consideran principalmente variables cuantitativas, aunque se complementan con la recopilación de información cualitativa como herramienta de apoyo.

1.4. Evaluación de impacto

En la década de 1980, Boskma (1986) propuso un modelo de simulación social como parte de una evaluación de impacto social, que proponía un enfoque experimental en el que se observan las respuestas e interacciones reales de los individuos en un entorno simulado, en lugar de un modelo matemático utilizado para simular interacción y relación humana.

Para la evaluación del impacto en los Programas Universitarios se requiere tener una mirada teórica, contextualizada y ejemplificada para entender, planear y desarrollar dichos estudios de impacto. Pero más allá de planear y proyectar las funciones sustantivas, en proyectos de mejoramiento - acciones - metas, los programas académicos tienen el reto de pensar en el impacto social que esperan obtener en un contexto determinado.

Para Urrea (2016), la proyección social es tanto una herramienta como un objetivo, convirtiéndose en un centro de cambio para reintegrar la universidad a su entorno.

A nivel internacional algunos autores como Ortiz y Morales (2011) posicionan la aparición de la extensión universitaria en Cambridge en 1872, reconociendo que había sido influenciada por los cambios en el país y el carácter de la región donde se ubicaban las instituciones universitarias. Se destacan dos principios generales. Primero: es una función integradora y un proceso de enseñanza, que se gestiona con base en un enfoque de promoción cultural. Segundo: debe jugar un papel importante en el rescate del saber popular y la construcción de la identidad nacional.

Hoy, las universidades cuestionan la legitimidad de sus procesos y cuestiones de calidad. En el caso de Colombia, existen entidades de acreditación universitaria y de carreras de grado, las cuales son: SNA: Sistema Nacional de Acreditación. CNA: Consejo Nacional de Acreditación. ONAC: Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. CONACES:

Consejo Nacional para el Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior. Para ser certificado se requiere una investigación previa de relevancia e impacto social.

Para Varón (2014), contar con procesos certificados de alta calidad, se requiere como requisito desarrollar actividades en los diferentes campos empresariales, ya sean manufacturas o de servicios, que impulsen a obtener la manera de mejorar y estandarizar técnicas y métodos que requiere de legitimidad y legalidad para su óptimo desempeño en la aplicación. Desde este punto de vista las actividades y procesos universitarios, se pueden destacar variables como, el futuro profesional, la calidad metodológica, educativa e institucional, entre otras. Variables que son de gran valor en los procesos institucionales, ya que el compromiso social, a nivel regional, nacional demanda calidad en los profesionales.

1.5. Retos de una evaluación de impacto

Todo estudio de impacto social requiere de retos que permitan transformar los cambios, entre ellos son los costos que conlleva su intervención. El proceso de identificación de las variables que intervienen y que también pueden influir en las transformaciones. El tiempo de la intervención de los impactos, justificar las transformaciones para la continuidad de esta. Y utilizar metodologías que permitan medir dichas evaluaciones, las cuales pueden ser experimentales, no experimentales o cuasi experimentales. Para efectos del capítulo no se describirán dichas metodologías, pero si se presenta una estructura de evaluación del impacto social para los PAI.

Para evaluar la calidad de los programas de Ingeniería, aunque no es el único, se recomienda tomar los criterios o características de la calidad que emplea el Consejo Nacional de Acreditación CNA– en sus documentos sobre procesos de renovación para la acreditación, agrupando características en una misma pregunta o interpretándolas para que se presentarán en términos cercanos a los interesados, por lo cual es importante que esta evaluación se considere desde las dimensiones de contribución de los programas académicos que impactan a la sociedad desde la extensión, la investigación, proyección social y la inserción laboral de sus graduados en el sector empresarial. La figura 8.1, identifica las dimensiones de la evaluación del impacto que miden las instituciones de educación superior IES en los programas de ingeniería.

Figura 8.1

Dimensiones Impacto Social



Fuente: Elaboración propia

2. Metodología

Según la naturaleza de los objetivos en cuanto al nivel de conocimiento alcanzado, corresponde una investigación de tipo exploratorio inicialmente puesto que tiene como objetivo la formulación de un problema para posibilitar la investigación propuesta, aclarando conceptos que pueden ser relevantes a este nivel y posteriormente continuó con una investigación de tipo descriptivo por cuanto describe diferentes elementos y componentes y su interrelación, en todos sus componentes principales, delimitando los hechos que conforman el problema de investigación y por último alcanza una investigación de tipo explicativo orientada a la identificación y análisis de las variables y sus resultados.

Para el cumplimiento a los objetivos propuestos se ahondó en el proceso tomando nuevas dimensiones que permitió visualizar el impacto de las acciones del Programa de Ingeniería de Sistemas (como caso de estudio de un programa de ingeniería), su pertinencia social, mediante la búsqueda de información con los actores involucrados (graduados, estudiantes, comunidad, entre otros), con la finalidad de reorientar las actividades sustantivas. Para esto, se acudió a diversas técnicas específicas de recolección de información.

En la primera fase se inicia desde paradigma cualitativo, el proceso investigativo pretende observar, interpretar y comprender las especificidades que surgen en el problema objeto de estudio con el fin de realizar el análisis y obtener documentos como son los Proyectos

Educativos (PEP) de los PAI de la Universidad Francisco de Paula Santander. El enfoque implementado es de corte hermenéutico, según Bornmann (2015), busca la comprensión de los acontecimientos desplegados en el contexto en medio del cual se presenta la problemática.

En cuanto al tipo de investigación implementado es documental, según Serna (2020), consiste en elegir y compilar información de fuentes documentales, con el fin de realizar, el respectivo análisis y establecer hipótesis de la realidad a partir de dichas lecturas.

Al introducir varios actores se hizo necesario desarrollar fases o niveles que permitan dar cumplimiento a los objetivos propuestos y estas fases están relacionadas con cada función sustantiva, de acuerdo al ámbito de actuación en el sector empleador, de los profesionales graduados, de las áreas del conocimiento tratadas y de los problemas sociales resueltos con la transferencia de los resultados de los proyectos de grado y de investigación, producción científica de los diferentes beneficiarios, organizaciones y comunidades atendidas, y proyectos que emergen de la labor de extensión que tienen la Universidad y el Programa.

Para el diseño metodológico, se construyó el instrumento de recolección de información (ficha de chequeo), donde la información organizada fue sometida a la técnica de análisis de contenido donde, en primer lugar, permitiendo realizar un resumen analítico y el análisis propiamente dicho a partir de unas preguntas orientadoras a las condiciones y factores de calidad (inmersos en las fuentes documentales) los cuales permiten describir las características de los programas académicos en estudio.

Finalmente se realiza la interpretación de resultados, a partir de un caso de estudio del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UFPS, las ideas generadas en él con algunos referentes teóricos especializados en materia de dimensiones del impacto social.

3. Resultados y Discusión

Las universidades mantienen una estrecha relación con su entorno y contribuyen significativamente al desarrollo económico y social de sus regiones, donde desarrollan importantes actividades como: docencia, investigación, extensión y planificación social. Se requiere que los programas académicos jueguen un papel fundamental en el desarrollo y la competitividad de la región al dotar a los profesionales de la capacidad de resolver problemas en sus áreas de conocimiento e impactar en la sociedad, promover la investigación, el desarrollo

tecnológico, la innovación y fomentar la reflexión. Debate sobre temas importantes que afectan a la sociedad.

Los programas académicos deben evaluar periódicamente el impacto social externo que demanda las actividades sustantivas como la Investigación, Extensión y proyección social; además, se hace necesario evaluar el impacto social por parte de los graduados de los programas académicos a partir de la inserción laboral en los diferentes sectores productivos, esto con el propósito de tomar acciones de mejora que permitan la actualización de los respectivos Proyecto Educativo del Programa - PEP. Asimismo, dar cumplimiento a los lineamientos establecidos por la Institución Educativa definidos en el Proyecto Educativo Institucional - PEI y articulado a los Proyectos Educativos de la Facultad - PEF y los PEP, a su vez respondiendo a las exigencias de la Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior - CONACES, en la Resolución 021795 de 19 de noviembre de 2020 (Modificado por el Decreto 1330 de 2019 para la obtención, modificación y renovación de registros calificados) y Acuerdo 02 del 2020 (Actualización al modelo de acreditación de Alta Calidad).

Se debe reconocer que no existe un modelo cerrado de evaluación de impacto, y es necesario considerar un diseño que tenga en cuenta el tipo de fenómeno a analizar, las características de la población (grupos de interés) con los que se trabaja, la calidad de la información disponible, facilidad para construir datos válidos, posibilidades válidas y recursos disponibles.

Actualmente, existen metodologías que permiten medir el impacto social, se podría mencionar como la Teoría del Cambio, la EVPA, y la Social Return of Investment (SROI) entre otros.

La Teoría del Cambio, usada para analizar el impacto social a partir de las acciones ejecutadas en un medio que produzcan cambios en la sociedad. La metodología se caracteriza por realizar un análisis de mapeo de causalidad, esto es, planteando los objetivos para posteriormente definir los actores a examinar y las estrategias que lleven al logro de estos objetivos. La metodología tiene como etapas a ejecutar: establecer objetivos a largo plazo, desarrollo de estrategias, mapeo de causalidad, analizar las suposiciones, medición mediante indicadores, análisis de resultados (Cassetti y Paredes-Carbonell, 2020).

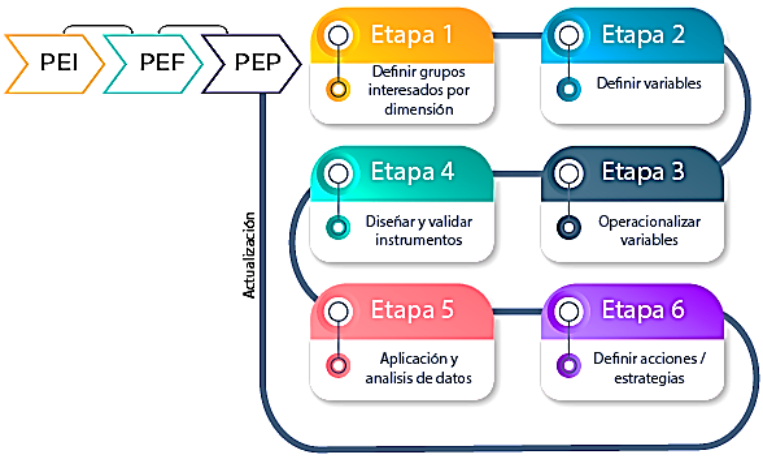
Metodología de la EVPA, que permite realizar la gestión, control y medición de impacto. Plantea como objetivo maximizar y optimizar el impacto social. Son etapas de la metodología: establecer objetivos, análisis de los stakeholders, medición de resultados, verificación y valoración del impacto. Reporte y seguimiento del impacto. (Terraética,2020).

Social Return of Investment (SROI), para medir el impacto social generado, el modelo asigna un valor a cada actividad ejecutada. La metodología define los siguientes pasos: establecer el alcance e identificar los stakeholders, hacer un mapeo de resultados, evidenciar resultados y darles un valor, establecer el impacto, Calcular SROI. (Valdes-Medina et al, 2019).

Como resultado de la investigación (Rodríguez y Gallardo, 2021) realizada se obtiene como propuesta la estructura de evaluación del impacto social para los Programas Académicos pertenecientes a la Facultad de Ingenierías (PAFI) de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Figura 8.2

Estructura de evaluación del impacto social de los programas de Ingeniería.



Fuente: Elaboración propia

La estructura de la Figura 8.2, ilustra 6 etapas que comprende el método a seguir por los PAFI para realizar la evaluación externa del impacto social. A continuación se hace una breve descripción de cada una de las etapas de la estructura:

3.1. Proyecto de Educación Institucional – PEI

Esto se considera un desarrollo histórico de la visión original de una institución, que continúa inspirando la misión de una institución para abordar las realidades sociales. También es visto como el proceso de construcción de una comunidad educativa basada en valores morales y fiel a su propia identidad, integrando procesos institucionales que ayuden a abordar las posibilidades de los fines educativos institucionales para satisfacer las necesidades individuales y sociales (García et al, 2012).

Es así como el PEI de la UFPS pretende mejorar los niveles educativos, científicos y culturales de la juventud norteamericana, priorizando la atención de los estudiantes y la transición a la educación superior con las humanidades, la calidad y la responsabilidad social como estándares. Busca siempre brindar a los estudiantes una formación cosmovisional desde una perspectiva crítica que contribuya al desarrollo y avance social de la región y del país. (PEI UFPS, Acuerdo N. 021, 2021).

Hoy, la UFPS es reconocida como una institución que enseña, investiga y difunde su conocimiento a las sociedades, empresas y entidades nacionales, proyectando su trabajo a escala mundial, en línea con las tendencias actuales y la transformación necesaria para asegurar su sostenibilidad.

3.2. Proyecto Educativo de Facultad – PEF

Es un referente instructivo del proceso educativo y su gestión para el desarrollo de sus funciones sustantivas, contiene metas, lineamientos curriculares básicos, metas de desarrollo, políticas y estrategias de mejoramiento. A través de ella se fomenta la gestión académica en su pertinencia, responsabilidad social e interés común. Está diseñado para responder a necesidades sociales y culturales y se caracteriza por el surgimiento de nuevas sensibilidades y actitudes frente a los conocimientos y desafíos de la región (PEI UFPS, Acuerdo N. 021, 2021).

3.3. Proyecto Educativo de Programa – PEP

Este es un referente estratégico en el que el alcance del programa académico está alineado con la misión, visión y el PEI, y contiene lineamientos, políticas y principios que orientan y orientan el desarrollo del programa. El trabajo académico se combina con metas y

aspiraciones misioneras a mediano y largo plazo. En este sentido, este documento debe explicar los objetivos de aprendizaje del plan de estudios y su articulación con las materias previstas en el plan de estudios, todo ello sin modificar los principios subyacentes de los que emerge.

Es también una referencia de orientación del proceso educativo y su gestión para el progreso de sus funciones relevantes. Este compuesto por una dirección estratégica (misión, visión, objetivos y valores del programa), lineamientos básicos del plan de estudios, objetivos de estrategias, políticas y desarrollo de mejora, además de establecer la relación con los diversos integrantes de la comunidad institucional: profesores, estudiantes, funcionarios, egresados y la sociedad en general.

3.3.1. Fase 1: Definir los Grupos Interesados por Dimensión.

Los Stakeholders de un proyecto son aquellos grupos de interesados: personas y/u organizaciones que manifiestan algún interés y/o expectativa para con la problemática del proyecto y con la ejecución de este; éstos pueden intervenir de manera positiva o negativa en el proyecto y sus productos (PMI,2017; Ortegón et al,2015; DNP, 2013).

Para la investigación realizada, en la primera etapa, cada PAFI deberá definir los grupos de interesados que intervienen en cada una de las dimensiones: Extensión, Investigación, Proyección Social e Inserción laboral.

El modelo proporciona un ejemplo de posibles grupos de interesados donde los PAFI deberán analizar y determinar cuáles impactan socialmente de acuerdo con su quehacer disciplinar y lo establecido en el PEP (Ver Tabla 1):

Tabla 8.1

Grupos de interesados

Grupo de Interesado	Descripción

Estudiante	Son los estudiantes activos de un programa académico, el cual participan en una o varias dimensiones. En la dimensión de Investigación los estudiantes se vinculan mediante el desarrollo de productos de formación para optar por un título en el respectivo programa académico. En Extensión, los estudiantes participan en el perfeccionamiento de prácticas empresariales, desarrollo de pasantías y en el desarrollo de proyectos de aula de clase en los cursos de formación. En Proyección Social los estudiantes participan en el programa de proyección social a través de actividades según el plan de trabajo establecido. En Inserción Laboral, existen estudiantes que laboran en el área disciplinar del programa académico que cursan.
Docente	Docentes activos de un programa académico que participan en la dimensión de Extensión en el rol de directores/tutores de las pasantías, proyectos de aula de clase y/o en las prácticas empresariales. En proyección social como Docente líder del programa de proyección social que establece una planeación de trabajo para llevar a cabo las actividades.
Docente-Investigador	Docentes investigadores activos en un programa académico y en un grupo de Investigación que participan en la dimensión de Investigación mediante la estructuración y desarrollo de proyectos investigativos con aval institucional en convocatorias internas o externas.
Graduados	Profesionales de un programa académico que participan en la inserción laboral en su área disciplinar en un sector productivo en ámbito regional, nacional o internacional.
Empleadores	Sector empresa privada y/o pública de los diferentes sectores económicos a nivel regional, nacional o internacional que contratan a los profesionales de los programas académicos que demanda el mercado laboral. Asimismo, el sector empresarial puede contratar a estudiantes que laboran en los negocios desarrollando actividades relacionadas con su área disciplinar.
Beneficiarios	Son las organizaciones sin ánimo de lucro, comunidades, ciudadanía que se ven impactados con los resultados de las dimensiones: Investigación, Extensión y Proyección Social.

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Fase 2: Definir Variables.

Oyola García (2021) define variable como una característica, cualidad o propiedad que se observa y que puede tener diferentes valores en algunos casos son medibles; es así, como las variables pasan a ser todos aquellos conceptos que permiten dar sentido a las unidades de

análisis (Cohen,2020), entendiendo estas últimas como las entidades principales que se encuentran siendo analizadas en un estudio.

De igual forma, se define una variable como un objeto identificable que varía de acuerdo con las condiciones de su entorno (Espinoza, 2018). La definición de variable es aplicable a objetos, seres vivos, hechos y/o fenómenos, que pueden adquirir diversos valores respecto a la variable referida.

Para poder determinar el impacto social de los PAFI, se deben determinar las variables a evaluar en cada una de las dimensiones: Investigación, Extensión, Proyección social e Inserción Laboral.

Cada programa académico debe cuestionarse respecto a qué quiere conocer de cada grupo de interesados en cada una de las dimensiones respecto al impacto social que éste genera en el entorno.

El modelo proporciona un listado de ejemplos de cuestionamientos con respecto al impacto social asociadas a los grupos de interesados y las dimensiones, así como un conjunto de variables que responden a las preguntas planteadas; donde los PAFI podrán utilizar como apoyo para el desarrollo de esta etapa. (Ver Tabla 2):

Tabla 8.2

Listado de Variables

Cuestionamiento / Pregunta	Variable
¿Cómo los graduados consideran la formación recibida durante su ciclo de formación en el Programa Académico?	Calidad del pensum Pertinencia
¿Cómo considera que ha mejorado su proyecto de vida a lo largo de su vida laboral?	Satisfacción
¿Cuál es el valor agregado que ha generado el graduado como profesional vinculado a un sector productivo?	Satisfacción
¿Cómo el graduado presenta soluciones en el área disciplinar a los problemas que el negocio le presenta?	Eficiencia Factibilidad
¿En qué grado los graduados son proactivos para anticiparse a las necesidades de las organizaciones en su área disciplinar?	Innovación Eficiencia Pertinencia Factibilidad

¿En qué grado los resultados de los proyectos de investigación desarrollados en un sector productivo han permitido el mejoramiento del negocio?	Productividad Competitividad
¿En qué grado los beneficiarios pueden utilizar con facilidad para el mejoramiento de sus organizaciones, los resultados de los proyectos de investigación y/o extensión desarrollados por los investigadores de los Grupos de Investigación?	Accesibilidad
¿En qué grado los resultados de los proyectos de Extensión desarrollados en las organizaciones con o sin ánimo de lucro han permitido el mejoramiento del negocio?	Productividad Competitividad
¿En qué grado los resultados de los proyectos de proyección social desarrollados en la comunidad han permitido el mejoramiento de la calidad de vida de sus miembros?	Crecimiento económico Mejoramiento de infraestructura

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Fase 3: Operacionalización de Variables.

Bauce et al (2018) define la operacionalización de variables como el proceso que permite medir el concepto en cuestión o variable; así como establecer una relación entre el concepto y los datos reales. Igualmente, Espinosa (2019) indica que operacionalizar una variable consiste en determinar la forma como será medida y observada la variable a través de los indicadores.

Asimismo, Espinosa (2019, p.175) define indicador como:

> "Un indicio, señal o unidad que permite estudiar y cuantificar una variable, mostrando cómo medir cada uno de los factores o rasgos presentes en una dimensión (es) de la variable. Los indicadores: consisten en lo medible, verificable, el dato, el hecho; forman parte de la descomposición o clasificación de las dimensiones; los indicadores no deben surgir de la nada, ni ser inventados por el investigador, más bien deben partir de la clasificación dada por algún autor consultado en una referencia bibliográfica o documental, y rigurosamente referenciados en el marco teórico."

El modelo proporciona un listado de ejemplos de indicadores asociados a las variables con respecto al impacto social de los grupos de interesados y las dimensiones; donde los PAFI podrán utilizar como apoyo para el desarrollo de esta etapa. (Ver Tabla 3):

Tabla 8.3

Listado de Indicadores

Variable	Indicador
Calidad del pensum	Contenidos de los cursos
	Líneas de profundización del perfil profesional
	Docentes cualificados
	Procesos administrativos definidos
	Infraestructura física y tecnológica
Pertinencia	Contenidos ajustados a la necesidad del medio
	Contenidos acordes a la disciplina que desarrollan
	Herramientas pedagógicas aplicadas por los docentes
	Herramientas tecnológicas
	Soluciones alineadas al objeto del negocio
Satisfacción	Salario recibido
	Estabilidad laboral
	Nivel jerárquico
	Formación continua
	Habilidad para trabajar en equipo
	Aporte al fortalecimiento de la cultura corporativa
	Genera valor a la producción y servicios de la empresa
	Aporta a la ventaja competitiva en la empresa
	Optimiza procesos del negocio
	Capacidad para plantear soluciones en la disciplina
	Propuesta de diversificación de productos y servicios
Eficiencia	Meta alcanzada
	Soluciones oportunas
	Optimización de recursos

Factibilidad	Solución Técnica
	Relación Beneficio Costo
Innovación	Nivel de solución
	Soluciones propuestas desarrolladas
	Retorno de la inversión
Productividad	creación de nuevos productos/servicios
	Incremento producción
	Incremento de clientes
	Procesos ejecutados de acuerdo con lo definido
Competitividad	Apertura a nuevos mercados
	Diversificar la producción y/o bienes de las organizaciones
	Sistematización de los procesos del negocio
	Participación en el mercado
	Incremento capital de endeudamiento
Accesibilidad	Costo de los productos
	Facilidad de adaptación a la organización
Crecimiento Económico	Incremento en las ventas
	Nuevos emprendimientos
	Fortalecimiento de los emprendimientos
	Canales de promoción de productos y/o servicios
Mejoramiento de infraestructura	Saneamiento básico
	Adecuación de infraestructura vial
	Adecuación de infraestructura educativa
	Adecuación de infraestructura de salud

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Fase 4: Diseñar y Validar Instrumentos.

La creación y la verificación de instrumentos para la compilación informática permite medir las dimensiones citadas anteriormente desde la percepción del grupo de interesados docentes, graduados, estudiantes activos, empleadores, beneficiarios.

La mayor parte de las investigaciones en el campo de la educación se ha realizado desde una dimensión, y las relaciones entre las consideradas en este estudio sugieren que existe una necesidad de diálogo e interacción entre ellas, lo que es más relevante y necesario para la creación de espacios y progreso educativo de los espacios educativos. (Byers et al, 2018).

La herramienta de recolección de datos fue un cuestionario en línea que consta de una escala tipo Likert de cinco puntos (muy en desacuerdo-1-, en desacuerdo-2-, ni de acuerdo ni en desacuerdo-3-, de acuerdo-4-, muy de acuerdo-5-). En la escala, previamente se identificó un conjunto de indicadores para cada dimensión (expansión, investigación, proyecciones sociales, aporte laboral), que luego se tradujeron en juicios. Para la validez de contenido se utilizó el juicio de expertos, que mostró un amplio acuerdo con la pertinencia e importancia de los juicios sugeridos en cada dimensión. Además, el cuestionario incluía otras variables que describían aspectos demográficos y de contexto.

Al igual que el cuestionario, esta herramienta permite seleccionar, redactar y agrupar preguntas, en primer lugar, los objetivos del estudio y posibles aspectos de la realización de la encuesta entre los participantes (profesores, egresados, estudiantes trabajadores, empleadores, beneficiarios). Estas preguntas se basan en lo que los actores pueden resolver y mantienen un cierto equilibrio entre los hechos concretos o reales (situación laboral, salario, ocupación) y sus opiniones para analizar opiniones basadas en números.

3.3.5. Fase 5: Aplicación y Análisis de Datos.

En esta fase se sintetiza el conocimiento generado en la etapa anterior haciendo uso de Software Pasw Statistics para el manejo confiable de información cuantitativa y el análisis e interpretación de los datos.

Después de filtrar las respuestas resultantes, se construye una tabla de resumen y se analiza según el porcentaje de categorías. También se construyeron gráficos para representar mejor el comportamiento de las variables o su distribución entre los participantes. Algunas

preguntas están interrelacionadas y pueden no importar en un análisis independiente, y estos resultados pueden cruzarse con el objetivo de mostrar alguna relación causal o dependencia y dejarla clara. Tales preguntas transversales o su análisis conjunto pueden potenciar el uso de la información proporcionada para interpretar los resultados desde la realidad de los involucrados.

3.3.6. Fase 6. Definir Acciones / Estrategias.

En esta etapa se realiza la redacción y presentación del informe de los resultados de la investigación.

Los programas universitarios en su dinámica generan impactos positivos y negativos sobre los actores internos y externos que se vinculan con ellas. Por ello, se hace necesario reconocer las partes interesadas promoviendo su interacción y participación en la gestión de la universidad, e implementar estrategias y/o acciones que permita entregar cuentas a través de indicadores que cuantifiquen el impacto de dichas acciones del Programa académico, que deben se difundidas al interior de la Universidad o externamente.

Realizar una evaluación de impacto social en un programa académico universitario, debe ser un proceso que se integre en todas las dimensiones identificadas anteriormente. Se plantean acciones que deben ser tratadas con detenimiento, adaptarlas y aplicarlas de manera flexible, estas son:

***Revisión legal y normativa**:* Debe plantearse un marco normativo.

***Comprender el contexto social**:* Provee conocimiento de grupos sociales, categorías e instituciones locales y regionales.

***Identificar los beneficios y oportunidades**:* Proporciona una base para identificar cómo pueden beneficiarse las comunidades locales y regionales y otras partes interesadas.

***Identificar riesgos**:* Asegurar los impactos negativos potenciales o reales que el programa pueda causar o contribuir.

Identificar una línea de base y metodología: Tener datos precisos y confiables para establecer la línea de base y los puntos de referencia que puedan ser monitoreados, administrados para su implementación, posteriormente se puedan documentar los impactos a las partes interesadas.

Fortalecer el vínculo con el entorno: La Universidad a través de sus programas académicos, articula sus procesos con las necesidades regionales por medio del desarrollo de proyectos con el sector productivo.

Posicionamiento en inserción laboral: Los graduados de los PAI de la Universidad Francisco de Paula Santander tienen un alto reconocimiento de sus competencias laborales que facilitan su vinculación con el sector productivo.

4. Conclusiones

Para enfrentar los desafíos de las nuevas tendencias en la educación superior, las universidades deben estar en sintonía con las realidades circundantes y los nuevos paradigmas educativos, y las universidades deben construir sus programas educativos con capacidades y centrados en los resultados de aprendizaje, el cual le permitiría diseñar los lineamientos curriculares que orientan el programa académico, generando un impacto social desde las dimensiones de extensión, investigación, proyección social e inserción laboral.

Las valoraciones y análisis obtenidos, por medio del estudio se orientaron, hacia la apreciación de la calidad académica de los programas de ingeniería tomando como caso de estudio el programa de Ingeniería de Sistemas la Universidad Francisco de Paula Santander, y la percepción de profesionalismo, desde punto de vista de los graduados y empresarios de la región, definiendo el grado satisfacción generado por el desempeño laboral de los graduados al interior de las empresas que requieren y hacen uso de sus servicios profesionales.

Los resultados obtenidos en este estudio. brindaron información necesaria en la generación de estrategias de mejoramiento continuo, que permitan una calificación positiva del desempeño laboral y profesional de los graduados.

La estructura de evaluación del impacto social para los PAI es hacer una retroalimentación a la sociedad, de los proyectos desarrollados por lo actores de los programas académicos, para crear mejoras sobre ellos y clasificar los diferentes tipos proyectos de investigación y extensión, al igual tener indicadores que le permitan a los Programas de ingeniería, tomar decisiones.

Agradecimientos

Al grupo de investigación y desarrollo de ingeniería de software GIDIS de la Universidad Francisco de Paula Santander y al Departamento de Sistemas e Informática.

5. Referencias Bibliográficas

Aponte González, Claudia, and Adriana Pérez Cadavid. 2021. "Evaluaciones de Impacto En La Educación Superior." 1–75.

Bauce G., Córdova M., Avila A. (2018). Operacionalización de variables. Revista del Instituto Nacional de Higiene -Rafael Rangel. Vol. 49(2). pp. 43-50. Consultado el 8 de agosto 2022 en: https://revista.vps.co.ve/wp-content/uploads/2020/12/Revista-cientifica_vol_49_2.pdf#page=52

Bernal, R., & Peña, X. (2011). Guía práctica para la evaluación de impacto: Guía práctica para la evaluación de impacto. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad de los Andes, Colombia. doi:10.7440/j.ctt1b3t82z

Bornmann, Lutz. 2015. "Alternative Metrics in Scientometrics: A Meta-Analysis of Research into Three Altmetrics." Scientometrics 2015 103:3 103(3):1123–44. doi: 10.1007/S11192-015-1565-Y.

Boskma, P. (1986). Social impact assessment by social simulation. Impact Assessment, 4(3–4), 133–148. https://doi.org/10.1080/07349165.1986.9725781

Byers, T., Hartnell-Young, E., & Imms, W. (2018). Empirical evaluation of different classroom spaces on students' perceptions of the use and effectiveness of 1-to-1 technology. British Journal of Educational Technology, 49(1), 153-164

Cassetti V., Paredes-Carbonell J.(2020). La teoría del cambio: una herramienta para la planificación y la evaluación participativa en salud comunitaria. Gaceta Sanitaria, Volume 34, Issue 3. Pages 305-307. Consultado el 10 de agosto de 2022 de : https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911119301591)

CNA. 2020. Acuerdo 02 de 2020. Colombia: CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR – CESU.

Cohen, N., & Gómez Rojas, G. (2019). Metodología de la investigación,¿ para qué? Editorial Teseo.

De Zubiría, J. (2013). El profesor y los desafíos a la educación en el siglo XXI. Red Iberoamericana de pedagogía "REDIPE".

Departamento Nacional de Planeación. (2013). Manual de Soporte Conceptual Metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos. Consultado 8 de agosto de 2022 en: https://etitc.edu.co/archives/investigacion/ManualConceptual.pdf

Espinoza Freire, Eudaldo Enrique. (2018). Variables and their operationalization in educational research. Part I. Conrado, 14(Supl. 1), 39-49. Epub 03 de diciembre de 2018. Recuperado en 08 de agosto de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039&lng=es&tlng=en.

Espinoza Freire, Eudaldo Enrique. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. Conrado, 15(69), 171-180. Epub 02 de septiembre de 2019. Recuperado en 08 de agosto de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&tlng=pt.

Fuentes-Doria, D. D., et al. (2020). Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables. Recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.11912/6201.

Gallardo, Rodriguez 2013. Convocatoria Financiación de Proyectos de investigación FINU 2013 "Modelo teórico para la determinación del impacto tecnológico y social de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la UFPS".

Martínez-de Carrasquero, C., Mavpárez, R., Rojas, P., Ligibther, A. and Carvallo, B., La responsabilidad social universitaria como estrategia de vinculación con su entorno social, Frónesis, 15(3), pp. 81-103, 2008.

Melo-Becerra, Ligia Alba, Jorge Enrique Ramos-Forero, and Pedro Oswaldo Hernández-Santamaría. 2017. "La Educación Superior En Colombia: Situación Actual y Análisis de Eficiencia." Revista Desarrollo y Sociedad 2017(78):59–111. doi: 10.13043/dys.78.2.

Naidorf, J., Giordana, P., y Horn, M. (2007). La pertinencia social de la Universidad como categoría equívoca. Nómada, 22-33.

Ortegón E., Pacheco J.F., Prieto A.(2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Consultado 8 de agosto de 2022 en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf

Ortiz Riaga, M. C., & Morales Rubiano, M. E. (2011). La extensión universitaria en América Latina: concepciones y tendencias. Educación y Educadores, 14(2), 349–366.

Oyola-García, Alfredo Enrique. (2021). La variable. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, 14(1), 90-93. https://dx.doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905

Project Management Institute. (2017). "Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, PMBOK". 6ta edición, Estados Unidos.

Rodriguez, Gallardo (2021).Modelo de Impacto Social en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la UFPS-Cúcuta. Acta 5 del 2021 del Comité Curricular de Ingeniería de Sistemas

Romero-Gutiérrez, M., Jiménez-Liso, M. & Martínez-Chico, M. (2016). SWOT analysis to evaluate the programme of a joint online/onsite master's degree in environmental education through the students' perceptions. Evaluation and Program Planning, 54, 41-49. Recuperado el 25 de julio de 2017 de ELSEVIE

Serna, M. E. (2020). Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI. https://doi.org/10.5281/zenodo.4266566

Terraética. (2020) GUÍA DE MEDICIÓN DE IMPACTO PARA LA INVERSIÓN DE IMPACTO: Caja de Herramientas. Primera edición. Consultado el 10 de agosto de 2022 de https://terraetica.com/wp-content/uploads/2021/02/Guia-de-Medicion-de-Impacto-para-la-Inversion-de-Impacto-movil.pdf

Urrea Vargas, G. E., & Builes Gonzalez, J. (2016). Estrategia de gestión de la proyección social en el marco de la responsabilidad social universitaria para la facultad de ciencias de la educación de la Universidad Libre Seccional Socorro. Universidad Libre Colombia.

VALDÉS-MEDINA, FILIBERTO ENRIQUE, & SAAVEDRA-GARCÍA, MARÍA LUISA. (2019). ANÁLISIS CRÍTICO SOBRE EL USO DEL SROI EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL EN INICIATIVAS DE EMPRENDIMIENTO SOCIAL: CASO MÉXICO. AD-minister, (35), 53-76. https://doi.org/10.17230/ad-minister.35.2

Varón Sandoval, A., Marín Barrientos, C. N., & Bernal Otero, L. Y. (2014). Pertinencia e impacto social del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Buenaventura, Cali: una perspectiva de marketing. Revista Soluciones de Postgrado, 7(13), 55–94. https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS

Zapata Porras, A. (2015). Impacto en la calidad de vida laboral de los empleados de los programas de responsabilidad social empresarial. Universidad de Medellín.

Desarrollo de la Línea de I+D+i de Forensia Digital

Development of the Digital Forensics I+D+i Line

Enzo Notario [1]. Esteban Rivetti [1]. José Aráoz Fleming [1]. John Grober Dorado [1].

Bibiana Beatriz Luz Clara [1]. Beatriz Gallo [1].

[1]Instituto de Estudios Interdisciplinarios de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, UCASAL Campus Castañares, A4400 Salta, Argentina;(Telf: (+54) (810-555-8227); email: ernotario@ucasal.edu.ar, erivetti@ucasal.edu.ar, jdaraoz @ucasal.edu.ar, jdorado@ucasal.edu.ar, bluzclara@ucasal.edu.ar, bgallo@ucasal.edu.ar)

Introducción

La investigación como actividad sustantiva en la universidad

La Universidad Católica de Salta (UCASAL) define su misión como una institución católica que, a la luz de la fe y del servicio al hombre, se dedica a la formación superior en todos los niveles, a la investigación científica, al desarrollo tecnológico y a la creación artística y que mediante el uso de tecnología innovadora cuenta con los medios para formar personas tanto a nivel local como nacional e internacional. En el marco de esta misión, y atenta a las problemáticas que demanda la comunidad en la que se encuentra, la UCASAL se preocupa por identificar aquellos temas que pueden estudiarse desde la institución y realizar aportes oportunos y conducentes en respuesta a las demandas sociales y regionales.

Una de las problemáticas que demanda la comunidad en la que actúa la UCASAL, es el avance de los *delitos informáticos*, que presentan características innovadoras y tecnológicas aprovechables por la UCASAL para cumplir con su cometido institucional

La Forensia Digital es el proceso de recolección y análisis de la evidencia digital a partir de metodologías y herramientas adecuadas, con el objetivo de validar y presentar dicha evidencia ante la justicia o bien para la investigación de incidentes de seguridad. El avance del delito en el mundo virtual exige que la Justicia y todos sus sistemas orbitales se adapten a la evidencia digital, para actuar adecuadamente frente a la cantidad y calidad de éstas, que cada día van surgiendo en las acciones judiciales. Es así como desde el ámbito judicial se demanda

a la sociedad en general una respuesta adecuada acerca de los recursos, tiempos, herramientas, acciones y propuestas destinadas a colaborar en la atención de esta nueva problemática.

La UCASAL, atentas a las problemáticas de la comunidad que integra, se interesan en la problemática y avanzan en el estudio interdisciplinario de los delitos informáticos, abordándolo tanto desde el área de las Ciencias del Derecho como de la Informática. En esta línea se genera el Grupo de I+D+i de Forensia Digital de la UCASAL, cuyo fin es la investigación de las tecnologías informáticas aplicadas al análisis forense digital.

1. Desarrollo De La I+D En La Ucasal E Impacto En La Línea E I+D+I De Forensia Digital

La vida universitaria argentina sufrió un rotundo cambio a partir de la promulgación de la Ley 24.521 de 1995, conocida como la "Ley de Educación Superior", que instauró los procesos de Evaluación Institucional y Acreditación de Carreras, desarrolladas a través de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU).

La misión institucional de la CONEAU es asegurar y mejorar la calidad de las carreras e instituciones universitarias que operan en el sistema universitario argentino por medio de actividades de evaluación y acreditación de la calidad de la educación universitaria. Se puede considerar diversas publicaciones que plasman las acciones de realizadas por esta institución. En referencia a la función esencial de la INVESTIGACIÓN, se considera el informe denominado "Estudio sobre las recomendaciones para el mejoramiento institucional" (Chidichimo et al., 2022) en el que la CONEAU ha formulado siete subdimensiones de análisis, bajo las cuales realizó la evaluación y propuestas de recomendaciones a las instituciones universitarias argentinas. Sobre este modelo a continuación se caracteriza la función investigación en la UCASAL, y se señala el corpus de componentes y recursos disponibles en la UCASAL para la promoción y desarrollo de la investigación, particularizando esta visión para el caso de la Línea de I+D+i de Forensia Digital.

1.1. La Gestión de la I+D

Con detalle en la estructura y los procesos de gestión, el financiamiento, la evaluación de proyectos y los sistemas de información para la I+D, de las 16 recomendaciones recogidas en el documento de (Chidichimo et al., 2022) la UCASAL hizo suyas las siguientes:

1.1.1. Instrumentar órganos responsables de investigación en todas las unidades académicas

Para el caso particular de la Facultad de Ingeniería, se constituyó el Departamento de Investigación y Desarrollo, y el Instituto de Estudios Interdisciplinarios de Ingeniería (IEsIIng) que tienen por objetivo ser el ámbito natural para la promoción y acompañamiento institucional de las actividades de investigación encaradas por la comunidad académica de dicha facultad.

En sus inicios, las líneas de investigación fueron surgiendo a partir de los recursos humanos motivados, que aportaron sus conocimientos en determinadas temáticas para iniciar las actividades de investigación. Con el tiempo, estos proyectos emergentes de las bases se fueron depurando, dando lugar a equipos humanos fortalecidos en una temática. En el caso particular de la Forensia Digital, tanto el Departamento de I+D de la Facultad de Ingeniería como el IEsIIng acompañó a los investigadores del incipiente grupo de Forensia Digital -nacido en el 2011- hasta conformar el equipo robusto presente de 11 investigadores de tres áreas temáticas: Informática, Derecho y Criminalística. En concreto, el Departamento de I+D de la Facultad de Ingeniería se ocupó de formar a los docentes en su rol de investigadores a partir de un "Taller de Investigación en Ingeniería", que de manera ininterrumpida se brinda todos los años desde el 2003. Por su parte el IEsIIng colaboró en la incorporación de investigadores externos, como profesores destacados, para formalizar su participación en los proyectos.

1.1.2. Establecer una gestión integral y coordinada para las políticas de investigación, así como normativas para la creación y fortalecimiento de los grupos de investigación

Desde sus inicios la UCASAL contaba con el ámbito institucional responsable de la investigación: el Consejo de Investigaciones. Este ámbito fue el responsable de comenzar a delinear, formalizar y fortalecer la actual política de investigación institucional, así como el desarrollo de normativas y guías de acción para el fortalecimiento de los equipos de investigación. A la fecha, la UCASAL cuenta con un cuerpo normativo relativo a: Políticas Institucionales de I+D; Reglamento del Consejo de Investigaciones; Reglamento de Carrera del Investigador; Procedimientos para la Presentación, Evaluación y Aprobación de Proyectos I+D, entre otros. Estas normativas han permitido ordenar y organizar la gestión de la investigación, también desde la responsabilidad de cada equipo de investigadores, en base a criterios rigurosos que debían cumplirse para continuar la línea de investigación.

Desde el equipo de investigadores de Forensia Digital, se tomó el marco normativo institucional para mostrar los resultados concretos de la tarea investigativa, a la vez que impulsar nuevos proyectos basados en la confianza lograda ante el Consejo de Investigaciones de la UCASAL, a partir de los resultados que se van logrando. Esto permitió que, a partir del año 2017, los proyectos de I+D presentados por el equipo de Forensia Digital se implementaran como

"continuidad de la línea de investigación", y que en el año 2019, la UCASAL definiera a la FORENSIA DIGITAL como una de las Líneas de Investigación de Prioridad Institucional.

1.1.3. Asignar un mayor presupuesto a la función investigación e institucionalizar procesos para la búsqueda de financiamiento de proyectos

Al tratarse de una institución privada, la UCASAL debió revisar las estrategias financieras y presupuestarias para contar con recursos suficientes para el desarrollo de la investigación. Utilizando el esquema de *contratación de servicios* la UCASAL redujo a su máxima expresión los costos laborales del personal investigador, logrando una distribución más adecuada para los recursos económicos destinados a equipamiento, publicaciones, insumos, y otros rubros inherentes a la cosa. Avanzando el tiempo, el Consejo de Investigaciones dispuso un presupuesto más fortalecido para aquellos grupos de investigación que lograran publicaciones en revistas con referato internacional y/o resultados concretos de alto impacto como consecuencia de sus investigaciones. A la par, se generaron otros espacios destinados a la búsqueda de financiamiento externo, a partir de vinculaciones institucionales con áreas del gobierno y fundaciones internacionales que ponen a disposición de la universidades fondos para el desarrollo de sus líneas de interés. Esto se implementa a través de la oficina de "Área de Cooperación Internacional en I+D" que depende del Consejo de Investigaciones de la UCASAL, y que tiene como tarea esencial contactar a los grupos de investigación con instituciones que pueden aportar fondos para el desarrollo de las líneas de trabajo de cada uno.

1.2. Políticas de desarrollo de la I+D

Sobre este apartado el documento de (Chidichimo et al., 2022), considera las acciones relacionadas con la promoción y el fortalecimiento de la I+D y las vinculadas a la definición de líneas prioritarias de investigación, de las cuales la UCASAL consideró las siguientes:

- **Establecer las líneas prioritarias de investigación por unidad académica, sobre la base de los lineamientos ya definidos a nivel de Universidad**

La UCASAL muestra hoy una coherencia natural entre los lineamientos institucionales en I+D y los declarados por cada una de sus unidades académicas. Pero no siempre fue así, en principio, se formularon las líneas de investigación en ambos planos (institucional y unidad académica), y a través de un proceso de acercamiento y depuración natural, se llegó a una plena coincidencia entre ambos estamentos. La coincidencia entre el ámbito institucional que *derrama* sus propios objetivos de I+D en cada unidad académica, permite la concreción de acciones de investigación factibles y sustentables. Respecto de la Forensia Digital, la característica de congeniar tres disciplinas en el mismo espacio hizo posible que se transformara en línea de investigación prioritaria para la Facultad de Ingeniería y para la UCASAL.

- **Establecer estrategias institucionales de apoyo y promoción que contemplen las diferencias entre grupos consolidados y grupos incipientes**

Siguiendo criterios de economía procesal, la UCASAL promueve la interacción entre los grupos internos, a fin de que aquellos investigadores con solidez en su formación y experiencia como tales, participen de acciones de asesoramiento metodológico respecto de la tarea de la investigación dirigiendo a los aprendices o becarios de investigación (usualmente, docentes nóveles o graduados recientes). Al respecto, es preocupación constante del Grupo de I+D+i de Forensia Digital, el desarrollo de acciones de formación dirigida a conformar una masa crítica de investigadores que, gradualmente, vayan renovando el equipo de trabajo.

1.3. Recursos Humanos para la I+D

Con actividades vinculadas a incorporar investigadores e impulsar la participación de docentes y alumnos en proyectos de investigación, y las referidas a la formación y categorización de los investigadores el documento de (Chidichimo et al., 2022) señala 8 recomendaciones, de las cuales la UCASAL trabajó en las siguientes:

1.3.1 Propiciar la formación de recursos humanos orientados a la constitución de equipos de investigación y desarrollo, estables y afincados en la propia Universidad

Con este objeto la reglamentación relacionada a la incorporación de investigadores exige que quienes participen en proyecto de I+D solventados por la UCASAL, cumplan además funciones docentes. Y esto es así con doble sentido: por una parte, que la dedicación del docente en la institución sea más rica, y por otra parte, que la actividad investigativa tenga una bajada a la cátedra. Quienes integran proyectos de I+D, como investigadores externos, deben realizar acciones de contacto con las carreras de grado y posgrado de la UCASAL, y en lo posible, se integren como docentes de cátedra en términos de profesores extraordinarios.

1.3.2. Desarrollar un programa de formación y perfeccionamiento de RRHH para I+D

Una de las estrategias distintivas de la UCASAL ha sido la de utilizar los recursos propios para impactar en ellos mismos. Ocurre así con las carreras de posgrado, que se dejan a disposición de los docentes de la casa para que accedan a la formación cuaternaria en términos ventajosos desde lo económico y/o en condiciones de cursado ajustado a las actividades docentes. En este sentido, son cuatro los investigadores nóveles del Grupo de I+D+i de Forensia Digital, que a la fecha hacen uso de esta instancia para obtener su titulación de posgrado.

1.3.3. Promover la categorización de los docentes-investigadores con el objetivo de jerarquizar el desarrollo de la función de investigación

La UCASAL cuenta con un Reglamento de Categorización Interna de Investigadores y Tecnólogos que fija los mecanismos formales de convocatoria, revisión de antecedentes por pares externos y definición de la categoría acorde a los requisitos cumplidos, que hace posible que los investigadores de la UCASAL puedan acceder a la carrera de investigador. A la fecha, el Grupo de I+D+i de Forensia Digital cuenta con dos investigadores categorizados como "Investigador

Asociado", y un equipo de ocho investigadores seniors y juniors se han presentado al proceso de categorización de investigadores en curso.

1.3.4. Fomentar la incorporación de alumnos a los proyectos de investigación

Este apartado es una de las consignas de mayor exigencia planteada por la CONEAU en las instancias de acreditación de carreras. Bajo la premisa de que la investigación en ingeniería, parte del modelo investigación-acción, con amplia vinculación con la transferencia de conocimientos y desarrollo experimental, cada vez que se realizaba el proceso de acreditación de carreras de la Facultad de Ingeniería, era menester responder acerca del impacto de la I+D en los alumnos. Para dar respuesta, desde la Facultad de Ingeniería se estableció la incorporación de *alumnos investigadores* en los diferentes proyectos, buscando la vinculación de las acciones propuestas por éstos (en proyectos de finalización de carrera o en prácticas supervisadas) con las líneas de investigación. Así, en el caso de la línea de Forensia Digital, desde el año 2018, regularmente se suman alumnos a los proyectos de investigación.

1.4. Vinculación De La I+D Con El Contexto

La CONEAU ha formulado 11 recomendaciones respecto de este apartado, en la que se busca la vinculación de la institución con la comunidad científica y la internacionalización, las actividades referidas a la comunicación pública de la I+D y las que relacionadas a la transferencia y servicios a terceros. Por su parte, la UCASAL ha respondido a las siguientes:

1.4.1. Formular Una Estrategia De Internacionalización De La Universidad, En Particular Fomentando La Vinculación De Sus Docentes Investigadores Con Organizaciones Establecidas En Otros Países Del Mundo

Cuando no cuenta con referentes de investigación en la propia casa, la UCASAL apoya la búsqueda de investigadores formados de otras universidades, potenciando colaboraciones con grupos de trabajo de otras universidades del país y del exterior. Aquí se destaca la estrategia de conformar REDES INSTITUCIONALES de nivel regional e internacional, y la definición de una estructura organizacional denominada “Área de Internacionalización” que tiene por objetivo concretar la vinculación de la UCASAL con instituciones pares, en cuestiones relativas a la docencia, la investigación y la extensión. En particular, el Grupo de I+D+i de Forensia Digital integra varias redes temáticas vinculadas al Derecho y a la Informática y ha participado en proyectos conjuntos con universidades argentinas y latinoamericanas.

1.4.2. Promover La Difusión De Los Resultados De I+D Y La Producción Científica Y Tecnológica

La UCASAL conformó en su momento la Editorial EUCASA, con el objetivo de contribuir a la generación y divulgación del conocimiento, como fin esencial de la institución universitaria. Desde EUCASA se asesora al investigador en los aspectos de forma y estilo requeridos para una publicación de calidad, así como en la orientación acerca de donde y cómo publicar los resultados de su trabajo. Por otra parte, el Departamento de I+D de la Facultad de Ingeniería, cuenta con una publicación propia denominada *Cuadernos de Ingeniería,* la cual presenta de manera ininterrumpida desde el año 2006 los trabajos de investigadores y docentes de dicha unidad académica. Ambas instancias son aprovechadas por el Grupo de I+D+i de Forensia Digital para la difusión de las distintas instancias de informes y/o resultados.

1.4.3. Generar Una Política Específica Para Invertir En La Realización De Proyectos De Investigación Cuya Culminación Sea La Posibilidad De Prestación De Servicios Pagos Al Medio, Que Permitan La Ampliación De La Base De Ingresos De La Institución

Esta recomendación es de interés prioritario para instituciones como la UCASAL, que no cuentan con recursos económicos aportados por el estado y/o terceros para su funcionamiento. Se considera que el pasaje de los resultados de investigación en acciones de desarrollo tecnológico es muy útil en ámbitos como la Ingeniería, llegando con más facilidad al servicio de asistencia técnica y/o consultoría, sobre todo en temáticas que requieren recursos tecnológicos de equipamiento no accesibles fácilmente. En este sentido, el Grupo de I+D+i de Forensia Digital se encuentra aprestando el Laboratorio de Forensia Digital, denominado “DigiLab”, para brindar servicios de Forensia Digital a la comunidad de Salta y la región.

1.5. Integración De La I+D Con Otras Funciones Universitarias

La CONEAU ha formulado 4 recomendaciones respecto de este apartado, particularmente referido a la docencia, en cuanto a ámbito natural al que debería derivarse las acciones de I+D. La UCASAL hizo suya la siguiente:

1.3.1. Promover una mayor articulación entre las actividades de investigación y extensión, con el objetivo de afianzar y profundizar la vinculación entre ambas funciones, y de los actores sociales involucrados en las mismas

La formación cuaternaria, como parte de la formación continua de los recursos humanos institucionales, permite la generación de una masa crítica que luego puede tomarse como insumo para la investigación. Principalmente las formaciones referidas a maestrías y doctorados, en las que el asistente toma contacto con las herramientas y metodologías propias de la investigación. Desde este punto de unión entre la investigación, la formación y el desarrollo tecnológico, la UCASAL ha tomado como política propia la propuesta de resultados enfocados en el desarrollo y servicios tecnológicos, máxime desde la Facultad de Ingeniería, con el fin de responder a la demanda de una comunidad que presenta problemáticas de pronta respuesta. Una de éstas es la Forensia Digital, enmarcada en el auge del delito informático pos-pandemia y que se traduce en la búsqueda de profesionales con formación y competencias necesarias para el tratamiento de la evidencia digital. Una acción distintiva que puede considerarse desde esta óptica es el Curso de Posgrado de "Introducción al Análisis Forense de Evidencias Digitales e Incidentes de Ciberseguridad" que, de manera continua, se viene brindando a la comunidad desde el año 2020.

1.6. Actividad Y Producción Científica

Como mecánica para comunicarse con el mundo académico regional e internacional en la difusión del conocimiento, de las 4 recomendaciones que la CONEAU ha formulado para este apartado, la UCASAL puso énfasis en la siguiente:

1.6.1. Intensificar las políticas de promoción de las publicaciones de la producción científica, principalmente en revistas indexadas e incrementar la presentación de ponencias y trabajos en eventos científicos nacionales e internacionales

La promoción de publicaciones científicas es una política de fuerte base en la UCASAL. Eso se observa con la creación de EUCASA, así como con las normativas tendientes a premiar económicamente a quienes publican en revistas de prestigio internacional. Por otra parte, desde el 2002 la Facultad de Ingeniería viene incentivando la presentación de ponencias y/o artículos en eventos académicos de nivel, con ayudas económicas para que los docentes/investigadores asistan a dichos eventos para presentar los trabajos seleccionados. Luego del 2020, estos

vínculos se volcaron a los entornos virtuales y fueron plenamente aprovechados por la comunidad de docentes e investigadores de esa unidad académica.

1.7. Infraestructura Y Equipamiento Para La I+D

Respecto de este apartado, en relación con la generación de espacios propios adecuados para desarrollar la investigación el informe citado de CONEAU describe 4 recomendaciones, de las cuales la UCASAL aborda para sí:

1.7.1. Desarrollar infraestructura edilicia que asegure el uso exclusivo de la misma para las actividades de investigación, promoviendo el uso de equipamiento en los laboratorios, y la instalación de gabinetes que permitan que los docentes investigadores lleven adelante sus tareas en las sedes universitarias

En este particular, la UCASAL ha dispuesto de inversiones suficientes en infraestructura propia y adecuada para el desarrollo de la investigación. Si bien, con criterios de uso múltiple para compartir espacios para el desarrollo de la formación y la extensión, en cada unidad académica se han habilitado los espacios de oficina y laboratorios necesarios para el trabajo de los investigadores. Particularmente, en lo que respecta a la Línea de I+D+i de Forensia Digital, el contar con un Laboratorio de Forensia Digital propio, denominado DigiLab, privilegia a la institución frente a otras que no cuentan con infraestructura destinada a los procesos de análisis forense. El DigiLab es un laboratorio que, nacido como un espacio de investigación común para todos los proyectos de la Facultad de Ingeniería, se ha transformado actualmente en un laboratorio propio para el estudio de las herramientas y metodologías de análisis forense, contando a la fecha con una infraestructura tecnológica básica, que está prevista actualizarse debidamente con los avances de los proyectos de i+d previstos.

1.8 Estado de la línea de I+D+i de forensia digital en la actualidad

Los primeros proyectos encarados sobre Forensia Digital datan del año 2011 con el proyecto denominado “APLICACIÓN DE METODOLOGIAS, PROCESOS Y TECNICAS PARA LA REALIZACION DE PERICIAS INFORMATICAS” del cual participaron tres docentes de la Facultad de Ingeniería de la UCASAL. A partir de este equipo inicial, el grupo de trabajo se consolidó con la concreción de nueve proyectos que marcan la continuidad de la

línea, logrando a la fecha la conformación del grupo a cargo integrado por investigadores de tres áreas disciplinarias: informática, derecho y criminalística.

La formación académica del equipo incluye: dos doctores en ingeniería, un doctor en derecho, un especialista en derecho informático y los restantes integrantes están cursando carreras de posgrado vinculadas a las temáticas de investigación.

Además, se ha generado un espacio destinado a la promoción de la investigación entre los alumnos de la carrera de grado, mediante el desarrollo de acciones cortas y acotadas a temáticas iniciales de la Forensia Digital, como una manera de identificar a quienes pueden integrarse a futuro en el grupo de I+D+i. De estas actividades, a la fecha, participan tres alumnos de la carrera de Ingeniería en Informática, quienes se encuentran desarrollando su proyecto de finalización de carrera.

De los proyectos realizados desde el 2011 a la fecha, se realizaron 22 publicaciones científicas, algunas de ellos presentadas en eventos latinoamericanos y en revistas con referato internacional. También es destacable la creación del DigiLab, el Laboratorio de Forensia Digital creado en el 2016, con el fin de conformar el ámbito de trabajo necesario para el desarrollo de las pruebas experimentales que requieren los procesos de investigación encarados, y sobre el que actualmente se está trabajando en un proyecto de puesta en valor. Mayores detalles sobre las acciones y resultados del Grupo de I+D+i de Forensia Digital se puede visualizar en la siguiente web: https://digilab.ucasal.edu.ar/ .

2. El plan estratégico de la línea de investigación

Durante el año 2021, el equipo de trabajo de Forensia Digital ya contaba con la madurez y fortalecimiento necesarios como para pensarse a sí mismo a futuro, y definir lineamientos de trabajo que orienten la actividad investigativa en términos estratégicos. Así, recurriendo a un trabajo de equipo, con dinámicas de grupo, análisis de documentación, estudio de casos e intensas sesiones de trabajo, se formalizaron estas propuestas en un trabajo denominado, “Lineamientos Estratégicos Para El Desarrollo De La Forensia Digital En Un Modelo I+D+I” (Parra de Gallo & Colombo S, 2020). De dicho documento se extractan las consideraciones más relevantes.

Tomando como base el Plan Estratégico Institucional de la UCASAL, del cual se consideran los objetivos estratégicos del Eje 3 “Promover la investigación científica y el desarrollo tecnológico” y del Eje 4 “Cooperar con aportes de investigación, docencia y actividades de extensión a la calidad de vida de la población comunicando eficientemente y maximizando la presencia a nivel regional, nacional e internacional“, se formulan los Objetivos Estratégicos del Plan de Acción de la Línea de I+D+i de Forensia Digital, que se resumen en las Figura 9.1- 9.3, así como las líneas de acciones, resultados, indicadores, responsables de llevarlas a cabo y recursos financieros necesarios, considerando un horizonte temporal de 5 años.

Figura 9.1

Plan Estratégico. Metodologías, herramientas y servicios de la línea de I+D+I de FD

OBJETIVO ESTRATÉGICO	LÍNEA ESTRATÉGICA	ACCIÓN	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	RESPONSABLES	RECURSOS FINANCIEROS	PLAN ANUAL DE DESARROLLO				
							2021	2022	2023	2024	2025
Objetivo Estratégico 1: Desarrollar metodologías y herramientas forenses informáticas para el tratamiento técnico y legal de la evidencia digital											
	Investigar las metodologías utilizadas en el análisis forense digital y generar propuestas superadoras	Estudiar y actualizar los protocolos de actuación forense para distintos tipos de evidencia digital	Desarrollo de Guías Metodológicas para el análisis forense digital de distintos tipos de evidencia digital	Cantidad de Guías Metodológicas desarrolladas	Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D.					
	Investigar y desarrollar herramientas de software para el análisis forense digital	Estudiar los nuevos tipos de evidencia digital que surgen en los escenarios tecnológicos emergentes	Informes Técnicos sobre evidencias digitales en escenarios tecnológicos emergentes	Cantidad de Informes Técnicos	Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D					
		Desarrollar software destinado al análisis forense de nuevos tipos de evidencia digital	Desarrollo de herramientas de software para el análisis forense	Cantidad de prototipos de software desarrollados	Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D					
Objetivo Estratégico 2: Ofrecer al sector público y privado servicios de análisis forense y consultoría que se puedan desarrollar en el Laboratorio DigiLab											
	Promover la oferta de servicios de análisis forense y consultoría del Laboratorio DigiLab	Desarrollar un plan de marketing de los servicios ofrecidos por el Laboratorio DigiLab	Plan de Marketing y difusión	Mediciones de Impacto en las redes sociales	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D. Recursos propios de las áreas institucionales que participan					
	Desarrollar servicios de análisis forense y consultoría a terceros	Ofrecer servicios de análisis forense y consultoría al sector público y privado	Servicios de análisis forense y consultoría demandados por el sector público y privado	Cantidad de servicios de análisis forense y consultoría realizados, identificados por sector	Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D					
	Desarrollar servicios de cloud computing a otros proyectos de i+d de la UCASAL	Ofrecer servicios de almacenamiento y procesamiento virtual a otros proyectos de i+d de la UCASAL	Máquinas Virtuales utilizadas por investigadores de la UCASAL	Cantidad de máquinas virtuales instaladas	Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D					

Figura 9.2

Plan Estratégico. Formación De Recurso Humano Y Servicios De Formación

OBJETIVO ESTRATÉGICO	LÍNEA ESTRATÉGICA	ACCIÓN	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	RESPONSABLES	RECURSOS FINANCIEROS	PLAN ANUAL DE DESARROLLO				
							2021	2022	2023	2024	2025
Objetivo Estratégico 3: Desarrollar acciones de formación continua en temáticas propias de la Forensia Digital, dirigidas a la comunidad profesional del ámbito judicial y forense											
	Desarrollar acciones de capacitación continua en Forensia Digital	Brindar Cursos de actualización y/o posgrado sobre temáticas de Forensia Digital	Programa de capacitación continua en Forensia Digital (Oferta abierta)	Cantidad de profesionales formados	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D. A partir de 2022, recursos provenientes de servicios a terceros (capacitación, asistencia técnica y consultoría).					
			Programa de capacitación continua en Forensia Digital (Oferta in company)	Cantidad de instituciones que participaron del programa	Áreas institucionales de formación contínua, Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D. A partir de 2022, recursos provenientes de servicios a terceros (capacitación, asistencia técnica y consultoría).					
Objetivo Estratégico 4: Fomentar y fortalecer la formación académica de los recursos humanos que integran el Grupo de I+D en Forensia Digital.											
	Fomentar la formación posgrado de los investigadores	Asignar becas de estudio de posgrado a los investigadores según necesidades e intereses de los investigadores	Investigadores formados en temáticas vinculadas a la Forensia Digital	Cantidad de investigadores con título de posgrado logrado	Investigadores del Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a la Formación de Investigadores. A partir de 2022, recursos provenientes de servicios a terceros (capacitación, asistencia técnica y consultoría).					
	Fomentar la capacitación técnica continua de los investigadores	Identificar las temáticas de capacitación continua requeridas para los proyectos de I+D	Programa de capacitación técnica contínua dirigida a los integrantes del Grupo de I+D	Cantidad de investigadores capacitados	Investigadores del Grupo de I+D de Forensia Digital	Recursos asignados a la Formación de Investigadores. A partir de 2022, recursos provenientes de servicios a terceros (capacitación, asistencia técnica y consultoría).					

Figura 9.3
Plan Estratégico. Posicionamiento Local, Regional y vínculos con actividades de docencia

OBJETIVO ESTRATÉGICO	LÍNEA ESTRATÉGICA	ACCIÓN	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES	RESPONSABLES	RECURSOS FINANCIEROS	PLAN ANUAL DE DESARROLLO				
							2021	2022	2023	2024	2025
Objetivo Estratégico 5: Posicionar el Laboratorio DigiLab como espacio de referencia local y regional al servicio de las problemáticas de la Forensia Digital											
	Actualizar la infraestructura tecnológica del Laboratorio DigiLab acorde a las tendencias de la Forensia Digital	Desarrollar un Plan de inversiones para la actualización continua de la infraestructura tecnológica del Laboratorio DigiLab	Actualización continua de la infraestructura tecnológica del Laboratorio DigiLab	Cantidad de componentes de hardware y software actualizados	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a Adquisición de Equipamiento para I+D					
	Fortalecer la estructura organizativa del Laboratorio DigiLab acorde al crecimiento de los servicios de análisis forense y consultoría	Ajustar la estructura organizativa del Laboratorio DigiLab	Organigrama Actualizado del Laboratorio DigiLab	Cantidad de revisiones del Organigrama del Laboratorio DigiLab	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D. Recursos propios de las áreas institucionales que participan					
	Incorporar normas de calidad para la gestión técnica y operativa del Laboratorio DigiLab	Desarrollar un Sistema Integrado de Gestión de Calidad y Seguridad de la Información para el Laboratorio DigiLab	Certificación del Sistema de Gestión Integral del Laboratorio DigiLab	Cantidad de procedimientos ajustados a normas	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D. Recursos obtenidos en Convocatorias de Financiamiento Externo (PITES-MCyT)					
Objetivo Estratégico 6: Establecer vínculos con las actividades de docencia, mediante el desarrollo de acciones conjuntas tendientes a difundir los resultados de I+D+i y a promover la formación de investigadores entre el estudiantado.											
	Desarrollar actividades de vinculación con las cátedras de las carreras de grado y posgrado	Realizar eventos académicos internos de divulgación y discusión de temas de investigación, enfocados desde las cátedras de interés	Realización de seminarios de divulgación dirigido a las cátedras del área de Seguridad y Derecho de las carreras de grado y posgrado	Cantidad de eventos académicos realizados	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D.					
	Desarrollar actividades de formación práctica en las carreras de grado y posgrado	Conformación del Banco de Temas de I+D+i para que los alumnos accedan a espacios iniciales de investigación	Alumnos de las carreras de grado y posgrado desarrollando actividades curriculares (PPS, Proyecto de Grado, Trabajo Final Integrador)	Cantidad de alumnos que participan en actividades curriculares vinculadas al Banco de Temas de I+D+i	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D.					
		Incentivar a alumnos de otras instituciones educativas a participar en las acciones definidas en el Banco de Temas de I+D+i	Alumnos de carreras de grado y posgrado de instituciones asociadas a la UCASAL	Cantidad de alumnos externos que participan en actividades curriculares vinculadas al Banco de Temas de I+D+	Grupo de I+D de Forensia Digital, Áreas institucionales responsables	Recursos asignados a los proyectos anuales de I+D.					

3. Principales Resultados Logrados

Si bien el Plan Estratégico descripto en el apartado anterior es de reciente formulación, se pueden tomar los resultados logrados por el grupo de Forensia Digital a lo largo de estos 11 años de trayectoria, para lograr un cabal conocimiento del grado de maduración y sustancia que tiene el equipo de investigación a la fecha. Del conjunto de actividades que conforman la amplia gama de acciones, publicaciones, eventos académicos, servicios y herramientas generadas por el Grupo de I+D+i de Forensia Digital, destacamos los siguientes:

3.1 Continuidad De La Línea De Investigación Según Distintos Objetos De Estudio

Los distintos proyectos de investigación abordados a partir del 2011 se presentan organizados a partir del *objeto de estudio* considerado en cada uno de ellos. Así, se pueden mostrar los resultados logrados, con un resumen de las principales publicaciones para cada temática abordada.

3.1.1. Proyectos vinculados al análisis forense del Correo Electrónico:

El primer objeto de estudio que se investigó fue el Correo Electrónico, logrando como resultados destacados los siguientes:

- Desarrollo de la herramienta forense *ObE Forensics (https://obe.digilab.ucasal.edu.ar/)* una aplicación web destinada al análisis forense de correos electrónicos.
- Una tesis doctoral y cinco publicaciones con referato.
    - Vinculación con institutos de investigación de otras universidades: INGARCONICET (de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina); y el LABORATORIO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis, Argentina)

A continuación, se resume la principal publicación:

Una Ontología del Correo Electrónico y su Trazabilidad como Soporte para la Forensia Digital (H. B. Parra, 2019). Se trata de una tesis doctoral que aborda el proceso de transmisión del correo electrónico y lo modela mediante una ontología para representar la trazabilidad del envío de la comunicación, fijando así las condiciones de veracidad e inalterabilidad del correo electrónico, condiciones éstas para lograr el no repudio de la evidencia. Se desarrolló una ontología denominada OntoFoCE que permite identificar 21 preguntas de competencia para el abordaje de los puntos de pericia habituales sobre un correo electrónico, y el desarrollo de una aplicación web, denominada ObE Forensics, que actúa como herramienta forense para el análisis de correos electrónicos.

Las restantes publicaciones citadas son: *Aplicación de la Ingeniería Ontológica para representar la trazabilidad de un Correo Electrónico* (B. P. De Gallo & Leone, 2016)*; Advances in the application of Ontologies in the area of Digital Forensic Electronic Mail* (B. Parra et al., 2019)*; OntoFoCE: Herramienta para el Análisis Forense de Correos Electrónicos* (Notario et al., 2019)*; Un Modelo de Calidad para Evaluación de Herramientas de Análisis Forense de Correos Electrónicos* (Folledo et al., 2021) publicación realizada en conjunto con investigadores del LABORATORIO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis (Argentina); y *OntoFoCE and ObE Forensics. Email-traceability supporting tools for digital forensics* (H. B. Parra & Vegetti, 2022) *(*in evaluating).

3.1.2. Proyectos Vinculados Al Análisis Forense Del Internet De Las Cosas

A partir del 2018 se trabajó en temáticas vinculadas al análisis forense de entornos de Internet de las Cosas (IoT).

Los principales resultados se indican a continuación: Propuesta de Criterios Técnicos y Legales para responder a la Vulnerabilidad de Internet de las Cosas (Luz Clara et al., 2018); Proyecto de creación de un Laboratorio de Forensia de IoT (Rivetti et al., 2020); Propuesta de una Guía de Actuación Forense de Entornos IoT (Beatriz Parra de Gallo, 2022); Análisis Forense de Entornos IoT. Caso de estudio: "Sistema Inteligente para la Captura de Datos de Medidores de Energía Eléctrica" (B. Gallo, 2022) que se realizó en conjunto con el Laboratorio de Redes y Ciberseguridad LARYC (Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina); y Análisis Forense de Entornos IoT (B. Gallo et al., 2022) (in evaluating).

3.1.3. Proyectos vinculados al análisis forense de Servicios de Cloud Computing

En el año 2021, se inicia el estudio de los servicios web, desde el punto de vista de la tecnología cloud computing, habiendo avanzado en las siguientes publicaciones: Implicaciones Jurídicas en el entorno del Big Data. El caso de la app NAVEGA SEGURO (Becerra et al., 2020) (in evaluating). Publicación realizada con el Grupo de Investigación en Derecho Público y TIC de la Facultad de Derecho de la Universidad Católica de Colombia; EEG sensor prototype for recording the attention under ANT method (Acosta et al., 2021) Publicación realizada en conjunto con investigadores del Grupo de Investigación en Software Inteligente y Convergencia Tecnológica, GISIC la Universidad Católica de Colombia; Auditoría de vulnerabilidades de seguridad de una arquitectura de procesamiento analítico basada en Azure (B. P. De Gallo et al., 2022) (in evaluating).

3.2. Actividades Vinculadas A La Formación De Recursos Humanos

Desde el Grupo de I+D+i se realizaron de manera continua un conjunto de acciones de capacitación dirigidas tanto al entorno interno del equipo de investigadores, como a la comunidad científica y profesional interesada en la Forensia Digital. A continuación, se señalan las diferentes acciones implementadas.

Curso de “Forensia Digital”, 40 hs de duración, en modalidad presencial y virtual, se imparte de modo continuo desde el año 2016 a la fecha, dictado a profesionales informáticos, abogados, criminalísticos e interesados en la temática. Curso de “Introducción a la Informática Forense, herramienta Autopsy”, 40 hs de duración, en modalidad virtual, impartido por el equipo docente del Info-Lab (Universidad FASTA, Mar del Plata, Argentina), al equipo de investigadores del Grupo de I+D+i de Forensia Digital. Curso de “Seguridad de Infraestructuras Críticas”, 60 hs de duración, en modalidad virtual, impartido por el equipo docente del Instituto de Ciberseguridad (Universidad Nacional de la Defensa, Argentina), al equipo de investigadores del Grupo de I+D+i de Forensia Digital. Diplomatura en “Seguridad Informática en Entornos de Trabajo Virtual”, 60 hs de duración, en modalidad virtual, impartido por el equipo de investigadores del Grupo de I+D+i de Forensia Digital, dictado a profesionales informáticos interesados en la temática. Cátedras de FORENSIA DIGITAL habilitadas en carreras de posgrado de Maestría en Ingeniería de Sistemas de Información y Especialización en Sistemas de Información, de la Universidad Tecnológica Nacional (Argentina). Cátedras de FORENSIA DIGITAL habilitadas en carreras de grado de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Unisangil (Colombia) y de la carrera de Licenciatura e Ingeniería en Informática de la Universidad del Valle de Atemajac (México). Webinarios sobre temáticas de FORENSIA DIGITAL, impartidos a solicitud de Colegios y Asociaciones vinculadas a profesionales informáticos, del área de las ciencias jurídicas y de las ciencias forenses.

Además de las publicaciones citadas, los resultados de las actividades desarrolladas por el Grupo de I+D+i de Forensia Digital de la UCASAL incluyen las siguientes: VIII Congreso Iberoamericano de Investigadores y Docentes de Derecho e Informática, organizado por la UCASAL en Salta (Argentina) en el año 2018; y XII Congreso Iberoamericano de Investigadores y Docentes de Derecho e Informática, organizado por la UCASAL en Salta (Argentina) a realizarse en el año 2022.

Por último, pero no menos importante, se destacan las acciones tendientes a la formación de una masa crítica de becarios de investigación, mediante la convocatoria de ayudantías en investigación dirigida a los alumnos del ciclo superior de la carrera de Ingeniería en Informática de la UCASAL.

4. Conclusiones

La experiencia lograda en el desarrollo del Grupo de I+D+i de Forensia Digital seguramente se puede tomar como reflejo de cualquier otro grupo de investigación de nuestras universidades latinoamericanas, que enfrentan problemáticas comunes de estructuración, políticas, recursos y exigencias institucionales.

El desarrollo logrado mediante el esfuerzo continuo y voluntarioso de un grupo humano esperanzado en cumplir cabalmente con la función de investigación, a la que se suman los esfuerzos institucionales de mucho o poco esfuerzo, son una historia conocida para la comunidad universitaria regional.

Por otra parte, son pocas las experiencias de recurrir a la formulación de planes estratégicos para el desarrollo de una línea de investigación. El proceso de investigación debe desempolvarse de conceptos anquilosados y ajustarse a los nuevos tiempos. No sabemos si Plan Estratégico formulado para el Grupo de Forensia Digital será exitoso, pero sí sabemos que sin él se tiene menos probabilidades de subsistir como espacio dedicado a la generación del conocimiento.

En las últimas décadas, lo aquí relatado parecía ser el camino más recurrente para formalizar y fortalecer la función sustantiva de la investigación universitaria, pero ahora, en tiempos de pos pandemia, la vida institucional de nuestras casas de estudio ha cambiado profundamente, y con ello, las reglas de juego para el desarrollo de acciones de i+d también. Se vienen nuevos aires de la mano de la virtualidad, nuevos paradigmas sociales y de interacción a los que deberemos responder para no perder la esencia fundacional de la institución universitaria: formar, investigar y transferir conocimientos.

5. Referencias Bibliográficas

Acosta, A. L., Bolivar, H., Pardo, F., Gallo, B., Rios, S., & Barreto-Zambrano, M. L. (2021). EEG sensor prototype for recording the attention under ANT method. *2021 7th Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias En Ingeniería, CONIITI 2021 - Conference Proceedings*. https://doi.org/10.1109/CONIITI53815.2021.9619717

Beatriz Parra de Gallo, H. (2022). Proposal for a Forensic Action Guide for Internet of

Things (IoT) Environments. *Computacion y Sistemas*, *26*(1), 441–460. https://doi.org/10.13053/CyS-26-1-3898

Becerra, J., Luz Clara, B., Dorado, J., Velandia, J., & Araoz F., J. (2020). *Implicancias Jurídicas en el entorno de Big Data. El caso de la App NAVEGA SEGURO*.

Chidichimo, G., Niz, J. N., Sánchez Cestona, J., & Tovillas, P. (2022). Estudio sobre las recomendaciones para el mejoramiento institucional. In C. Área de Desarrollo, Investigaciones y Estadísticas de la Dirección de Desarrollo, Planeamiento y Relaciones Internacionales (Ed.), *Syria Studies* (Vol. 7, Issue 1). https://www.coneau.gob.ar/archivos/publicaciones/EvaluacionExternaInstitucionesUniversitarias.pdf

Folledo, D. A., Salgado, C., Garis, A., Miranda, E., Notario, E., & Parra de Gallo, B. (2021). Un Modelo de Calidad para Evaluación de Herramientas de Análisis Forense de Correos Electrónicos. *CONAIISI 2021*, 388–398.

Gallo, B. (2022). *Análisis Forense de Entornos IoT. Caso de Estudio: Sistema Inteligente para la Captura de Datos de Medidores de Energía Eléctrica*. UFASTA.

Gallo, B., Salamandri, S., & Solinas, M. A. (2022). *Análisis Forense de Entornos IoT*. 1–12.

Gallo, B. P. De, Bolivar, H., & Mendez Garabetti, M. (2022). *Auditoría de vulnerabilidades de seguridad de una arquitectura de procesamiento analítico basada en Azure*.

Gallo, B. P. De, & Leone, H. (2016). Aplicación de la Ingeniería Ontológica para representar la trazabilidad de un Correo Electrónico. *2º Simposio Argentino de Ontologías y Sus Aplicaciones (SAOA 2016)*, 108–121.

Luz Clara, B., Aráoz Fleming, J. D., Rivetti, E., Gamarra, A., & Parra de Gallo, H. B. (2018). PROPUESTA DE CRITERIOS TÉCNICOS Y LEGALES PARA RESPONDER A LA VULNERABILIDAD DE INTERNET DE LAS COSAS. *XXII Congreso Iberoamericadno de Derecho e Informática*.

Notario, E., Gallo, B. P. de, Vegetti, M., & Leone, H. (2019). OntoFoCE: Herramienta para el Análisis Forense de Correos Electrónicos. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *32*, 17–32. https://doi.org/10.17013/risti.32.17-32

Parra, B., Vegetti, M., & Leone, H. (2019). Advances in the application of Ontologies in the area of Digital Forensic Electronic Mail. *IEEE Latin America Transactions*, *17*(10), 1694–1705. https://doi.org/10.1109/TLA.2019.8986448

Parra de Gallo, H. B., & Colombo S, F. (2020). LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA EL DESARROLLO DE LA FORENSIA DIGITAL EN UN MODELO I+D+i. *5° Congreso Argentino de Ingeniería 3° Congreso Latinoamericano de Ingeniería 11° Congreso Argentina de Enseñanza de La Ingeniería*, 764.

Parra, H. B. (2019). *Una Ontología del Correo Electrónico y su Trazabilidad como Soporte para la Forensia Digital* [Universidad Tecnológica Nacional]. https://digilab.ucasal.edu.ar/tesis

Parra, H. B., & Vegetti, M. (2022). *OntoFoCE and ObE Forensics . Email-traceability supporting tools for digital forensics*.

Rivetti, E., Gamarra, A., & Gallo, H. B. P. De. (2020). Proyecto de Creación de un Laboratorio de Forensia de IoT. *REDI - Revista Digital Del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas UNLAM (In Press)*, *1*, 1–10.

Propuesta De Formación En Pruebas De Software Como Estrategia De Fortalecimiento Al Currículo Académico De Profesionales En Ti

Proposal For Training In Software Testing As A Strengthening Strategy For The Academic Curriculum Of It Professionals

AE Villamizar Jaimes [1]. LF Bohórquez Chacón. [2] DE Soto Durán. [1] MP Roja s Puentes[3]

[1] Tecnológico de Antioquia institución universitaria, Cl. 78b #72 A-220, Medellín, Robledo, Medellín, Antioquia Colombia; (Tel:(+57) (3207295747) e-mail: aixa.villamizar@tdea.edu.co, dsoto@tdea.edu.co).

2 Universidad de Santander UDES, Cl. 11A Nte. #3-19, Cúcuta, Norte de Santander Colombia; (Tel: (+57)(607)5791008; e-mail: le.bohorquez@mail.udes.edu.co).

[3]Universidad Francisco de Paula Santander, #0- a Avenida Gran Colombia No. 12E-96 San José de Cúcuta, Colombia, (Telf:(+57) (607) 5776655; e-mail, pilarrojas@ufps.edu.co,)

Introducción

La industria de Software en crecimiento y las transformaciones de la organización, demandan el ingeniero de sistemas mayores capacidades en el proceso de desarrollo y por consiguiente competencias de alto nivel en la ejecución de pruebas de software que garantice la calidad de un producto funcional para cliente, seguro, documentado y con posibilidades de escalabilidad y portabilidad, entre otros (Garousi, Rainer, Lauvås jr, & Arcuri, 2020). Este requerimiento demanda para las instituciones de educación superior con programas en el área de ingeniería y tecnología en sistemas o afines, una formación que garantice las competencias necesarias de tester o probadores de software.

En el contexto de desarrollo de software, el crowdsourcing como tendencia de desarrollo abierto y distribuido, aplicado en cualquiera de los modelos de desarrollo; producción por pares, competición, micro tareas, posicionan las pruebas de software como mecanismo de garantía de calidad desde la fase de especificación de requerimientos hasta el ensamble, con el fin de garantizar tanto el producto, como el proceso. En los proyectos de desarrollo de Crowdsourcing de Software Basado en la Competencia (CBSCD) el ciclo de vida incluye; conceptualización, especificación, arquitectura, diseño de componentes, desarrollo de componentes, ensamblaje y pruebas. En este, el testing se establece de manera transversal desde etapas tempranas del desarrollo. (HU, WU, LUO, WANG, & LI, 2020) (D. LaToza & van der Hoek, 2016).

Así mismo en esta tendencia de desarrollo, las pruebas de diseño requieren altas competencias y preparación para el desarrollador de Software. Generalmente se usan cuadros de mando para evaluar soluciones, lo cual requiere además de las competencias técnicas, soft skills tales como; diligencia, rigurosidad, concentración, criterios para la toma de decisiones. Los cuadros de mando utilizados por los probadores son normativos, así se garantiza la calidad de los componentes del Software, permite examinar las correcciones técnicas, las documentales y la flexibilidad de la solución. El Crowdsourcing ha penetrado la práctica de desarrollo de software y cada vez más el desafío aumenta en las pruebas de compatibilidad de las diferentes aplicaciones con dispositivos mediante las pruebas de funcionalidad y estudios de usabilidad, así como las de vulnerabilidades de seguridad. (D. LaToza & van der Hoek, 2016).

Teniendo en cuenta que la tendencia del crowdsourcing es mundial debido al aumento en la velocidad de desarrollo, requerido por la industria del software, se identifican mayores desafíos en la formación de competencias específicas en estudiantes de ingeniería de Sistemas y afines, entre las cuales se encuentra el desarrollo de pruebas de funcionalidad, la usabilidad, la confiabilidad, el rendimiento, la infraestructura y las pruebas de regresión. (Bouque & Fairley, 2013) (Bruegge & Dutoit, 2002) (Parada Gélvez, 2010) (Pressman, 2010).

Las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de desarrollar las competencias necesarias para que los profesionales trabajen de manera individual y grupal, acogiéndose a las mejores prácticas y metodologías de la disciplina asociadas a la ingeniería del software específicamente el dominio de pruebas de software. El desarrollo de estas competencias le permite al estudiante el desempeño en el mundo laboral, iniciando la curva de aprendizaje en los escenarios académicos y complementándolas en los escenarios laborales. En consecuencia, es necesario establecer en el proceso formativo de educación, indicadores de enseñanza aprendizaje en función del estudiante; por ello, los resultados de aprendizaje (RA) se convierten en factor esencial de los programas académicos de educación superior. Los RA denotan la meta que el programa debe alcanzar en función del proceso de enseñanza aprendizaje teniendo al estudiante como el eje del proceso formativo. (Decreto 1330, 2019)

En respuesta a lo anterior se planteó una estrategia didáctica como propuesta de formación de pruebas de software para el fortalecimiento de los programas académicos enfocados en las TIC, con el propósito de adoptar competencias requeridas en el entorno laboral para desempeñar tareas relacionadas a las pruebas de software. Esta estrategia se estructuró bajo los fundamentos teóricos de (Kolb D. , 1984) basado en Aprendizaje Experiencial e

Individual, y se desarrolló en 4 fases; caracterización de referentes y estándares aplicados a las pruebas de software, la definición de una estrategia didáctica y la estructuración y validación del modelo de formación.

El presente capítulo de libro se centra en la explicación del logro de resultados de la fase 2 y 3; definición de la estrategia didáctica y la estructuración del modelo de formación y resultados parciales de la fase 4.

1. Marco teórico

1.1 Pruebas de Software y Calidad de Software

En el ciclo de vida del software, las pruebas de software aseguran que el producto cumpla con los requerimientos previamente definidos, por consiguiente, comportan la ejecución de un sistema, componente o elemento de software bajo condiciones controladas, para evaluar, registrar y corregir las características de este, de acuerdo con las diferencias entre los resultados de la ejecución y las condiciones esperadas en un aspecto determinado, (ISO, 2010), (ISO, 2013), (IEEE 1059, 1993), (Myers, Sandler, & Badgett, 2015). Además, en relación con la norma International Software Testing Qualifications Board - ISTQB mencionado por (Graham, Veenendaal, & Evans, 2008) las pruebas incorporan procesos como la planificación del proyecto, el análisis, diseño e implementación de casos de prueba; por otra parte, se contempla la descripción de la evaluación de las condiciones que se deben cumplir antes de que se puedan concluir las pruebas, la elaboración de informes, y finalmente el cierre de la prueba. En consecuencia; la calidad, es el punto en el que el conjunto de las características anteriormente mencionadas cumple con los requerimientos esperados, indicando la satisfacción del interesado del software, y determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad. ISO (9000) mencionado en (Garcia, Dávila, & Pessoa, 2014) (Graham & Fewster, 2012) mencionado en (Viteri Arias, Mayorga Soria, Navas Moya, & Molina Palma, 2018)

En tal sentido los procesos de verificación y validación efectuado en el desarrollo de software con base al estándar ISO / IEC 29119, se asocian al proceso de pruebas (Villamizar Suaza, Soto-Duran, Giraldo Mejía, & Jiménez-Builes, 2016). En este contexto se menciona el nivel, el tipo de prueba y la técnica (Soto, Jiménez, & Reyes, 2017). El nivel, hace referencia

al alcance de evaluación del producto; dependiendo de su propósito, uso, comportamiento o estructura (Bouque & Fairley, 2013) y existen 6 niveles de prueba; las unitarias, las de componentes (Parada Gélvez, 2010); las de integración, (Bouque & Fairley, 2013), las del Sistema, las de aceptación y las de regresión. (Bouque & Fairley, 2013) (Pressman, 2010).

Los tipos de prueba están asociados con un aspecto a evaluar del producto; función, uso, confiabilidad, rendimiento, infraestructura. Las pruebas funcionales prueban requisitos, control de acceso, seguridad, y volumen; las de usabilidad, se encargan de validar la facilidad de uso del software; las pruebas de rendimiento determinan la estabilidad y capacidad de respuesta del software; la de confiabilidad involucra, las pruebas de integridad, las estructurales y las pruebas de estrés. Las de infraestructura abarcan tanto las pruebas de configuración como de instalación. Finalmente, las pruebas de regresión se refieren a la realización de casos de pruebas previamente ejecutados cuando se han realizado modificaciones en el software.

Dentro de las técnicas que se realizan en los procesos de verificación y validación de acuerdo con la ISO 29119 (ISO, 2013), se tienen las siguientes: las dinámicas, las estáticas, las de caja blanca o estructural (Borade & Khalkar , 2013); y las de caja negra también llamadas funcionales. Según (Torres, 2014), los criterios en los que se basan las técnicas son: esfuerzo del software, tamaño del software, casos de prueba, actividades de prueba.

1.2 Competencias, resultados de aprendizaje.

Los objetivos de aprendizaje son orientados hacia la planificación de actividades o pasos para el logro de las metas que se desean alcanzar en la enseñanza de un curso, estableciendo los contenidos y actividades necesarias para alcanzar el conocimiento, procedimientos y actitudes deseadas. En consecuencia, se considera que la competencia es la integración de conocimientos, habilidades y actitudes para poner en acción el desempeño en un contexto dado. Por lo tanto, van más allá del proceso de planificación del aprendizaje y se estructuran en objetivos de distintos contenidos, dando origen a la definición de lecciones de aprendizaje como mecanismo de planificación de los objetivos de aprendizaje.

Una lección de aprendizaje es considerada como una práctica didáctica en la cual una persona aprende y práctica. Para el estudio, las lecciones de aprendizaje se constituyen en el mecanismo de planificación para el logro del aprendizaje de temáticas, procedimientos y actitudes propias de un tester, y se asume que la ejecución de un conjunto de lecciones permite el logro de las competencias establecidas.

En el contexto de la educación superior en Colombia, y con fundamento en el decreto 1330, el estudio incorpora dos estrategias didácticas; una basada en el desarrollo de lecciones de aprendizaje y la otra en el diseño de un plan didáctico de pruebas de software, como mecanismo de medición, seguimiento y análisis de los resultados de aprendizaje orientados a las pruebas de software.

En este contexto se asume para el estudio el concepto de resultados de aprendizaje planteado por el Ministerio de Educación Nacional Colombiano; los resultados de aprendizaje son concebidos como las declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre en el momento de completar su programa académico, coherentes con las necesidades de formación integral y con las dinámicas propias de la formación a lo largo de la vida necesarias para un ejercicio profesional y ciudadano responsable, los cuales se espera que estén alineados con el perfil de egreso planteado por la institución y por el programa específico.

Para la definición de competencias se asumen los planteamientos del proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies) (OCDE, 2005), entendiendo que la competencia es "La capacidad para responder a las exigencias individuales o sociales para realizar una actividad o una tarea" desde una combinación de "habilidades prácticas y cognitivas interrelacionadas, conocimientos (incluyendo el conocimiento tácito), motivación, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y de comportamiento que pueden ser movilizados conjuntamente para actuar de manera eficaz". En tal sentido el proyecto Tuning, mencionado en (González & Wagenaar, 2006), afirman que las competencias "representan una combinación dinámica de conocimientos, habilidades, capacidades y valores". Por lo anterior la competencia es una actuación integral que permite identificar, interpretar, argumentar, y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética, integrando el saber ser, el saber hacer, el saber conocer. (Perrenoud, 2008).

1.3 Estándares De Prueba De Software Iso/Iec/Ieee 29119

Los estándares de prueba de software ISO/IEC/IEEE 29119, son un conjunto de documentos que tratan los conceptos, procesos, técnicas, documentos, tecnologías y términos de pruebas de software, acordados internacionalmente para ser utilizados por cualquier organización al realizar cualquier forma de prueba de software. Existen un número significativo de estudios que plantean el estándar como el de mayor aplicación organizacional. Los lineamientos ISO ISO/IEC/IEEE 29119-1:2013, ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013, ISO/IEC/IEEE 29119-4:2015, ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013, en su respectivo orden determinan la importancia

de la implementación de las pruebas de software en las organizaciones, las pruebas basadas en los riesgos, las estrategias de prueba definidas con respecto a las actividades ordenadas y organizadas en la planificación. Así mismo respecto a la planificación para el proceso de pruebas de software, sugieren las técnicas que se pueden utilizar para diseñar de los casos de prueba, también aporta las plantillas para la documentación de los productos de software que se pueden utilizar, la planificación, el control, el seguimiento y la finalización de las pruebas, incluyendo el diseño e implementación, gestión del entorno, ejecución y reporte de incidencias. Finalmente, la norma específica las técnicas para la implementación de pruebas de software.

Por lo anterior la estrategia didáctica se plantea para el desarrollo de competencias de pruebas de software basadas en estos lineamientos.

1.4 Estrategia Didáctica

La estrategia didáctica es el conjunto de actividades estructuradas, planificadas y formalizadas por el docente, orientadas a la obtención de una meta claramente establecida, con el objetivo de lograr en el estudiante la construcción del aprendizaje y alcanzar los objetivos y contenidos planteados. Su aplicación requiere del perfeccionamiento de procedimientos y de técnicas cuya elección detallada y diseño son responsabilidad del docente (UNED, 2018)(Mansilla & Beltrán, 2013).Vista como una estrategia de enseñanza, (Fortea, 2009) planea que su diseño debe partir de la metodología que se establece para el logro de los objetivos y de la didáctica como herramienta de la metodología, en este sentido la didáctica se refiere al acto de enseñar, transmitir y aprender, así como toda aquella acción inmersa en el proceso de enseñanza-aprendizaje; por lo cual se puede decir que la didáctica utiliza a la metodología como medio para ejecutarse. Con lo anterior se puede afirmar que las estrategias didácticas pueden traer beneficios tanto a los docentes como a los alumnos, los docentes consiguen optimizar la adquisición de conocimientos y a los alumnos se les favorece el aprendizaje sobre aquellas competencias que se hayan establecido como desarrollables.

2. Metodología

El enfoque de la investigación es mixto de alcance descriptivo de acuerdo con la naturaleza de los datos recolectados y las técnicas utilizadas tanto para la recolección como el análisis de datos. La investigación se desarrolló en cuatro fases; caracterización de las pruebas de software, definición de la estrategia didáctica, definición de modelo de formación y validación del modelo.

2.1. Población y Muestra.

El presente proyecto se realizó con población de dos ciudades colombianas y una Argentina. Estuvo conformada por docentes de las instituciones de educación superior, desarrolladores y representantes de empresas de Cúcuta, Medellín y Catamarca. De igual manera se contó con la participación de jóvenes entre los 16 a 30 años de la Universidad de Santander y del Tecnológico de Antioquia de la ciudad Cúcuta y Medellín respectivamente.

La Muestra, de acuerdo con la naturaleza del proyecto y sus objetivos es intencional, no probabilística. Los participantes se vincularon de acuerdo con los intereses, objetivos de la investigación y los criterios de inclusión estimados por los investigadores. Estos criterios fueron: estudiantes de programas de ingeniería sistemas, ingeniería en software y tecnología en sistemas de las dos instituciones, docentes con experiencia en formación en desarrollo de Software, ejecución en pruebas de Software y desarrollo de proyectos de Software, y empresarios o representantes de empresas de la industria del Software. La muestra finalmente estuvo conformada por 23 representantes de empresas,11 docentes, 12 Estudiantes de Ingeniería y de tecnología en Software.

2.2. Técnicas, Procedimientos De Recolección, Análisis De Información Y Métodos.

Se utilizaron como técnica de recolección de información; Revisión Sistemática de la Literatura, encuestas, grupos focales, historias de usuario, análisis descriptivo, listas de cotejo, análisis de contenido, validación por juicio de expertos, técnicas ágiles de desarrollo software y pruebas de software.

Los procedimientos, métodos e instrumentos utilizados en la ruta metodológica de las fases 2, 3, y 4 se muestran en la figura 10.1.

Figura 10.1

Ruta Metodológica

2.3 Método De Validación De Las Lecciones

El método de validación utilizado fue el de validación de contenido de las lecciones. Este se realizó a través de la técnica de juicio de experto (Galicia Alarcón, Balderrama Trápaga, & Navarro, 2017) Este se realizó a través de la técnica de juicio de experto, en la cual se establecieron los siguientes criterios de selección de expertos y los criterios valuación del contenido, en la cual se establecieron los siguientes criterios de selección de evaluación

Criterios de Selección del Experto; docentes de programas de Ingeniería o afines, con más de 10 años de experiencia en el desarrollo de Software específicamente en el contexto de pruebas y en la orientación de asignaturas de desarrollo de Software o programación de computadores, de profesión ingenieros de Sistemas.

Criterios de evaluación. Se consideraron como criterios a evaluar en el contenido de las lecciones los siguientes; Pertinencia del contenido de las lecciones y de las temáticas de las lecciones con las competencias (citar); con el fin de verificar si las temáticas de las lecciones pertenecientes a la competencia eran apropiadas y suficientes para desarrollar la competencia

o del contenido de la lección respecto al objetivo de aprendizaje. **Coherencia; con el fin de validar si** las ideas que constituían el texto de cada lección, tanto las principales como las secundarias, se encontraban vinculadas lógica y eficazmente de modo que el lector pudiera identificar el significado global del texto. **Cohesión Textual; sinónimo de** cohesión del texto, con el fin de validar el grado de vinculación que existía entre los elementos de un mismo texto, es decir, la medida en que la secuencia estructurada de las palabras del texto y los componentes de la lección fluían, permitiendo que una palabra condujera a la siguiente sin tropiezos. **Suficiencia; con el fin de validar si el** número de lecciones en su conjunto permitía desarrollar la competencia.

Para el procedimiento se utilizó un instrumento, divido en dos secciones, en la primera sección el cuadro de validación de lecciones por competencias permitía emitir un juicio con respecto al contenido del conjunto de lecciones en relación a la competencia teniendo en cuenta los criterios antes mencionados; la segunda sección; cuadro de validación por lecciones, permitía evaluar de manera individual el contenido de la lección teniendo en cuenta los siguientes criterios: primero; cohesión textual, segundo; pertinencia del contenido para el logro del objetivo del aprendizaje, y por último, coherencia del contenido de la lección.

En la validación participaron 5 expertos. Teniendo en cuenta la Cantidad de competencias a evaluar, se distribuyó de manera aleatoria la evaluación de las competencias definidas para el modelo, asignando a cada experto un máximo de 4 competencias, así como la totalidad de lecciones correspondientes a la misma.

3. Resultados y Discusión

De acuerdo con el objetivo del capítulo, y la intencionalidad del mensaje, no se profundizará en este apartado los resultados de la revisión sistemática de la Literatura con relación a la caracterización de pruebas, técnicas y herramientas de Software. No obstante, su importancia radicó en el desarrollo de un constructo que permitió diseñar un instrumento para la identificación de habilidades, técnicas, estrategias implementadas en el contexto educativo y empresarial para desarrollar competencias requeridas en el área de pruebas de software, así como de confirmar las competencias de egreso necesarias en profesionales de diferentes niveles de formación -técnico, tecnólogo e ingeniero.

3.1. Resultados de la Fase 2. Definición de la Estrategia.

Se confirman 09 competencias de tester, diferenciadas por niveles de formación a partir de la encuesta a empresarios. Ver Tabla 1.

Tabla 10.1

Competencias en pruebas de software según el nivel de formación.

Competencias en pruebas de software	Niveles de formación		
	Técnico	Tecnólogo	Ingeniero
Aplicar técnicas para ejecutar conjuntos de pruebas con alta probabilidad de encontrar errores.	X	X	X
Ejecutar pruebas usando herramientas para diferentes fases del ciclo de vida del testing.	X	X	X
Recopilar y generar informes asociados a la ejecución de los casos de prueba	X	X	X
Diseñar y preparar el entorno y la implementar las condiciones requeridas en los casos de prueba.		X	X
Evaluar los resultados de la ejecución de las pruebas para identificar el reproceso apropiado.		X	X
Planificar los recursos disponibles para lograr los objetivos de las pruebas		X	X
Evaluar la madurez de las pruebas en una organización y mejorarla de forma paulatina.			X
Analizar los resultados de las pruebas para identificar oportunidades apropiadas de mejoras de procesos.			X
Coordinar y dirigir las actividades de las pruebas en una organización en todos los procesos fundamentales (Ciclo de vida de las pruebas de software).			X

Con relación al proceso de cotejo de las competencias definidas a partir de los resultados de la encuesta con las recomendaciones por niveles de la ISO 29119, y la confirmación de este cotejo con los empresarios y docentes en grupos focales, se redefinen las competencias de acuerdo con los factores claves establecidos en la norma, los cuales son: casos de prueba, el contexto de la organización, requisitos del producto, entorno de la prueba y requisitos de calidad del software, dando como resultado 12 competencias en correspondencia a las recomendaciones de la ISO/ IEC/IEEE 29119-1, 29119-2, 29119-3 y 29119-4. Así mismo se determinó el conjunto de objetivos de aprendizaje a alcanzar por cada competencia con base en la complejidad de esta y se define el plan didáctico de pruebas (PDP) y 27 lecciones de aprendizaje de acuerdo con las temáticas definidas las cuales se muestran en la Tabla 2. La tabla 3 evidencia la relación existente entre las competencias definidas, la norma ISO y las lecciones desarrolladas.

Tabla 10.2

Lecciones de aprendizaje.

N° Lección	Lecciones
Lección 1.	Fundamentos de pruebas de software
Lección 2.	Propósito de la prueba de software
Lección 3.	Verificación y validación
Lección 4.	Introducción al Modelo V
Lección 5.	Introducción al Modelo W
Lección 6.	Pruebas estáticas
Lección 7.	Pruebas dinámicas
Lección 8.	Pruebas de caja negra
Lección 9.	Pruebas de caja blanca
Lección 10.	Proceso de la prueba
Lección 11.	Contexto de la prueba
Lección 12.	Contexto de la organización
Lección 13.	Modelos de calidad
Lección 14.	Partición de equivalencia
Lección 15.	Valores al límite
Lección 16.	Tablas de decisión
Lección 17.	Herramientas para el diseño y ejecución de la prueba.
Lección 18.	Artefactos de pruebas
Lección 19.	Herramientas para la administración de anomalías
Lección 20.	Planificación del proceso de pruebas
Lección 21.	Casos de uso y casos de prueba
Lección 22.	Documentación de las pruebas
Lección 23.	Norma ISO
Lección 24.	Ciclo de vida de las pruebas de software
Lección 25.	Pruebas unitarias

Tabla 10.3

Relación de competencias con las lecciones definidas.

Nro.	Competencia	Lineamiento ISO	Lecciones asociadas
1	Definir los artefactos de mayor relevancia a usar en las pruebas de software de acuerdo con requisitos del producto y articulados al contexto de la organización.	ISO/IEC/IEEE 29119-1:2013	1, 3, 12, 18, 24.
2	Planificar los recursos disponibles para lograr los objetivos de las pruebas.	ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013	2, 20.
3	Diseñar y preparar el entorno y los casos de prueba basado en los requisitos del producto de software.	ISO/IEC/IEEE 29119-4:2015	17, 12, 21.
4	Definir las plantillas de entrada y salida del proceso de pruebas de software incorporando los diferentes parámetros de ejecución del producto de software.	ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013	22
5	Liderar las actividades de las pruebas en una organización en todos los procesos fundamentales (Planificación y control, Análisis y diseño, implementación y ejecución, Evaluación de criterios de salida y reporte, cierre de las pruebas)	ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013	10, 11, 13.
6	Diseñar el plan de pruebas de software y gestión que atienda a los objetivos de calidad de desarrollo en una organización	ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013	10, 20.
7	Definir las técnicas para la elaboración de los casos pruebas y los reportes del proceso basadas en las especificaciones del plan de prueba y en la experiencia	ISO/IEC/IEEE 29119-4:2015	4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 25, 26.

Nro.	Competencia	Lineamiento ISO	Lecciones asociadas
8	Evaluar los resultados de la ejecución de las pruebas para identificar el reproceso apropiado	ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013	19, 25.
9	Analizar los resultados de las pruebas para identificar oportunidades apropiadas de mejora de procesos	ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013	19
10	Evaluar la madurez de las pruebas en una organización y mejorarla de forma paulatina	ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013	11
11	Analizar el contenido de las normas ISO 29119 para su implementación en las organizaciones.	ISO/IEC/IEEE 29119-1:2013	23
12	Implementar mecanismo de automatización e integración de software	ISO/IEC/IEEE 29119-4:2015	27

El PDP, orientado al trabajo colaborativo entre el docente formador y el estudiante, se constituye en una herramienta de planificación de pruebas que permita la construcción del aprendizaje, el cual contempla 7 elementos de planificación de la prueba a ejecutar por el estudiante o el grupo de estudiantes, los componentes de planificación son: introducción al PDP; objetivo o propósito central del plan; delimitación del alcance o totalidad del trabajo a realizar por el estudiante; conceptos claves sobre niveles, tipos y técnicas; descripción de la estrategia de pruebas teniendo en cuenta las etapas de planeación, diseño, ejecución, evaluación y cierre; entregables a generar en el proceso de pruebas y finalmente el PDP propone que posterior al proceso de ejecución al cierre de la prueba, se describa una retroalimentación que permita transferir el aprendizaje, re motivar y cerrar con las conclusiones del proceso.

La lección se presenta en una secuencia didáctica determinada por tres momentos. El Primer momento corresponde a una conceptualización a la cual se le ha denominado **Aprende** con la intención de abordar conceptos teóricos y lograr la *Atención* del estudiante; el Segundo momento a un proceso de control de aprendizaje, denominado **Practica**, con la intención que el estudiante reflexione conscientemente de los conceptos, logrando la retención requerida el cual obedece a un test de conocimiento. El tercer momento corresponde a una práctica del proceso de prueba de Software basado en el uso de estudios de caso, o en el desarrollo de un caso de prueba real, mediante el laboratorio de prueba, al cual se le ha denominado **Aplica**, con la intensión que el estudiante establezca argumentos y principios para la aplicación de los conceptos, logrando incorporar buenas prácticas para el desarrollo de software.

Cabe resaltar algunos otros aspectos sobre el contenido y características de estos componentes; (i) El contenido del **Aprende** se estructura en siglas y abreviaturas, introducción, objetivo de la lección, competencia asociada, contenido de aprendizaje, conclusión, lecciones complementarias y bibliografía. (ii) Los estudios de caso son estructurados por el docente

haciendo uso de una plantilla por defecto del Software y la sección permite descargar y cargar archivos con las soluciones del caso. (iii) En el laboratorio el estudiante puede llevar a cabo el proceso de aplicación de un plan de pruebas de software planteado por el docente con los componentes del PDP.

El estudiante puede a manera de laboratorio también definir sus planes, documentarlos y descargar los formatos de pruebas de software y resultados de las pruebas. Cualquiera de las dos estrategias del aplica tienen documentación adjunta a nivel de formatos en líneas o cargados por el docente para su diligenciamiento. (iv) Las evaluaciones del **Practica**, pueden programarse independientes o como parte de una lección y tienen la posibilidad de incluir comentarios de retroalimentación para el estudiante.

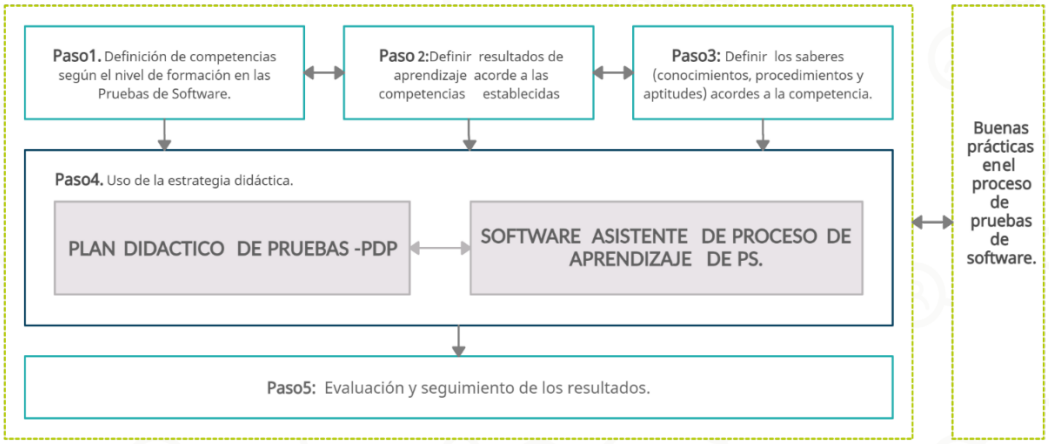
Los resultados de la validación de contenido de las Lecciones por juicio experto sugirieron mejoras en relación con la formulación de las preguntas incorporadas en la Practica, considerando que estas deberían conducir a respuestas que requieran un método analítico por parte del estudiante. Por otro lado, se señala que se debería proponer un caso de estudio resuelto como parte del contenido de las lecciones para mejorar la comprensión.

3.2 Resultados de la Fase 3. Modelo de Formación.

Se diseñó un modelo de formación basado en las mejores prácticas identificadas en la revisión de literatura y contempla las estrategias didácticas definidas para propiciar el alcance de los objetivos de aprendizaje propuestos y las competencias. La figura 10.2 representa el modelo definido.

Figura 10.2

Modelo de formación en las pruebas de software.



Fuente: elaboración propia (2020).

El modelo propuesto sugiere 5 momentos; en primera instancia, *la definición de competencias de acuerdo con el nivel de formación*, en segunda estancia *la definición de los resultados de aprendizaje* y en tercera instancia *la definición de contenidos, procedimientos y actitudes acordes a la competencia*, esperando que ese último sea el que permite determinar los contenidos de las lecciones de aprendizaje y se fundamente de las buenas prácticas.

En cuarto momento del modelo propone la incorporación de las estrategias didácticas planteadas a través de la implementación de un Software Asistente en el proceso de aprendizaje de pruebas como herramienta de apoyo entorno de aprendizaje, el cual implementa las funcionalidades necesarias para la gestión de lecciones, planes didácticos de prueba, evaluación del aprendizaje y retroalimentación, cuyas funcionalidades se profundizan más adelante.

El quinto momento propone una evaluación y seguimiento de resultados. Esta evaluación es un proceso continuo de la formación, y contempla procesos de retroalimentación, actualización de los componentes de la lección y configuración de nuevas lecciones y competencias, este último momento también tiene soporte en el Software asistente.

Se propone un modelo para implementarse de manera transversal al currículo o como una estrategia extracurricular. Esta última se plantea para desarrollarse como un curso de extensión o actualización, o como una estrategia incorporada en semilleros de investigación.

El Modelo propuesto tiene sus bases teóricas en el aprendizaje experiencial de (Kolb D. , 1984) quien plantea un proceso de formación basado en la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y validación activa. De otra parte, en el aprendizaje Individual de (Castañeda & Pérez-Acosta, 2005) (Kolb D. , 1984). La tabla 4 establece el paralelo entre los componentes del modelo de aprendizaje y la base teórica.

Tabla 10.4

Modelo de aprendizaje vs Entorno de aprendizaje

Aprendizaje Experiencial	Aprendizaje Individual	Momentos del entorno de Aprendizaje
Experiencia Concreta	Atención	Aprender
Observación Reflexiva	Retención	Practicar
Conceptualización Abstracta	Producción	Aplicar
Validación Activa	Motivación	Evaluar

La herramienta software creada como soporte al Modelo de Formación se denominó ***Pruebasoft UDES-TDEA,*** la cual contempla varios módulos para el desarrollo de lecciones de aprendizaje y la documentación de pruebas de software. Entre estos se encuentran: Modulo

gestor de lecciones de aprendizaje, gestor de competencias, gestor de grupos, gestor de pruebas de conocimiento. El Software permite la configuración de lecciones por parte de un docente, conformación de grupos de estudiantes y la asignación de lecciones a estos grupos de acuerdo con las competencias establecidas para uno, así mismo permite el seguimiento al desarrollo de las lecciones y logros de cada estudiante.

3.3 Fase 4. Validación del Modelo

Los resultados de la fase de validación son parciales, y corresponde a resultados de pruebas de aceptación. No obstante, esta validación se plantea realizar mediante un pilotaje de dos grupos un grupo de referencia y otro grupo control. Los resultados de la prueba de aceptación se establecen con una muestra de 20 personas entre estudiantes y docentes, los cuales se dividieron en 3 grupos, a cada grupo se asignó una competencia diferente de acuerdo con el nivel de estudios y experiencia de cada participante. El ejercicio consistió en realizar un numero de lecciones asociadas a la competencia asignada de acuerdo con los pasos que sugiere el aplicativo.

Se planificaron casos de prueba para el desarrollo de dos momentos de la lección: Aprende y Practica. De acuerdo con el análisis de Resultado de los casos de Prueba se identifica:

El software permite desarrollar la lección y muestra retroalimentaciones de manera acertada, el registro de usuario es acertado y maneja los privilegios esperados, las preguntas del *Practica* son claras y el contenido de las lecciones es suficiente para responderlas, el test hace una retroalimentación correcta, con el desarrollo de la lección el estudiante refiere adquirir conocimiento con el que no se contaba previamente, las lecciones puede abordarse o ejecutarse las veces que el estudiante las considere necesarias sin restricciones lo cual posibilita la retención en aquellos casos que el estudiante lo necesite. El estudiante logra comprender la intencionalidad de la lección y considera que ésta, aporta al desarrollo de la competencia que se espera. En la sección *Aplica* el software permite cargar documentos correctamente con respeto al plan de pruebas o evidencias de la prueba. El contenido de la lección permite contextualizar el tema.

De igual forma se identificaron las siguientes oportunidades de mejora de acuerdo con la visión de estudiante: manejo de estilos para una mejor compresión del texto, implementar un control de visualización de aparición de las lecciones con el fin de que el estudiante pueda llevar un orden en cuanto a realización de estas. En la lección de documentación de pruebas se plantean opciones de mejora de las preguntas, así mismo en la carga de archivos.

Se aplican encuestas de Satisfacción, Donde se identifica un nivel de aceptación de la estrategia didáctica de 4.75 sobre 5.0

Respecto al contexto educativo apropiado para implementar la estrategia didáctica, se considera el curso complementario al currículo académico, el curso de pruebas de software como asignatura incorporada al currículo, el seminario o taller relacionado a las pruebas de software.

Respecto a observaciones recolectadas se destaca lo siguiente: “excelente herramienta” " plataforma bastante interesante”, "diseño muy bonito”, “bastante intuitiva” “herramienta que hace falta en las carreras relacionadas a la tecnología”;

4. Conclusiones

El modelo propuesto orienta hacia la definición de las competencias de tester acordes al nivel de formación, a los resultados de aprendizaje y a los contenidos, procedimientos y actitudes para el fortalecimiento de la competencia, y lo considera base del diseño de contenido de las lecciones de aprendizaje. El software asistente en el proceso de aprendizaje de pruebas Pruebasoft UDES-TDEA, se constituye en la herramienta de apoyo del entorno de aprendizaje, y ofrece las funcionalidades necesarias para la gestión de lecciones, el plan didáctico de prueba, la evaluación del aprendizaje y retroalimentación.

Estas características del modelo y los momentos planteados permiten que su implementación se adapte en diferentes contextos de formación que se generan en educación superior en respuesta a la gestión de las funciones sustantivas de las IES, docencia, extensión e investigación. Así este puede ser implementado incorporado en cursos de los programas académicos, en cursos electivos, o de profundización, en cursos de extensión a graduados o como herramienta de investigadores o tutores de la línea de investigación de Software, calidad del Software, o afines para la formación de semilleros.

El Modelo propuesto tiene sus bases teóricas en el aprendizaje experiencial de (Kolb D. , 1984) quien plantea un proceso de formación basado en la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y validación activa. De otra parte, en el aprendizaje Individual de (Castañeda & Pérez-Acosta, 2005) (Kolb D. , 1984), por el cual se justifican las características anteriormente mencionadas.

5. Referencias Bibliográficas

Borade, J., & Khalkar , V. R. (2013). Software Project Effort and Cost Estimation Techniques. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, *3*.

Bouque, P., & Fairley, R. E. (2013). *SWEBOK V3. 0-Guide to the Software Engineering Body of Knowledge.* (IEEE, Ed.)

Bruegge, B., & Dutoit, A. H. (2002). *Ingeniería de software orientado a objetos.* México: Pearson educación.

Castañeda, D. I., & Pérez-Acosta, A. M. (2005). ¿Cómo ocurre el aprendizaje individual en el aprendizaje organizacional? Una revisión del modelo Crossan, Lane y White. . *Revista Interamericana de Psicología Ocupacional*, 1-15.

D. LaToza, T., & van der Hoek, A. (2016). Crowdsourcing in Software Engineering: Models, Motivations, and Challenges. *IEEE Software, 33*(1), 74-80. doi:10.1109/MS.2016.12

(25 de julio de 2019). Decreto 1330.

Fortea, M. (2009). etodologías didácticas para la enseñanza-aprendizaje de competencias.

Galicia Alarcón, L. A., Balderrama Trápaga, J. A., & Navarro, R. E. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura*, 1-13. doi:http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v9n2.993

Garcia, C., Dávila, A., & Pessoa, M. (2014). Test Process Models: Systematic Literature Review. doi:10.1007/978-3-319-13036-1_8

Garousi, V., Rainer, A., Lauvås jr, P., & Arcuri, A. (2020). Software-testing education: A systematic literature mapping. *The Journal of Systems and Software, 165*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110570

González, J., & Wagenaar, R. (2006). Tuning Educational Structures in Europe. 32-33.

Graham, D., & Fewster, M. (2012). Experiences of test automation: case studies of software test automation. Addison-Wesley Professional.

Graham, D., Veenendaal, E. V., & Evans, I. (2008). *Foundations of software testing: ISTQB certification.*

HU, Z., WU, W., LUO, J., WANG, X., & LI, B. (2020). Quality assessment in competition-based software crowdsourcing. *Frontiers of Computer Science*. doi:https://doi.org/10.1007/s11704-019-8418-4

IEEE 1059. (1993). *IEEE Guide for Software Verification and Validation Plans.* Obtenido de https://standards.ieee.org/findstds/standard/1059-1993.html

ISO. (2010). *IEEE, Systems and Software Engineering--Vocabulary. IEEE computer society.* Piscataway, NJ.

ISO. (2013). *IEEE, The International Software Testing Standard, 29119.*

Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* EEnglewood Cliffs: NJ: Prentice-Hall.

Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development. , .* Englewood Cliffs: NJ: Prentice-Hall.

Mansilla, J., & Beltrán, J. (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas. 29-30.

Myers, G. J., Sandler, C., & Badgett, T. (2015). *The Art of Software Testing, Third Edition.*

OCDE. (2005). *La definición y selección de competencias clave. Resumen Ejecutivo.* Obtenido de DeSeCo: https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/02.html

Parada Gélvez, H. A. (2010). *Contribución a la gestión de los procesos de pruebas de software y servicios.*

Perrenoud, P. (2008). Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes? Revista de Docencia Universitaria, monográfico: Formacion centrada en competencias.

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.* Mexico: McGraw-Hill.

Soto, D., Jiménez, J., & Reyes, A. (2017). A Knowledge Management Model for Improving the Software Test. *European Conference on Knowledge Management; Kidmore End*, (págs. 922-930).

Torres, D. M. (2014). Un método para medir la productividad del equipo de pruebas en la estimación del esfuerzo de pruebas de software (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia, Medellín).

UNED. (2018). *UNED*. Obtenido de http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,61703783&_dad=portal&_schema=PORTAL&idAsignatura=63014090&idContenido=1&idTitulacion=6301#:~:text=La%20aplicaci%C3%B3n%20de%20estrategias%20did%C3%A1cticas,los%20que%20desarrollar%C3%A1%20su%20intervenci%C3%B3n

Villamizar Suaza, K., Soto-Duran, D., Giraldo Mejía, J. C., & Jiménez-Builes, J. A. (2016). Modelo de pruebas en proyectos BI. *XIV LACEEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, (págs. 1-9). San José, Costa Rica. doi:10.18687/LACCEI2016.1.1.271

Viteri Arias, S., Mayorga Soria, T., Navas Moya, P., & Molina Palma, P. (2018). Control de calidad del software mediante pruebas automatizadas de integración y pruebas unitarias. *Ciencia Digital, 2*(3), 101-115. doi:https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i3

Autores

John F. Gelves. Ingeniero de producción industrial de la Universidad Francisco de Paula Santander. Doctor en ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Codirector del grupo de investigación en competitividad y sostenibilidad para el desarrollo de la Universidad Libre seccional Cúcuta. Dentro de las áreas de interés destacan: Catálisis, plasma frio, cerámicos, caracterización de materiales, valorización de biomasa vegetal hacia fuentes de energía, producción limpia, economía circular. *Correo electrónico*: *johnf.gelvesd@unilibre.edu.co*

Sandra M. Rozo. Ingeniera de producción industrial de la Universidad Francisco de Paula Santander. Magíster en ciencia y tecnología de materiales de la Universidad Francisco de Paula Santander. Integrante del grupo de investigación en competitividad y sostenibilidad para el desarrollo de la Universidad Libre seccional Cúcuta. Sus área de interés son: cerámicos, caracterización de materiales, valorización de biomasa vegetal hacia fuentes de energía, procesos estadísticos. *Correo electrónico:* *sandram.rozor@unilibre.edu.co*

Richard Monroy. Ingeniero de Producción Industrial de la Universidad Francisco de Paula Santander y magister en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Pamplona. Actualmente es docente, consultor especializado a nivel empresarial en áreas de productividad y formulación y dirección de proyectos. Sus áreas de interés son: cerámicos, producción limpia, eficiencia energética. *Correo electrónico:* *Richard.monroys@unilibre.edu.co*

Yebrail A. Romero. Ingeniero de Producción Industrial y magister en Gerencia de Empresas de la Universidad Francisco de Paula Santander. Actualmente es editor de la revista Interfaces de la Universidad Libre e investigador Junior del Grupo de investigación en competitividad y sostenibilidad para el desarrollo de la Universidad Libre seccional Cúcuta. Sus áreas de interés son: Competitividad y productividad, innovación, valorización de biomasa vegetal. *Correo electrónico:* *yebrail.romero@unilibre.edu.co*

Ludovic Dorkis. Ingeniero químico de la Universidad de Antioquia. Doctor en ciencias químicas de la Universidad de Poitiers, Francia. Actualmente es el director del grupo de investigación en catálisis y nanomateriales de la Universidad Nacional de Colombia. Dentro de las áreas de interés destacan: Catálisis heterogénea, ciencia de materiales, nanotubos de carbono, reformado de metano. *Correo electrónico:* *ldorkis@unal.edu.co*

Lesley F Bohórquez Chacón. Ingeniera de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander, Magister en Direccionamiento estratégico, énfasis en gestión de conocimiento y recursos humanos de la UNINI de Puerto Rico. Actualmente es docente investigador de la Universidad de Santander UDES, directora de la Red de conocimiento en el sector de la Ingeniería RECSI, y del grupo GISOFT de la UDES. Sus áreas de interés son la administración de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, gestión de conocimiento, gestión de recursos humanos y comunicaciones del proyecto. *Correo electrónico.* le.bohorquez@mail.udes.edu.co

María A Amaya Mancilla. Terapeuta Ocupacional de la Universidad de Santander UDES, Doctora en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Venezuela. Actualmente es docente del programa de terapia de ocupacional de la UDES e investigador del Grupo ENTROPIA de la UDES. Sus áreas de interés son la Auditoria en Salud, Orientación vocacional y ocupacional, pedagogía para la resocialización. *Correo electrónico*. mar.amaya@mail.udes.edu.co

Aixa E. Villamizar Jaimes. Ingeniera de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander Colombia, Magister en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos de la Universidad Internacional de La Rioja, España. Actualmente es docente investigador del Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria. Sus áreas de interés son la Administración del Proyectos TI, e Ingeniería de Software. *Correo electrónico*. aixa.villamizar@tecnologicodeantioquia.onmicrosoft.com

Marieth M. Perpiñan A. Ingeniera de Sistemas de la Universidad de Santander UDES, y Economista de la Universidad de Pamplona, con especialización tecnológica en metodologías de calidad para el desarrollo de software. Actualmente es docente investigador del grupo GISOFT de la UDES, Coordinador de Docencia del programa de Ingeniería de Sistemas de la UDES. Sus áreas de interés son el diseño Web, Análisis de Sistemas y análisis Shif-Share. *Correo electrónico. ma.perpinan@mail.udes.edu.co*

María G. de Lourdes Acosta Castillo. *Ingeniera Industrial y Maestra en Administración. Actualmente es docente de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato y miembro del cuerpo académico de Investigación e Innovación en Ingeniería Aplicada. Sus áreas de interés son Innovación, Calidad y Productividad, así como el diseño y mejora de procesos. Correo electrónico: macosta@itesg.edu.mx*

Claudia I. Arámbula García. *Ingeniero de producción Agroindustrial. Magister en gerencia enfoque Industria Esp. Gerencia en riesgos laborales. Esp. Higiene inocuidad Alimentaria. Actualmente Líder de grupo de investigación del Programa Ingeniería Industrial categoría B en Colciencias, Investigador Junior. Docente de las líneas Administración y gestión y seguridad y salud en el trabajo. Correo electrónico: Cl.arambula@mail.udes.edu.co*

Everardo Mares. Mares. *Doctor en Biociencias por la Universidad de Guanajuato. Actualmente es docente de Ingeniería en Industrias Alimentarias en el Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato y miembro del cuerpo académico de Investigación e Innovación en Ingeniería Aplicada. Sus áreas de interés son Innovación en el área alimentaria, biotecnología y emprendimiento. .Correo electrónico: jdorado@ucasal.edu.ar*

Rosa I. Rodríguez Ortega. *Pasante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato. Sus áreas de interés son el desarrollo de proyectos de investigación relacionados con innovación y emprendimiento. Correo electrónico: 17111164@tecguanajuato.edu.mx*

María C. Hernández Escobar. *Pasante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato. Sus áreas de interés son el desarrollo de proyectos de investigación relacionados con Calidad, productividad e innovación. Correo electrónico: 17111175@tecguanajuato.edu.mx*

Rafael Uribe Canónigo. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Antonio Nariño (UAN, COL), Doctor en Educación Universidad Pedagógica El Libertador (UPEL, VEN), Magister en e-learning Educación Virtual, Universidad de la Rioja (UNIR, ESP). Actualmente es investigador e instructor en el programa Sennova del Servicio Nacional de aprendizaje y miembro del grupo de investigación GINDET del centro de la Industria la empresa y los servicios de la regional Norte de Santander. Investigador Junior en la convocatoria 894 de 2021. Sus áreas de interés son Métodos Prospectivos, Ingeniería de Software, inteligencia computacional y Big Data. *Correo electrónico: ruribe@sena.edu.co*

Alberto E. Gutiérrez. Administrador de Empresas y Magister en Pensamiento Estratégico y Prospectiva de la Universidad Externado de Colombia. Actualmente es gestor nacional de prospectiva del servicio Nacional de Aprendizaje SENA y docente de pregrado de la Universidad Externado de Colombia y de la Universidad de Medellín. Sus áreas de interés son la gestión de proyectos tecnológicos para el sector financiero, proyectos logísticos y de auditoría para el sector de transporte y minero, proyectos de innovación para el sector turismo y proyectos de infraestructura social y prospectiva para el sector público. *Correo electrónico: aegutierrez@sena.edu.co*

Jhon E Lizarazo Parada. Ingeniero Mecatrónico de la Universidad de Pamplona, Doctorando en Automática en la universidad de Pamplona. Actualmente es líder dinamizador de en el programa Sennova del Servicio Nacional de aprendizaje y director del grupo de investigación GINDET del centro de la Industria la empresa y los servicios de la regional Norte de Santander, investigador Junior en la convocatoria 894 de 2021. Sus áreas de interés son el diseño y manufactura asistida por computador, instrumentación y sensórica industrial, robótica, inteligencia artificial, control industrial y automatización inteligente. *Correo electrónico: jlizarazop@sena.edu.co*

Torcoroma Velásquez Pérez. Post-doctorado en Investigación Educativa, Doctora en Educación, Msc. en Ciencias Computacionales, Esp. En Ingeniería de Software, Ing. De sistemas. Docente Titular Departamento de Sistemas e Informática, directora del grupo de investigación GITYD, directora de la Maestría en Gobierno de TI, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. Áreas de interés Educación en Ingeniería, Gobierno de TI e Inteligencia Artificial. Correo electrónico: tvelasquezp@ufpso.edu.co

Dewar Rico-Bautista. Ph. en Ingeniería, Magsiter. en Ciencias Computacionales, esp. en Telecomunicaciones, Ing. de Sistemas e Ing. de Telecomunicaciones. Profesor asociado del Departamento de Sistemas e Informática, director del grupo de investigación GRIITEM de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. Investigador senior y par evaluador de MINCIENCIAS, Colombia. Investigador Nivel IV - CONCYTEC - Perú. Áreas de interés son Smart university, Smart Technologies, redes de datos, arquitectura de internet, TIC y educación virtual. .Correo electrónico: dwricob@ufpso.edu.co

Andrés M. Puentes Velásquez. Msc. En Sistemas y Computación, Esp en práctica pedagógica universitaria, Ing. De Sistemas, integrante del grupo de investigación GITYD, integrante Grupo de investigación CEDRUM NDS, líder Tecno-academia SENA – Regional Norte de Santander, Cúcuta, Colombia. Investigador junior de MINCIENCIAS. Áreas de interés Robótica, Inteligencia Artificial, Gobierno de tecnología de la información. Correo electrónico. apuentesv@sena.edu.co

Haidee Y. Jaramillo. Constructora Civil de la institución universitaria Colegio mayor de Antioquia, Especialista en interventoría de obras y proyectos de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Magister de construcción con énfasis en sostenibilidad de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es docente del departamento de ingeniería civil de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, investigadora junior según MINCIENCIAS, Las áreas de interés son: Materiales de construcción y arquitectura, Sostenibilidad, Construcción, Gerencia de proyectos, Eco-materiales, Bioclimática. Correo electrónico: hyjaramillo@ufpso.edu.co

July A. Gómez Camperos. Ingeniera Mecatrónica y Magister en Controles Industriales de La Universidad de Pamplona. Estudiante de Doctorado en automática de la Universidad de

Pamplona. Actualmente es docente de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, del departamento de Ingeniería Mecánica y coordinadora de la especialización en Automatización Industrial. Investigadora junior según MINCIENCIAS. Las áreas de interés son Automatización, control, aprendizaje automático, Python. Correo electrónico: jagomezc@ufpso.edu.co

Jesús Álvarez Guerrero. Ingeniero electrónico de la Universidad Francisco de Paula Santander. Magister en ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. Actualmente es docente investigador del Grupo de Investigación en Competitividad y Sostenibilidad para el Desarrollo GICSD en la Universidad Libre Seccional Cúcuta. Sus áreas de interés son las Redes de comunicaciones ópticas, diseño de biosensores y redes de sensores ópticos y aplicaciones electrónicas para Ciudades Inteligentes. *Correo electrónico: jesus.alvarezg@unilibre.edu.co*

Ferney Amaya Fernández. Ingeniero electrónico de la Universidad de Antioquia. Doctor en ingeniería con énfasis en telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (UPB). Actualmente es docente investigador del Grupo de Investigación GIDATIC en la UPB. Sus áreas de interés son las Comunicaciones ópticas, Diseño de enlaces ópticos, Redes de acceso ópticas pasivas (PON), Sensado fotónico y aplicaciones en gestión del riesgo y salud estructural. *Correo electrónico: ferney.amaya@upb.edu.co*

Jhonattan Córdoba Ramírez. Profesor en el Departamento de Ingeniería Electrónica en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG). Elegido como Embajador de la OPTICA (Antigua Sociedad Americana de Óptica - OSA) en la clase 2022, seleccionado como IEEE Senior Member, miembro de la OPTICA, de la Sociedad Brasilera de Fotónica (SBFoton), de la Sociedad Brasilera de Microelectrónica (SBMicro), de la IEEE. *Correo electrónico: jcordoba@cpdee.ufmg.br*

Olga V. Rodríguez Manasse. Ingeniera industrial. Especialista en gerencia de empresas. Magister en Administración de proyectos. Docente del programa de ingeniería industrial y Líder de Emprendimiento de la Universidad de Santander, campus Cúcuta. Investigadora junior del grupo Eureka UDES categoría B Colciencias. Áreas de interés Innovación, Modelos de negocio, Gestión de proyectos. *Correo electrónico: ol.rodriguez@mail.udes.edu.co*

Jorge I. Romero Gélvez. Ingeniero industrial. Especialista en gestión de empresas. Magister en Ingeniería Industrial. Doctor en Industria y Organizaciones. Actualmente jefe de planeación y docente del programa de ingeniería industrial de la Universidad de Santander, campus Cúcuta. Investigador junior del grupo Eureka UDES categoría B Colciencias. Áreas de interés: Modelado matemático, métodos analíticos, ciencia de datos, análisis de decisiones multicriterio, gestión de la cadena de suministros. *Correo electrónico: jor.romero@mail.udes.edu.co*

Zaydeé J. González García. Ingeniera Química. Magister en Gerencia de Empresas mención Industria. Actualmente Coordinadora del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santander campus Cúcuta. Investigadora del grupo Eureka UDES. 20 años de experiencia en la industria. Áreas de interés: Industria cerámica, Sistemas de Gestión de la Calidad, en el desarrollo y mecanismos de implementación de la norma sobre sostenibilidad NTS-TS 003 en el sector turístico. *Correo electrónico: zay.gonzalez@mail.udes.edu.co*

Maryorie A. Avendaño Sánchez. Ingeniero Mecánico. Especialista en Gerencia Social. Especialista en Gerencia de Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo. Maestrante

en Diseño de Producto e Innovación. Actualmente docente formativo, Coordinadora de Calidad y Gestora de Internacionalización del programa de ingeniería industrial de la Universidad de Santander, campus Cúcuta. Investigadora del grupo Eureka UDES. Áreas de interés: Diseño de Producto, Gerencia Social, Seguridad y Salud en el Trabajo, Innovación. *Correo electrónico:* ma.avendano@mail.udes.edu.co

Judith del P. Rodríguez Tenjo. Ingeniero de Sistemas de La Universidad Francisco de Paula Santander. Magister en Ciencias de la Computación de la Universidad de los Andes – Venezuela, Doctora en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Venezuela. Actualmente es docente investigador, directora del Grupo GIDIS, Directora del programa de Ing. de Sistemas, y delegada de investigaciones en la facultad de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander. Sus áreas de interés son la ingeniería de Software y desarrollo curricular. *Correo Electrónico* judithdelpilarrt@ufps.edu.co

Jessica L. Leal Pabón. Ingeniera de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander, Magister en gestión de proyectos informáticos de la Universidad de Pamplona, Docente cátedra de la Universidad Francisco de Paula Santander, investigador Junior adscrito al Grupo de investigación en desarrollo e ingeniería de software GIDIS UFPS, su área de interés es la gestión de proyectos. *Correo electrónico:* Jessicalorenalp@ufps.edu.co

María del P. Rojas Puentes. Ingeniero de sistemas. Magister .en administración de proyecto por la Universidad de Cooperación Internacional UCI de Costa Rica. Actualmente es docente de la Universidad Francisco de Paula Santander e investigadora en el Grupo GIDIS de la Universidad Francisco de Paula Santander y GISOFT de la Universidad de Santander UDES. Sus áreas de interés son la formulación y gestión de proyectos TIC y el desarrollo de productos software. *Correo electrónico:* pilarrojas@ufps.edu.co

Carmen J. Parada. Ingeniera de Sistemas, Magister en Ciencias Computacionales, Especialista en Desarrollo de Software. Actualmente es docente investigadora del Grupo de Investigación en Desarrollo de Software de la UFPS-GIDIS. Sus áreas de interés son : Base de Datos, Gestión de Proyectos y Metodologías Ágiles. *Correo electrónico.* janethpc@ufps.edu.co

Enzo Notario. Ingeniero en Informática de la Universidad Católica de Salta. Actualmente es docente de la carrera de Tecnicatura en Seguridad Informática de la UCASAL y Desarrollador Full Stack en HAWK. Sus área de interés son desarrollo Web y móvil, Administración de Sistemas Linux y Forensia Digital. *Correo electrónico* ernotario@ucasal.edu.ar

Esteban. Rivetti. Ing. en Informática. Docente y experto en temáticas de Seguridad Informática y Forensia Digital. En el ámbito laboral se desempeña como Analista Funcional SR en Wilobank. Correo electrónico. erivetti@ucasal.edu.ar

José A. Fleming. Abogado de la Universidad de Buenos Aires, Esp. en Abogacía del Estado. Actualmente es abogado de ENACOM (Ente Nacional de Comunicaciones, Delegación Salta) y docente de Legislación Informática de la carrera de Ingeniería en Informática de la UCASAL. Su área de interés es la Abogacía del Estado. Correo Electrónico. jdaraoz@ucasal.edu.ar

John. Grober Dorado. Abogado de la Universidad Empresarial Siglo 21. Magister en Derecho de Tics de las Universidades de Hanóver y Oslo. Actualmente se desempeña como asesor en Estudio Dorado - Abogados y Vicedirector del Instituto de Derecho de Nuevas Tecnologías,

UCASAL. Sus áreas de interés son Propiedad Intelectual y Tecnologías de la Información y Comunicación. Correo electrónico. jdorado@ucasal.edu.ar

Beatriz B. Luz Clara. Abogada, Dra. en Derecho Procesal por la Universidad de Salamanca. Actualmente es presidente de FIADI, Docente e investigadora de UCASAL, UFASTA y UCAECE. Sus áreas de interés son el derecho procesal, y las nuevas tecnologías de información y sus implicancias en las distintas áreas del Derecho. *Correo electrónico: bluzclara@ucasal.edu.ar*

Beatriz H. Parra de Gallo. Ingeniera en Computación de la Universidad Católica de Santiago de Estero, MBA de la Universidad Católica de Salta, Dra. en Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional y y Especialista en Informática Forense de la Universidad FASTA. Actualmente es docente de grado/posgrado en universidades nacionales y extranjeras. Consultora de proyectos críticos y Perito Judicial de parte. Sus áreas de interés son Forensia Digital, Educación y Ética en Ingeniería. *Correo electrónico. bgallo@ucasal.edu.ar*

Darío E. Soto Durán. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Antonio Nariño, doctor en ingeniería en Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de Colombia, actualmente se desempeña como líder del grupo de investigación GITIMA y docente de planta del Tecnológico de Antioquia, sus áreas de interés son: Gestión del Conocimiento, ingeniería de software, gestión TI. *Correo electrónico dsoto@tdea.edu.co*