

Proceso para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica basado en una estrategia de  
trabajo colaborativo

Sully Viviana Calderón Ortiz

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magíster en Innovación y Diseño

Director

Clara Isabel López Gualdrón

PhD en Ingeniería

Codirector

Javier Mauricio Martínez Gómez

PhD en Sistemas de Producción y Diseño Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Maestría en Innovación y Diseño

Bucaramanga

2024

## Dedicatoria

*A ti, Abuela.  
No vencimos el Cáncer juntas,  
Pero si terminamos la maestría.  
Te amo, hasta el cielo.*

*En Honor póstumo a: Angelmira Castellanos de Ortiz*

*A ti, Dulce Angelly.  
Gracias por ser luz en mi camino,  
gracias por mostrarme lo que significa “Vocación”*

***¡Los sueños se cumplen!***

## Agradecimientos

*Agradecer en un espacio tan corto es complicado, especialmente cuando este camino me ha dejado tantas enseñanzas. Hoy en medio de la alegría de un logro culminado quiero agradecer principalmente a mis padres, **Yamile y José**, por la educarme en el ejemplo y la perseverancia para cumplir mis metas. Quiero agradecer infinitamente a **César Alberto**, mi amor, quien con su sonrisa y conocimientos acompañó este proceso, brindándome soporte, alegría y cariño cuando fue necesario.*

*Quiero agradecer a la **Universidad Industrial de Santander**, por ser mi alma máter y darme la oportunidad de avanzar en mi formación como profesional. A la **Escuela de Diseño Industrial** por ser mi segunda casa y en ella al **grupo de investigación INTERFAZ**, por dejarme vivir el sueño de aportar a la sociedad desde el conocimiento científico.*

*En esta experiencia y en mi formación como profesional, agradezco infinitamente a mi directora y mentora **Clara Isabel**, quien me ha mostrado que con trabajo arduo se pueden alcanzar los sueños. A mi codirector **Javier Mauricio**, gracias también por el apoyo y los conocimientos, pues en el compartir encontré un espacio para aprender.*

*A mi compañero, **Edher Duván**, quien estuvo como un brazo de aliento, ayuda y camaradería, demostrando que en los amigos siempre se puede encontrar un impulso. A **Tatiana y Diana**, por ser mis amigas incondicionales y aunque esté la distancia siempre están en mí.*

*A la doctora **Diana Fajardo**, quien me mostró un nuevo mundo y lo importante del amor por su vocación, por el corazón y por sus niños. Espero que mujeres como ella, sigan construyendo un mundo mejor. Gracias también a la **Fundación Cardiovascular de Colombia** por la oportunidad de contribuir con mi granito de arena y abrirme las puertas de su organización.*

*A cada persona que formó parte de mi proceso, ¡Gracias!, gracias por ser apoyo, por ser aliento y sobre todo por acompañarme en este sueño de ser Magíster UIS.*

## Tabla de Contenido

		<b>Pág.</b>
	Introducción .....	23
1.	Planteamiento del problema.....	26
2.	Justificación .....	31
3.	Objetivos.....	34
3.1	Objetivo General.....	34
3.2	Objetivos Específicos.....	34
4.	Alcances.....	35
5.	Antecedentes.....	36
5.1	Contexto grupo de investigación: .....	37
6.	Marco Teórico.....	40
6.1	Diseño .....	40
6.1.1	Diseño de servicios .....	41
6.1.1.1	Herramientas para el diseño de servicios.....	44
6.1.2	Diseño de servicios en salud.....	46
6.1.3	Articulación Productos-Servicios: .....	48
6.1.3.1	Product Service Design.....	48
6.1.4	Diseño centrado en el usuario y su relevancia en el sector salud .....	50
6.1.4.1	Niveles de personalización en el diseño centrado en el usuario. ....	52
6.1.4.2	Personalización en el sector salud.....	53
6.2	Gestión .....	57
6.2.1	Trabajo colaborativo .....	58

6.2.2	Procesos de co-creación.....	59
6.2.3	Product Lifecycle Management .....	60
6.3	Medicina .....	63
6.3.1	Procesos de pre-planeación quirúrgica en la actualidad. ....	63
6.3.2	Especialidades que requieren procesos de pre-planeación quirúrgica .....	67
6.3.2.1	Cirugía Cardiovascular .....	68
6.3.2.2	Cirugía cardiovascular pediátrica .....	69
7.	Metodología .....	71
7.1	Diseño de servicios. ....	73
7.1.1	Identificar y comprender.....	73
7.1.2	Analizar y problematizar.....	73
7.1.3	Conceptualizar y formalizar.....	74
7.1.4	Testear e iterar.....	75
7.1.5	Implementar y evaluar .....	76
7.2	Implementación de la estrategia PLM .....	77
7.3	Recursos necesarios .....	78
7.3.1	Recurso Humano.....	78
7.3.2	Recursos técnicos.....	79
7.3.3	Infraestructura .....	79
8.	Resultados .....	79
8.1	Identificar y comprender.....	80
8.1.1	La salud a nivel internacional .....	81
8.1.2	Revisión exploratoria del sector salud en Colombia.....	84
8.1.2.1	Actores del sistema de salud colombiano .....	88

8.1.3	Empresas Promotoras de salud (E.P.S.).....	90
8.1.4	Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud. ....	93
8.1.5	Plan de Beneficios en Salud (PBS).....	96
8.1.6	Vigilancia tecnológica para la identificación de estrategias para trabajo colaborativo en el marco del sector salud.....	99
8.1.6.1	Protocolo de Revisión Sistemática de la literatura. ....	99
8.1.6.2	Análisis de la literatura identificada. ....	105
8.1.6.3	Elementos identificados en la RSL.....	110
8.1.7	Conclusiones del capítulo Identificar y comprender .....	112
8.2	Analizar y problematizar.....	113
8.2.1	Vigilancia competitiva.....	113
8.2.2	Vigilancia competitiva a nivel internacional. ....	114
8.2.3	Vigilancia competitiva a nivel nacional.....	119
8.2.4	Procesos de entrevistas a médicos especialistas .....	123
8.2.5	Requerimientos para el Diseño de Servicios. ....	127
8.2.6	Taxonomía de herramientas para el diseño de servicios mediante trabajo colaborativo.	129
8.2.7	Conclusiones del capítulo- Analizar y problematizar .....	132
8.3	Conceptualizar y formalizar.....	133
8.3.1	Identificación de actores mediante Stakeholders Map.....	134
8.3.2	Estructuración del servicio a través de los principios de experiencia.....	136
8.3.3	El viaje de usuario a través del Customer Journey Map.....	137
8.3.4	Identificación de reprocesos usando la herramienta “Ecosystem Loops” .....	141
8.3.5	Definición de portafolio de productos para pacientes específicos en tejido blando .	143

8.3.6	Definiendo el servicio a través del Service Blueprint y el trabajo colaborativo. ....	145
8.3.7	Conclusiones del capítulo- Conceptualizar y formalizar .....	149
8.4	Testear e iterar.....	150
8.4.1	Evaluación de riesgos en la articulación del servicio. ....	151
8.4.2	Evaluación del flujo de procesos para el servicio de pre-planeación quirúrgica .....	154
8.4.3	Conclusiones del capítulo – Testear e iterar .....	160
8.5	Implementar y evaluar .....	161
8.5.1	Contextualización .....	162
8.5.2	Análisis del caso .....	163
8.5.2.1	Antecedentes del caso.....	164
8.5.3	Definición de actividades clave para el desarrollo del servicio.....	165
8.5.4	Implementación de un PDM para la gestión del servicio .....	167
8.5.5	Identificación de requerimientos y necesidades. ....	170
8.5.6	Proceso de reconstrucción virtual.....	175
8.5.7	Bucle del servicio: Iteraciones entre reconstrucción y manufactura de biomodelos	180
8.5.7.1	Biomodelo físico de referencia espacial. ....	181
8.5.7.2	Biomodelo Inicial de referencia- Primera intervención.....	183
8.5.7.3	Biomodelos de corte – reprocesos en la reconstrucción virtual.....	186
8.5.7.4	Biomodelos para emulación quirúrgica .....	189
8.5.8	Acompañamiento en la toma de decisiones y procedimiento quirúrgico .....	193
8.5.9	Evaluación del servicio y KPI's relacionados. ....	195
8.5.9.1	Evaluación del servicio.....	196
8.5.9.2	Evaluación de KPI's de tiempo.....	199
8.5.9.3	Evaluación de KPI's de costos.....	207

8.5.9.4	Evaluación KPI's de Calidad.....	210
8.5.10	Estrategia de trabajo colaborativo.....	213
8.5.11	Conclusiones del capítulo – Implementar y evaluar.....	215
9.	Conclusiones.....	216
10.	Recomendaciones .....	219
	Bibliografía.....	222
	Apéndices.....	263

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: <i>Ventajas de las herramientas identificadas inicialmente para el diseño de servicios</i> .....	44
Tabla 2. <i>Elementos distintivos del PLM aplicables al diseño de servicios</i> .....	61
Tabla 3. <i>Actividades a tener en cuenta para el seguimiento mediante la estrategia PLM</i> .....	77
Tabla 4. <i>Funciones misionales de las Subcuentas del ADRES.</i> .....	87
Tabla 5. <i>Análisis de proporción en la cobertura de las I.P.S. según las regiones</i> .....	95
Tabla 6. <i>Temas usados en la R.S.L. y los tesauros implementados</i> .....	100
Tabla 7. <i>Depuración para la construcción de la ecuación implementada en la RSL.</i> .....	100
Tabla 8. <i>Categorización de los temas encontrados en la R.S.L.</i> .....	102
Tabla 9. <i>Ecuación y clasificación de artículos para depuración</i> .....	102
Tabla 10. <i>Variables e insights identificados en la Revisión Sistemática de la Literatura para el diseño de servicios en salud.</i> .....	106
Tabla 11. <i>Insights identificados en la Revisión Sistemática complementaria como referencia del diseño de servicios.</i> .....	109
Tabla 12. <i>Posibles consumidores del servicio complementario de pre-planeación quirúrgica.</i> ..	122
Tabla 13. <i>Elementos clave identificados en las entrevistas del personal médico.</i> .....	124
Tabla 14. <i>Indicadores rendimientos relacionados con el establecimiento de requerimientos.</i> ....	127
Tabla 15. <i>Relación de KPI's con los requerimientos establecidos.</i> .....	128
Tabla 16. <i>Literatura relacionada al uso de Herramientas en el diseño de servicios.</i> .....	131
Tabla 17. <i>Principios de experiencia definidos para la construcción del servicio.</i> .....	136
Tabla 18. <i>Evaluación de procesos clave que son considerados riesgosos para llevar a reprocesos.</i> .....	153

Tabla 19. <i>Variables que representan un potencial riesgo para la prestación de un servicio de pre-planeación quirúrgica</i> .....	156
Tabla 20. Evaluación de riesgos a mitigar y estrategias preventivas.....	158
Tabla 21. <i>Cargos y roles de las médicas relacionadas con el servicio de pre-planeación quirúrgica</i> .....	163
Tabla 22. <i>Especificaciones de las imágenes diagnósticas en casos pediátricos sin posibilidad de sedación</i> .....	166
Tabla 23. <i>Estructuración de requerimientos acorde a las necesidades</i> .....	174
Tabla 24. <i>Criterios de importación de imágenes diagnósticas implementados</i> .....	175
Tabla 25. <i>Datos técnicos de la manufactura en el Biomodelo de la geometría anatómica</i> .....	183
Tabla 26. <i>Datos de la manufactura del primer biomodelo implementando TPU</i> .....	185
Tabla 27. <i>Datos de la manufactura del segundo y tercer biomodelo implementando TPU</i> .....	189
Tabla 28. <i>Manufactura final de los biomodelos 5 y 6 para emulación quirúrgica</i> .....	192
Tabla 29. KPI's de tiempo evaluados en la implementación.....	200
Tabla 30. Descripción de tiempos en el proceso de pre-planeación quirúrgica.....	203
Tabla 31. KPI's de costos a lo largo del proceso de diseño.....	207
Tabla 32. <i>Relación de costos en el servicio de pre-planeación quirúrgica</i> .....	207
Tabla 33. KPI's de calidad evaluados en la implementación.....	211
Tabla 34. <i>Evaluación de la calidad del servicio para pre-planeación quirúrgica</i> .....	212

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Árbol del problema identificado en el marco del proyecto</i> .....	29
Figura 2. <i>Flujo de procesos desarrollado mediante las capacidades del grupo de investigación INTERFAZ</i> .....	39
Figura 3: <i>Etapas de referencia para ejecutar procesos relacionados con el diseño de servicios.</i> ..	42
Figura 4. <i>Diagrama de síntesis de los tres enfoques del Sistema Producto- Servicios donde</i> .....	49
Figura 5. <i>Flujo de fases propias de la Administración del ciclo de vida de un producto (PLM)</i> ...	61
Figura 6. <i>Implementación de calcas en planeación quirúrgica</i> .....	65
Figura 7. <i>Proceso de planeación virtual para un caso de alta complejidad</i> .....	66
Figura 8. <i>Alineación entre el proceso para el diseño de servicios con PLM</i> .....	72
Figura 9. <i>Objetivos de desarrollo sostenible planteados por la Organización de Naciones Unidas.</i> .....	81
Figura 10. <i>Generalidades del sector salud en Colombia, flujo económico y fuentes de financiación.</i> .....	84
Figura 11. <i>Actores clave para el sistema de salud Colombiano</i> .....	89
Figura 12. <i>Índice de cobertura de las E.P.S. en los departamentos y distribución irregular de recursos.</i> .....	91
Figura 13. <i>Cobertura discriminada por Empresa Promotora de salud a lo largo del país.</i> .....	92
Figura 14. <i>Distribución de I.P.S. en el país que soportan el sistema de salud en las regiones.</i> ....	94
Figura 15. <i>Distribución del Plan de Beneficios seguido en el sistema de salud</i> .....	97
Figura 16. <i>Porcentaje de aceptación en función de los criterios de relevancia para la lectura.</i> .	103
Figura 17. <i>Agrupación de términos adicionales relacionados con el diseño de servicios.</i> .....	104

Figura 18. <i>Organizaciones líderes en procesos de innovación colaborativa en el diseño de servicios.</i>	105
Figura 19. <i>Distribución industrial y clasificación de empresas según su sector productivo 2021.</i>	115
Figura 20. <i>Distribución industrial y clasificación de empresas según su sector productivo 2022.</i>	116
Figura 21. <i>Comparación de organizaciones entre los años 2021 y 2022 para análisis de tendencias.</i>	117
Figura 22. <i>Imagen de referencia del proceso de análisis de empresas en el sector salud.</i>	118
Figura 23. <i>Síntesis de codificación de empresas del sector salud a nivel internacional.</i>	118
Figura 24. <i>Comparación entre sectores industriales en Colombia.</i>	120
Figura 25. <i>Síntesis de codificación de empresas del sector salud a nivel nacional.</i>	121
Figura 26. <i>Taxonomía para el diseño de servicios en el sector salud y las elegidas para este proyecto.</i>	130
Figura 27. <i>Clasificación de actores relacionados al servicio de pre-planeación quirúrgica.</i>	135
Figura 28. <i>Mapeo de Customer Journey Map en casos de alta complejidad.</i>	138
Figura 29. <i>Referencia de actividades que pueden presentar los en la prestación del servicio</i>	140
Figura 30. <i>Reprocesos encontrados en la determinación de conducta médica.</i>	142
Figura 31. <i>Portafolio base para la oferta de productos biomédicos del grupo de investigación INTERFAZ.</i>	144
Figura 32. <i>Propuesta de portafolio del grupo Interfaz contemplando dispositivos para cirugías en tejido blando.</i>	145
Figura 33. <i>Visualización de la generalidad del mapeo en el Service Blueprint.</i>	146

Figura 34. <i>Fase clínica del servicio de pre-planeación quirúrgica-Actor clave: médico especialista.</i> .....	147
Figura 35. <i>Fase de aceptación y primeras iteraciones del servicio de pre-planeación quirúrgica.</i> .....	148
Figura 36. <i>Fase de reconstrucción e iteraciones para definir los biomodelos virtuales.</i> .....	148
Figura 37. <i>Fase final para entrega de dispositivos médicos.</i> .....	149
Figura 38. <i>Identificación de procesos donde el especialista puede hacer el ordenamiento del servicio complementario.</i> .....	152
Figura 39. <i>Flujo de procesos completo a evaluar con investigadores INTERFAZ y médicos.</i> ....	155
Figura 40. <i>Matriz de posibles riesgos a presentarse en el servicio de pre-planeación quirúrgica.</i> .....	157
Figura 41. <i>Clasificación de riesgos a mitigar en la implementación del servicio.</i> .....	157
Figura 42. <i>Mapa de riesgos inherentes vs magnitud de impacto.</i> .....	158
Figura 43. <i>Pantalla de inicio del software PDM Navar.</i> .....	167
Figura 44. <i>Actividades ejecutadas en la plataforma Navar.</i> .....	168
Figura 45. <i>Ejemplo de datos solicitados para documentar el caso en la plataforma Navar.</i> .....	169
Figura 46. <i>Asistencia a reconocimiento de procedimientos cardiológicos infantiles.</i> .....	171
Figura 47. <i>Ejecución y ambiente de procedimientos quirúrgicos cardiológicos pediátricos.</i> .....	172
Figura 48. <i>Revisión del dictamen y análisis en cooperación con la radióloga.</i> .....	173
Figura 49. <i>Reducción de tejidos no relacionados con el corazón en el CT.</i> .....	176
Figura 50. <i>delimitación de un plano sagital teniendo en cuenta las cavidades, grandes vasos y secciones del corazón.</i> .....	177
Figura 51. <i>Ilustración de la delimitación capa a capa para definir los contornos anatómicos.</i> ..	178
Figura 52. <i>Depuración capa a capa para reconstrucción virtual.</i> .....	178

Figura 53. <i>Depuración final del corazón con aprobación anatómica de la cirujana.</i> .....	179
Figura 54. <i>Subdivisión por regiones y secciones del corazón.</i> .....	180
Figura 55. <i>Subdivisión de las regiones anatómicas del corazón.</i> .....	182
Figura 56. <i>Biomodelo impreso en PLA con 4 colores diferentes.</i> .....	182
Figura 57. <i>Primer biomodelo impreso en TPU implementado en emulación de cirugía.</i> .....	183
Figura 58. <i>Simulación del procedimiento y análisis de las necesidades incrementales a mejorar.</i> .....	184
Figura 59. <i>Líneas de referencia para cortes en trabajo colaborativo con la cirujana.</i> .....	186
Figura 60. <i>Líneas de referencia para ejecutar el corte virtual.</i> .....	187
Figura 61. <i>Reconstrucción virtual de los cortes frontal y posterior del corazón.</i> .....	187
Figura 62. <i>Secciones del corazón con las regiones indicadas.</i> .....	188
Figura 63. <i>Visualización del biomodelo virtual final para simulación quirúrgica.</i> .....	189
Figura 64. <i>Biomodelo impreso en resina flexible y la maquina implementada.</i> .....	190
Figura 65. <i>Biomodelo final impreso en TPU.</i> .....	191
Figura 66. <i>Vista general de los modelos implementados en el proceso de planeación quirúrgica.</i> .....	193
Figura 67. <i>Evaluación del caso en junta médica con los demás especialistas.</i> .....	194
Figura 68. <i>Equipo médico del procedimiento y fístula Bullock Thomas Taussing.</i> .....	195
Figura 69. <i>Síntesis del flujo de procesos para la toma de decisiones en el servicio de pre-planeación quirúrgica.</i> .....	196
Figura 70. <i>Vista general de las fases donde se generan procesos de co-creación entre grupo de investigación- cirujana.</i> .....	197
Figura 71. <i>Fases que representaron mayor cantidad de iteraciones.</i> .....	198
Figura 72. <i>Tiempos invertidos en el desarrollo del caso en la pre-planeación quirúrgica.</i> .....	200

Figura 73. <i>Tiempos de reunión y tiempos muertos en el proceso de co-creación.</i> .....	202
Figura 74. <i>Tiempos de manufactura para la producción de los dispositivos de soporte.</i> .....	206
Figura 75. <i>Estrategia para comunicación asertiva en trabajo colaborativo.</i> .....	213

## Lista de Apéndices

	<b>pág.</b>
Apéndice 1. Herramientas para procesos de co-creación .....	263
Apéndice 2. Áreas quirúrgicas relacionadas con el servicio de planeación .....	266
Apéndice 3. Conceptos clave de la Revisión sistemática de la Literatura- Servicios en salud. ...	272
Apéndice 4. Conceptos clave de la Revisión sistemática de la Literatura- Servicios.....	277
Apéndice 5. Revisión de organizaciones más productivas en el sistema de salud Colombiano ..	284
Apéndice 6. Información identificada en las entrevistas. ....	286
Apéndice 7. Flujo de procesos del servicio de pre-planeación quirúrgica .....	290

## Glosario

**Actores clave:** Son conocidos también como “Stakeholders”, hacen referencia a personas, organismos u organizaciones que son relevantes para el éxito o fracaso de un artefacto que se esté diseñando (S. M. Lee et al., 2012). Para ser considerados como actor clave, se es necesario estratificar los actores, pues de su participación depende la toma de decisiones en el proyecto y el rumbo que este puede tomar para solucionar un problema o cumplir con las expectativas de los beneficiarios (Williams, 2007).

**Artefacto (En diseño):** El concepto de artefacto proviene del griego: *Arte* (Oficio o técnica) y *factum* (Producto de), teniendo bases epistemológicas donde se considera un artefacto cualquier desarrollo que se encuentre generado en el marco de una técnica u oficio (Weigand et al., 2021). En el diseño se usa el término artefacto de manera generalizada para referirse a los desarrollos producidos de manera estructurada por diversas técnicas o metodologías en el marco de la disciplina y de ellas se genera un resultado que le sirve al ser humano y se adapta a las necesidades o expectativas de los consumidores finales (Yu & Sangiorgi, 2018); entre los artefactos más producidos por el producto destacan: productos, servicios, procesos, experiencias, sistemas, entre muchos otros (McMahon, 2012).

**CAD - Computer Aided Design:** El Diseño asistido por computadora (Traducción directa al español, es conocida como el uso e implementación de herramientas computacionales que asisten los procesos y desarrollos generados por profesionales en ingeniería, arquitectura y Diseño. La implementación de las herramientas software permite que los modelos virtuales puedan ser usados en pruebas previas o sean la base para la materialización de los proyectos (Prashanth & Venkataram, 2017; Rashid & Husain, 2017). Este tipo de herramientas se dividen en dos clases de software: Dibujo 2D (Entidades geométricas vectoriales y modelado 3D (Superficies y desarrollo de sólidos).

Por medio de estas herramientas se permiten generar diversos desarrollos, entre ellos dispositivos médicos y guías quirúrgicas para el área médico-quirúrgica (Singare et al., 2004).

**Cadena de valor:** La cadena de valor se considera como un modelo teórico donde se describe el desarrollo de las actividades y los procesos que ejecuta una organización, estructurándose en torno al flujo de trabajo para agregarle valor al producto final que se desarrolla (Liu & Yao, 2018; Vaidya et al., 2018). Mediante la cadena de valor, ayuda a determinar las actividades a desarrollarse, procesos, enfoque del negocio y formas en las que se desarrollan los procesos por la competencia, estableciendo la cadena de valor para generar ventaja competitiva a la organización (Semolic & Pieter, 2018).

**Co-creación:** El proceso de co-creación es la relación entre los diferentes actores para la generación de nuevas ideas, el proceso se lleva a cabo mediante un espacio dinámico en el que convergen personas interesadas en el avance, modificación o el desarrollo de un nuevo artefacto (Hidalgo & Herrera, 2020; D. H. Lee, 2019). El proceso de co-creación se desarrolla en la industria de manera constante, llegándose a considerarse una tendencia para el desarrollo de nuevo producto pues permite crear valor mediante validaciones y aportes constante de los interesados a las mejoras del producto (Yu & Sangiorgi, 2018).

**Co-Design:** Considerado como el proceso de diseño que se ejecuta entre los usuarios de un artefacto con el equipo de diseño, considerando al usuario como parte fundamental del proceso pues estos conocen directamente la experiencia y las necesidades que se poseen al implementar las alternativas que se encuentran en el mercado (Steen et al., 2011). Los procesos de Co-Design permite generar relaciones de empatía entre el equipo de diseño y los usuarios, llegando a identificar problemas y necesidades propias de los usuarios, mediante la interacción y la observación, alineando también las expectativas del usuario con los resultados finales (Lam & Dearden, 2015).

**Diseño de servicios:** El diseño de servicios es el proceso para estructurar procesos y actividades propias de las organizaciones, enfocándose en generar mejores experiencias que busquen satisfacer las necesidades del cliente (Furrer et al., 2016; Patrício, de Pinho, et al., 2018). En el diseño de servicios se requiere planificar y organizar: actores que intervienen en la cadena de valor, estructurar la infraestructura, procesos de comunicación ejecutados y elementos adicionales que pueden llegar a requerirse para prestar servicios de calidad (Fliess et al., 2014; Ruiz-Alba et al., 2019).

**Implantes para pacientes específicos (PSI):** Tipo de implante desarrollado para un único paciente pues se establecen según la geometría del defecto óseo que este presenta, El establecimiento de requerimientos para el desarrollo de este tipo de implantes va ligado al diagnóstico que emita el especialista (Comúnmente un Ortopedista). Se deben tener en cuenta las necesidades específicas según la zona del cuerpo para la que se diseña (Alonso-Rodriguez et al., 2015; Schoekler & Trummer, 2014).

**Pre-planeación quirúrgica:** Proceso desarrollado previamente a la intervención quirúrgica para identificar factores de incidencia en el procedimiento quirúrgico a desarrollarse. Durante este proceso se realiza la identificación de necesidades del paciente durante el procedimiento quirúrgico, se planea el cómo se ejecutará la operación, procesos a seguir, equipo necesario para la cirugía, se valoran los posibles riesgos y consecuencias que podría pasar el paciente y se toman decisiones respecto a la intervención a ejecutarse, estableciendo lineamientos para la toma de decisiones dentro del quirófano (Hosni, 2000; Javaid & Haleem, 2019; Owen et al., 2010). En este procedimiento es cuando los especialistas requieren de la mayor cantidad de información para la toma de decisiones y en casos de alta complejidad se solicitan exámenes de soporte que le brinden información adicional al médico (Omar Enríquez, 2013; Zulia, 2011).

**Procesos de empatía (En diseño):** Permite que el diseñador deje de lado sus propios preconceptos para basar el diseño en las de los usuarios y el contexto en el que este se relaciona (D. H. Lee, 2019).

Durante el diseño de un artefacto, al ser enfocado en satisfacer las necesidades propias del ser humano o de una situación específica, se requiere del conocimiento de las variables que se relacionan con el contexto base, necesitando así procesos de empatía, donde el diseñador tiene contacto con la situación, los actores que se ven beneficiados o afectados, se identifican variables, requerimientos y parámetros a satisfacer, buscando que el desarrollo final se adapte al contexto del usuario brindando así un alto nivel de satisfacción (Trischler et al., 2018).

**Servicios de salud:** Por definición los servicios de salud, son aquellas prestaciones que se enfocan en cuidar o mejorar la salud de las personas y la articulación de varios servicios relacionados con el cuidado de las personas se considera un sistema de atención que se puede enfocar en: Prevención, tratamiento, mejora, mantenimiento y promoción, llegando así a mejorar la calidad de vida de los usuarios que utilizan estos artefactos (El-Farargy, 2020; Hidalgo & Herrera, 2020).

**Trabajo colaborativo:** Grupo de personas que se alinean con el objetivo de trabajar en grupo para obtener ciertos resultados específicos. El trabajo colaborativo no siempre se da en relaciones directas y en algunos casos se desarrolla mediante delegación de tareas o actividades por beneficio compartido (Mutualismo), teniendo casos donde el trabajo colaborativo beneficia en diferentes medidas a cada una de las personas u organizaciones que se ven involucradas (Murillo Bohórquez et al., 2018).

## Resumen

**Título:** Proceso para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica basado en una estrategia de trabajo colaborativo\*

**Autor:** Sully Viviana Calderón Ortiz\*\*.

**Palabras Clave:** Diseño de servicios en salud, trabajo colaborativo, co-creación, estrategia, cardiocirugía pediátrica, Innovación abierta.

**Descripción:** Este proyecto de investigación se concentró en la configuración de un servicio de pre-planeación quirúrgica mediante una estrategia de trabajo colaborativo. El proceso de diseño tuvo bases en la revisión sistemática de la literatura y permitió la estructuración de una taxonomía para la toma de decisiones en el diseño de servicios en salud.

El diseño del servicio fue configurado utilizando diversas herramientas y valoración constante por parte de médicos relacionados en el área de cirugía, identificando problemas, necesidades y expectativas respecto al servicio a diseñar. El testeo y valoración del servicio se realizó en conjunto con el área de cardiocirugía pediátrica de la Fundación Cardiovascular de Colombia, con quien se ejecutó un caso de alta complejidad, llegando a contribuir en la toma de decisiones y conducta médica del caso.

Con este proyecto, se comprobó que los procesos de trabajo mancomunado entre organizaciones contribuyen al desarrollo de avances y la generación de innovaciones con alto impacto, especialmente cuando se relacionan múltiples actores en el proceso de diseño.

---

\*Tesis de Maestría

\*\*Facultad de ingeniería fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Directora: PhD Clara Isabel López. Codirector: Javier Mauricio Martínez Gómez.

## Abstract

**Title:** Process for the design of the surgical pre-planning service based on a collaborative working strategy\*

**Author(s):** Sully Viviana Calderón Ortiz\*\*

**Key Words:** Health service design, Collaborative work, Co-creation, Pediatrics Heart surgery, Open Innovation.

**Description** This research project focused on the configuration of a surgical pre-planning service through a collaborative work strategy. The design process was based on a systematic review of the literature and allowed the structuring of a taxonomy for decision-making in the design of health services.

The service design was configured using various tools and constant assessment by doctors involved in the area of surgery, identifying problems, needs and expectations regarding the service to be designed. The testing and evaluation of the service was conducted in conjunction with the pediatric heart surgery area of the Fundación Cardiovascular de Colombia, with whom a highly complex case was performed, contributing to the decision-making and medical conduct of the case.

This project proved that joint work processes between organizations contribute to the development of advances and the generation of high-impact innovations, especially when multiple actors participate in the design process.

---

\*Master's Thesis

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial Design. Director: PhD Clara Isabel López. Co-director: Javier Mauricio Martínez Gómez.

## Introducción

En la actualidad, la estructuración del diseño como disciplina, ha permitido que se generen metodologías, herramientas, sistemas y estrategias, que se enmarcan netamente al artefacto que se va a desarrollar, siendo ejemplo de ello el diseño de servicios (Yu & Sangiorgi, 2018). Diseño de servicios como proceso permite dirigir, visualizar, formular y solucionar de manera directa problemas existentes, necesidades manifestadas o expectativas de mejora que se pueden resolver mediante un servicio (Oertzen et al., 2020; Williams, 2007). El diseño de servicios se adapta a varios contextos y requiere la colaboración de los actores involucrados en el proceso, esto implica una comunicación entre personas de distintos ámbitos, para la toma de decisiones relacionadas con el proceso de diseño. (Patrício, de Pinho, et al., 2018).

En función de llevar a cabo procesos de interacción entre los actores que intervienen en la cadena de valor, en el diseño de servicios se ha implementado de manera constante en los últimos 10 años procesos de co-creación (Patrício, de Pinho, et al., 2018; Steen et al., 2011; Yu & Sangiorgi, 2018). Los procesos de trabajo colaborativo repercuten en la toma de decisiones, calidad del servicio y adaptación a las necesidades del usuario directo, aumentando los niveles de eficiencia y satisfacción en la interacción con el artefacto, (D. H. Lee, 2019).

Al implementar actores clave durante los procesos proyectuales, el diseño de servicios ha logrado tener relaciones de empatía más asertivas con el usuario, acercándose a las necesidades y realidades vividas por las personas vinculadas al servicio base y que pueden contribuir a la construcción o mejora del artefacto (Yu & Sangiorgi, 2018). En ciertos casos, el servicio principal se encuentra enmarcado en un sistema general, que mediante la experiencia los usuarios poseen frustraciones, necesidades y expectativas a cumplir, teniendo que establecer nuevas estructuras de soporte que solucionen estos requerimientos propios del artefacto principal, para llegar a un mayor nivel de satisfacción por parte de los usuarios (de Souza et al., 2017; Patrício, de Pinho, et al., 2018).

Uno de los servicios donde se encuentra más dificultad para articular elementos adicionales, es el servicio de salud; especialmente en la configuración y desarrollo dada la delicadeza y la naturaleza de este (El-Farargy, 2020). Los casos donde la configuración del artefacto de soporte al servicio macro de salud posee mayor dificultad, son los relacionados con la toma de decisiones y la valoración del paciente (Reina, 2019), pues dependiendo del veredicto y el parte médico se puede lograr o no la rehabilitación total o parcial de la persona (Oca, 2014; X. D. Wang et al., 2017).

De acuerdo con el párrafo anterior, la necesidad de soporte para la toma de decisiones de manera informada ha incurrido en la articulación de nuevos elementos o tecnologías, que le permiten al médico evaluar de manera detallada y llegar a diagnóstico específico con conocimiento a profundidad de la patología o defecto que posee el paciente (Haimés et al., 2020). En el ambiente médico y durante la toma de decisiones resalta la etapa prequirúrgica, donde el médico especialista determina la conducta médica a seguir y el tratamiento adecuado para la rehabilitación del paciente (Haimés et al., 2020; Reina, 2019; Richards, 2013).

En la etapa prequirúrgica se han integrado tecnologías que propician una adecuada valoración y diagnóstico del paciente, tomando relevancia estrategias como el planeamiento virtual y biomodelos físicos para una adecuada toma de decisiones que repercuten en la reducción de eventos adversos (Javaid & Haleem, 2019; Wani et al., 2021). En el marco del avance tecnológico, se han logrado establecer prácticas o herramientas que permiten ejecutar soporte en casos de alta complejidad, donde por medio de software CAD (Computer-Aided Design) se han generado biomodelos de referencia y han sido manufacturados principalmente mediante manufactura aditiva (Cartiaux et al., 2014; Pérez-Mañanes et al., 2016).

La incorporación de estas tecnologías ha sido orientada a la toma de decisiones respecto a la conducta médica (Feczko et al., 2017; Merc et al., 2013), reducir los riesgos quirúrgicos o morbilidad del paciente (Henderson et al., 2021), y la generación de soluciones más precisas

adaptadas al paciente (Murillo Bohórquez et al., 2018). Estos avances se han obtenido articulando tecnologías concurrentes y conocimientos multidisciplinarios que permiten mejorar la calidad y precisión de los dispositivos médicos de soporte (Saldarriaga, 2011).

Con este trabajo de investigación se buscó implementar estrategias de trabajo colaborativo para mejorar el proceso de diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica. En el proceso se delimitaron lineamientos estructurales en torno a las necesidades, problemas y expectativas de los actores clave involucrados que facilitara la toma de decisiones y permitiese establecer una conducta médica precisa. En función de diseñar un artefacto acorde a la estructura del servicio de salud, se tuvieron en cuenta procesos, herramientas y actividades que permitieran una adecuada interacción para la delimitación proyectual del servicio en el marco de un flujo de trabajo colaborativo.

El diseño de este servicio relacionado con el sector salud, al no tener lineamientos delimitados, se evaluaron los procesos de relacionamiento con los actores clave en pro de la adecuada captación de datos y la eficiencia en la toma de decisiones. En los procesos de relacionamiento se lograron identificar posibles situaciones críticas y mediante el testeo del proceso se generaron canales de comunicación que facilitarían los procesos de diseño y desarrollo.

Mediante la identificación de herramientas de apoyo para el proceso de diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica, se estableció un referente taxonómico respecto al uso de estos recursos, generando así una guía para la selección de elementos de soporte en torno a las necesidades del proceso de diseño que se encuentren ejecutando. El análisis y seguimiento del proceso se realizó mediante la estrategia PLM (Product Lifecycle Management), con la cual se evaluaron las herramientas y actividades realizadas para la construcción del servicio.

El proceso para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica se encuentra enmarcado en las capacidades de desarrollo que posee el grupo de investigación INTERFAZ, perteneciente a la Universidad Industrial de Santander (UIS), quienes a lo largo de su trayectoria han desarrollado

avances en el desarrollo de dispositivos médicos para pacientes específicos. Los procesos de investigación han contribuido de manera activa a la generación de nuevo conocimiento en torno al desarrollo de nuevo producto para el sector salud de la región por esta razón, los procesos ejecutados en el marco de este proyecto se ejecutaron estableciendo alianzas estratégicas para el avance en la construcción de capacidades para el apoyo al sector salud.

Con proyecto se realizó el proceso para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica, contribuyendo a reducir la incertidumbre en la toma de decisiones prequirúrgicas, especialmente en procesos de alta complejidad. A lo largo de este documento se encuentran consignados los elementos estructurales, metas, estrategias y herramientas que se implementaron en este proyecto de investigación, sirviendo como base direccionadora para la obtención un servicio del sector salud creado a través de una estrategia de trabajo colaborativo.

### **Planteamiento del problema**

Aunque los avances y trabajos desarrollados en el marco del diseño de servicios, ha tenido auge en los últimos años y se ha enfocado en crear valor e innovar en el sector salud, al ser una relación reciente se han encontrado necesidades o vacíos que el diseño como disciplina debe mejorar (Ruiz-Rodríguez et al., 2009). Entre las necesidades documentadas se encuentran: la estructuración de lineamientos para la toma de decisiones en diseño, la creación de modelos o herramientas guía (H. M. Silva et al., 2021a; Wherton et al., 2015), documentación de procesos para reproductibilidad (Chou et al., 2012) y valoraciones de efectividad (Damali et al., 2016),

La articulación de disciplinas entre el diseño y medicina es reciente, se han generado avances como: Ingeniería inversa (Hosni, 2000), diseño de dispositivos médicos (Bitkina et al., 2020) y mejoras en flujos de trabajo (Chou et al., 2012), siendo el trabajo incremental lo que le ha permitido a la disciplina aportar al sistema de salud (de Maria et al., 2018). Como consecuencia de los procesos de investigación en diseño, se ha permitido avanzar en otro tipo de artefactos, como experiencias,

modelos, procesos y servicios, entre otros (Green et al., 2020; Yu & Sangiorgi, 2018); ampliando el campo de investigación aplicada a la mejora directa del servicio de salud (de Souza et al., 2017).

Un servicio clínico que ha requerido constante atención son los relacionados con el área de cirugía, teniendo constantes adaptaciones a las necesidades y avances médicos que se generan, traducándose a guías prácticas con aplicaciones inmediatas en pro de la salud del paciente (D. H. Lee, 2019). En función de los constantes cambios, los servicios de salud son modelados en pro de flujos de trabajo más precisos y eficientes (Patrício, de Pinho, et al., 2018; Patrício et al., 2020) .

En la configuración de servicios en salud, especialmente en el área quirúrgica, se requiere de servicios de apoyo que sean centrados en el usuario y con alto nivel de flexibilidad, pues esto permite adaptarse a las necesidades tanto del personal médico como de los pacientes (Figuerola et al., 2017; Ruiz Ibañez, 2012). Aunque los requerimientos de flexibilidad son altos, la generalidad de los servicios de salud requiere de demostraciones científicas y de testeos clínicos que prueben la eficiencia, por este motivo la adaptabilidad depende de guías clínicas y procedimientos complejos que dificultan la integración de nuevos recursos a la práctica médica (HUS, 2017; Marco & Afanador, 2017; Organización Panamericana de la Salud, 2008).

En el ámbito quirúrgico es común, los avances en equipos y procedimientos quirúrgicos, pero se requiere el análisis de etapas como la prequirúrgica o postquirúrgica donde los especialistas requieren soporte tanto en la conducta médica como en el proceso de rehabilitación dado el alto nivel de incertidumbre en la toma de decisiones (Synthes, 2020; Vajapey & Li, 2020). En consecuencia, se ha avanzado de manera constante en productos o dispositivos médicos, pero sin incidir en los servicios médicos (Bernthal et al., 2012; Synthes, 2020; Vajapey & Li, 2020).

En los avances destacados para procedimientos quirúrgicos que han sido desarrollado entre el diseño y la medicina, se encuentran la valoración prequirúrgica mediante herramientas 3D de visualización (Flaxman et al., 2020; Paramasivam et al., 2020) y el desarrollo de dispositivos

médicos para pacientes específicos (Patil et al., 2015; Provaggi et al., 2016). En la necesidad de toma de decisiones, solamente con el dispositivo médico de soporte no se logra integrar al sistema de salud de manera generalizada y es poco accesible para todos los médicos (Patrício, Gustafsson, et al., 2018; Steen et al., 2011).

Los desarrollos generados para pacientes específicos, han sido iniciativas que no son estructuradas en las capacidades hospitalarias, repercutiendo en la poca implementación de estos avances (Ardila et al., 2018; Hieu, Sloten, Hung, Khanh, Soe, et al., 2010; Ye et al., 2008). Por este motivo se necesita la articulación interdisciplinaria que beneficie mediante flujos de procesos comunes y servicios colaborativos, a la toma de decisiones, definición de la conducta médica y mayor seguridad en el diagnóstico. (Garcia et al., 2020; Patil et al., 2015; Wani et al., 2021).

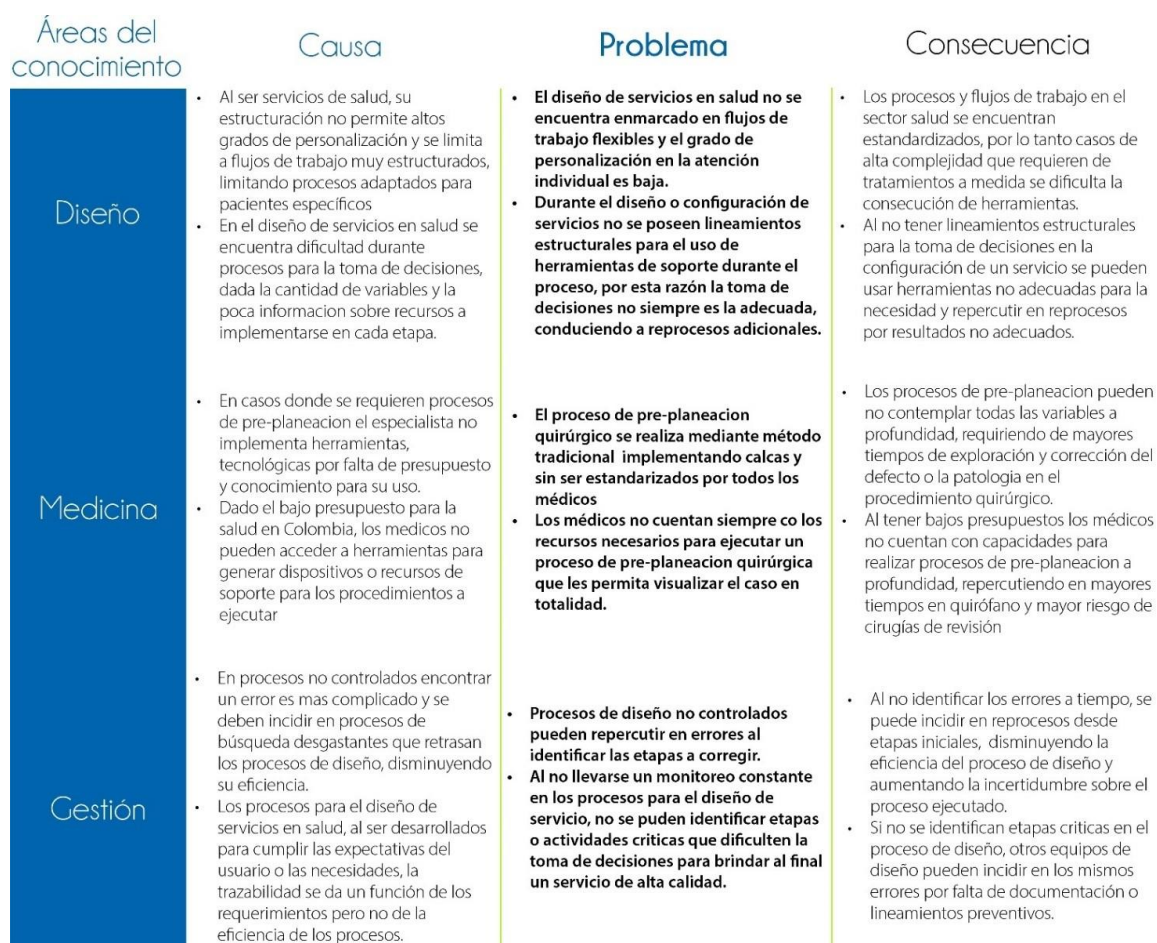
Aunque en países altamente desarrollados la investigación interdisciplinaria aplicada al sector salud, se ejecuta de manera constante, en países en vía de desarrollo se acostumbra a adaptar prácticas y procesos, que no siempre responden a las necesidades específicas (de Maria et al., 2018; Jarow & Baxley, 2015; Vajapey & Li, 2020). En consecuencia a las prácticas de adaptación, los servicios de salud requieren ajustes constantes y necesitan de dispositivos que se adapten tanto a la anatomía como a la fisiología de sus pacientes. (Calderón, 2014; Organización Panamericana de la Salud, 2008).

En el contexto colombiano, dadas las condiciones del servicio de salud, la adaptación de capacidades tecnológicas es lenta, los procesos o personal adicional es poco probable a implementarse, pues el manejo de costos y el soporte económico para el quehacer médico es bajo (Calderón, 2014; Merlano-Porras & Gorbanev, 2013). Por estas razones, al necesitar de los recursos y no contar propiamente con la capacidad de inversión, se requiere de tercerización, que permita la implementación de tecnología de soporte sin necesidad de la inversión final, aportando a la toma de

decisiones en el flujo de trabajo y la ejecución de procedimientos que los entes hospitalarios no cuentan con las herramientas, máquinas o personal para ejecutar la actividad (D. H. Lee, 2019).

Con la identificación de necesidades propias del contexto colombiano, donde las entidades prestadoras de servicio no poseen las capacidades para generar servicios de apoyo, especialmente en áreas de alta complejidad como las relacionadas con procedimientos quirúrgicos (Calderón, 2014; Garcia-Subirats et al., 2014; Merlano-Porras & Gorbanev, 2013). Se requiere con urgencia, la articulación tecnológica con avances de última generación, pues el sistema de salud demanda soluciones acorde a las necesidades y realidades económicas, repercutiendo en la prestación de los servicios de salud. (Li et al., 2017; Patrício et al., 2020; Ruiz-Rodríguez et al., 2009).

**Figura 1.** *Árbol del problema identificado en el marco del proyecto*



*Nota:* Sintetización de problemas evidenciados respecto a causas y consecuencias contextualizadas.

Es clave que el diseño de servicios complementarios en el sector salud sea enmarcado en la situación del sistema a nivel nacional y las nuevas iniciativas permita el tratamiento de las problemáticas nacionales acorde a las necesidades (Espinal-Piedrahita & Restrepo-Zea, 2022; López Rodríguez et al., 2023). Mediante este trabajo de investigación se buscó configurar un servicio tercerizado que permitiera ejecutar procesos de pre-planeación quirúrgica de manera colaborativa, usando biomodelos personalizados que implementen visualización 3D y manufactura aditiva según conducta médica y el nivel de incertidumbre.

Este trabajo de investigación para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica servirá como base experimental para la identificación de herramientas que contribuyan al trabajo colaborativo en pro del diseño de servicios, permitiendo construir con base en la experiencia, lineamientos taxonómicos para la toma de decisiones respecto a cuándo y para qué sirve cada herramienta. Cada una de las herramientas contribuyó a la delimitación de una estrategia para el trabajo colaborativo y permitió ejecutar procesos de co-creación, donde intervinieron los actores clave para el servicio de pre-planeación y realizaron sus aportes acerca de sus necesidades según su experiencia y conocimiento.

De las diversas variables para tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto surge la siguiente pregunta de investigación e hipótesis:

¿Cómo la implementación de una estrategia para el trabajo colaborativo contribuye a la configuración del proceso para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica?

Hipótesis: La implementación de una estrategia de trabajo colaborativo favorecerá positivamente a la configuración del proceso para el diseño de pre-planeación quirúrgica

## **Justificación**

Los servicios permiten al ser humano generar interacciones que hacen parte de su cotidianidad, siendo determinantes para la calidad de vida y el buen desarrollo personal que puede tener un individuo en un entorno social (Dietrich et al., 2017). Por la relevancia de los servicios en la sociedad, el diseño se ha preocupado por generar herramientas, estrategias o actividades que le permitan mejorar los artefactos ya existentes o crear servicios pensados en las necesidades de las personas, respondiendo así a los deseos propios de los usuarios que consumen o utilizan el artefacto (Oertzen et al., 2020).

En la actualidad, el diseño al ser una disciplina que se preocupa por mejorar la calidad de vida de las personas y generar elementos de apoyo que mejoren la calidad de vida (Fliess et al., 2014). Sectores de alta complejidad como el de la salud, han generado relaciones de colaboración con el diseño para mejorar sus procesos, servicios y sistemas (Damali et al., 2016), generando recursos y elementos que contribuyen a la implementación y creación de nuevas capacidades, contribuyendo de manera constante a la mejora en la práctica médica y las condiciones de trabajo con la que se desarrollan los servicios de salud (El-Farargy, 2020; Li et al., 2017).

Una de las etapas en la práctica médica que requiere de mayor soporte parte del diseño, es la etapa prequirúrgica, pues en esta se determina la conducta médica a seguir, el tipo de procedimiento y los condicionantes del caso que pueden representar una mayor o menor dificultad (Ardila et al., 2018; R. Ryu et al., 2019). En casos de alta complejidad, la toma de decisiones es más complicada tanto por la fisiología como la anatomía del paciente, pues variables como las imágenes diagnósticas no permiten la visualización completa del defecto o la patología, dificultando el predecir eventos adversos, tiempos de cirugía, dispositivos médicos necesarios o dificultades en la ejecución (Chua & Chui, 2016; Escalada-Hernández et al., 2019; Provaggi et al., 2016).

En la etapa prequirúrgica en casos de alta complejidad, el médico encargado de la cirugía debe tener alta capacidad de decisión, que les permita estructurar el procedimiento quirúrgico y la conducta médica que prevenga eventos adversos o problemas en la ejecución del procedimiento (Haimés et al., 2020; Uddin et al., 2016; X. D. Wang et al., 2017). En el contexto nacional del servicio de salud, los médicos además de contar con las dificultades mencionadas deben ejecutar los procedimientos con pocos recursos de soporte, pues el sistema de salud cuenta con capacidades reducidas y la financiación de herramientas adicionales que les brinden mayor seguridad, son poco implementadas por el alto costo (Jardini et al., 2014; Merlano-Porras & Gorbanev, 2013).

En el marco de las necesidades de la etapa prequirúrgica, se identificó la oportunidad de configurar un servicio que contribuya a la toma de decisiones por parte de los especialistas en casos de alta complejidad, implementando biomodelos o dispositivos médicos que reduzcan el nivel de incertidumbre (Ardila et al., 2018; Chua & Chui, 2016). En función de las oportunidades identificadas, mediante este trabajo de grado en maestría del grupo de investigación INTERFAZ, se buscó configurar un servicio de pre-planeación quirúrgica integrando los actores clave en el diseño del servicio y a través de co-creación establecieran lineamientos para configuración y desarrollo.

Durante el proceso de diseño del servicio implementando co-creación, se estableció una estrategia que permitió integración de múltiples actores claves que delimitaron el flujo de trabajo, los desarrollos a generarse, el portafolio que se podría ofrecer y las capacidades propias del grupo para dar un adecuado soporte a la toma de decisiones en la etapa prequirúrgica.

En el marco del servicio se podrá contar con biomodelos virtuales y físicos en 3D, además de dispositivos médicos para pacientes específicos, que le permiten al especialista realizar una planeación completa del procedimiento a ejecutarse junto con herramientas que guiarán la ejecución del procedimiento según lo planificado con el servicio de pre-planeación quirúrgica. El servicio se

realizó de manera independiente y siendo prestada por el grupo de investigación, teniendo como finalidad de garantizar la calidad además de la oportunidad de ser proveedor de múltiples organizaciones del sector salud.

En el proceso de implementación se buscó testear el flujo de procesos y se desarrollaron nuevas actividades colaborativas que permitieron una comunicación asertiva entre el especialista y el diseñador en el marco de un caso específico, reforzando la toma de decisiones mediante actividades de co-creación. Cada una de las actividades fueron pensadas en función de testear las mejores herramientas para la construcción de un servicio de pre-planeación eficiente y que redujera la incertidumbre, logrando contribuciones interesantes a procesos prequirúrgicos en el área de cardiocirugía infantil.

En cada una de las etapas que requirieron procesos de co-creación, se realizaron procesos de seguimiento mediante PLM y evaluados con el fin de establecer una estrategia para trabajo colaborativo basadas en la práctica o las interacciones interdisciplinarias. Como consecuencia del proceso de indagación para el establecimiento de la estrategia de trabajo colaborativo y la experimentación, se configuró una taxonomía de referencia en procesos de diseño de servicios en el sector salud.

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad industrial de Santander, liderado por el grupo de investigación INTERFAZ, teniendo relacionamiento con múltiples profesionales interdisciplinarios que contribuyeron a la estructuración del servicio. El proceso de testeo y evaluación del servicio de pre-planeación quirúrgica, se ejecutó con el área de cardiocirugía pediátrica de la Fundación Cardiovascular de Colombia con un caso de alta complejidad, donde se realizaron actividades de co-creación en pro de diseñar dispositivos médicos acordes a las necesidades y que contribuyan a la disminución de incertidumbre en la toma de decisiones

## **Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Proponer una estrategia de trabajo colaborativo para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica, enfocándose en el aumento de la eficiencia durante los procesos de configuración y prototipado del servicio.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Identificar procesos de co-creación claves para la configuración y desarrollo de servicios en el sector salud mediante el proceso de vigilancia tecnológica, orientado a la caracterización de lineamientos para el trabajo colaborativo y la estructuración de la estrategia.
- Configurar una estrategia de trabajo colaborativo, que facilite las interacciones interdisciplinarias para la toma de decisiones, durante el proceso para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica.
- Evaluar la eficiencia de la estrategia durante la toma de decisiones en los procesos de co-creación interdisciplinaria para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica.

### **Alcances**

Con este proyecto se diseñó un servicio de pre-planeación quirúrgica mediante una estrategia de trabajo colaborativo, integrando en el proceso a los diferentes actores que permitieran la delimitación del flujo de procesos. Durante el proceso de investigación se identificaron e implementaron diversas herramientas que contribuyeron a la ejecución de actividades de co-creación y permitieron la identificación de necesidades, problemas o expectativas del usuario directo.

Durante el proceso seguido para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica, se estableció una taxonomía para la toma de decisiones respecto a qué tipo de herramienta o técnica orientada a contribuir en procesos proyectuales ofrece resultados más eficientes en cada etapa del proceso de diseño, sirviendo a profesionales en esta área de conocimiento para elegir este tipo de ayudas de manera informada y con conocimiento de la tipología de resultados que se podrán obtener a lo largo de la ejecución de actividades o pruebas.

Con el servicio de pre-planeación quirúrgica, se busca mejorar las condiciones y recursos que poseen los especialistas para la toma de decisiones en procesos prequirúrgicos (Diagnóstico y planeación quirúrgica) junto con dispositivos médicos que mejoren la práctica quirúrgica en un costo reducido, disminuyendo el nivel de incertidumbre que se encuentra en la actualidad al tomar decisiones solamente con recursos imagenológicos y permitiría generar estrategias para la producción de dispositivos médicos PSI (Patient Specific Implant) con un costo inferior, permitiendo la implementación de estos durante procedimientos quirúrgicos que los requieran.

### **Antecedentes**

En la actualidad el proceso de pre-planeación quirúrgica no está explotado como un servicio, pues este proceso lo realizan los médicos especialistas durante la etapa prequirúrgica (Dhakshyani & Nukman, 2014), ejecutándola mediante la implementación de calcas o visualización de imágenes diagnósticas, teniendo contacto directo con el paciente o realizando análisis de la patología/defecto mediante su conocimiento y en algunos casos mediante una revisión literaria del caso (Brasseur, 2017; Zulia, 2011). Los procesos de pre-planeación quirúrgica se realizan según la conducta médica y en casos complejos donde se necesitan dispositivos médicos de apoyo se solicita el apoyo de casas matrices, quienes soportan la actividad y educan al especialista en el modo de uso o implantación en el paciente (Bitkina et al., 2020; Organización Mundial de la Salud, 2012).

En los casos donde se solicitan dispositivos médicos para paciente específico, las casa matrices desarrollan dispositivos que apoyan la ejecución de actividades complementarias para realizar procedimientos pero no satisfacen la generalidad de las especialidades pues se concentran principalmente en ortopedia y cirugía maxilofacial (Bernthal et al., 2012; Vajapey & Li, 2020). Por estas razones los médicos especialistas han adaptado las prácticas de planeación a las necesidades de la especialidad y a los exámenes diagnósticos según la conducta médica y que permitan la toma de datos en función de los exámenes médicos (Richards, 2013; Zulia, 2011).

En algunos casos cuando el médico especialista solicita soporte por parte de una casa matriz para el desarrollo de dispositivos médicos, el nivel de incertidumbre es alto según la complejidad (Akbari-Shandiz et al., 2019; Pan et al., 2018). Los especialistas en los procesos ejecutados realizan múltiples interpretaciones según los exámenes médicos de referencia, dificultando la toma de decisiones en torno al diagnóstico y el procedimiento quirúrgico, (Ardila et al., 2018; Dhakshyani & Nukman, 2014; Hosni, 2000).

Por esta razón se identificó la necesidad de configurar un servicio externo a la entidad prestadora de salud, que le permita al médico especialista tener ayudas diagnósticas de referencia con alta calidad y dispositivos médicos de soporte para el procedimiento; permitiéndole al médico especialista tomar decisiones basadas en el conocimiento general del defecto o patología que sufre el paciente. En el contexto de la entidad prestadora del servicio de salud, con la configuración del servicio de pre-planeación quirúrgica, se le brinda posibilidad de contar con este tipo dispositivos médicos, sin la necesidad de generar la estructura adicional para contar con los procesos o capacidades adicionales del servicio.

El grupo de investigación INTERFAZ, ha desarrollado capacidades para el desarrollo de dispositivos médicos. En el proceso de desarrollo se destacan dispositivos médicos como: guías quirúrgicas o de corte, herramientas de soporte quirúrgico, biomodelos virtuales y físicos en 3D (Ardila et al., 2018) además de sockets para prótesis (Murillo Bohórquez et al., 2018), siendo estos desarrollos configurados para el mejoramiento de la calidad de vida del paciente y facilitar la práctica médica al personal de salud, especialmente a los médicos especialistas (López, 2019).

### **1.3 Contexto grupo de investigación:**

El grupo de investigación INTERFAZ perteneciente a la Universidad Industrial de Santander, ha desarrollado investigación de alto impacto para la comunidad local y nacional. Los desarrollos están enfocados en el beneficio social, con lo que se le da un gran nivel de importancia a las problemáticas identificadas en el contexto social en función de soluciones accesibles para el común de las personas o en casos específicos, a democratizar elementos de alto costo que las personas con un ingreso promedio no se pueden permitir (Ardila et al., 2018).

Uno de los casos más destacados en la democratización de productos de alto costo, se encuentra el desarrollo de dispositivos médicos para pacientes específicos, donde se busca que la gran mayoría de personas puedan acceder a elementos de alta calidad a precios razonables. Con

estos desarrollos se reducen costos adicionales de importación y aumentan la posibilidad de uso por parte de personas con escasos recursos económicos. El desarrollo de dispositivos médicos con un alto grado de personalización al ser articulados a un proceso detallado durante la configuración, desarrollo y manufactura, se ha logrado calidad con tiempos reducidos de producción y costos accesibles (Murillo Bohórquez et al., 2018).

Los desarrollos generados por el grupo de investigación se han logrado de manera articulada e interdisciplinar con demás actores clave que han contribuido a la generación de dispositivos que cumplan a cabalidad con su finalidad y que sean altamente eficientes (Murillo Bohórquez et al., 2018). En el proceso de desarrollo se destacan dispositivos médicos como: guías quirúrgicas o de corte, herramientas de soporte quirúrgico, biomodelos virtuales y físicos en 3D (Ardila et al., 2018), además de sockets para prótesis (Murillo Bohórquez et al., 2018), siendo configurados para el mejoramiento de la calidad de vida del paciente y facilitar la práctica médica al personal de salud (López-Gualdrón et al., 2020).

Durante el desarrollo de dispositivos médicos por parte del grupo de investigación ha ido generando flujo de procesos que sirve como base para la configuración de nuevos dispositivos médicos, siendo la referencia para toma de decisiones centradas en la experiencia de desarrollo y permitiendo generar relaciones de trabajo colaborativo mediante trabajo interdisciplinar (Calderon et al., 2020; Garnica et al., 2020; López, 2019).

Durante más de 10 años, se ha desarrollado un proceso de flujo de trabajo interdisciplinario y se han empleado recursos propios para crear nuevos desarrollos. Esto se ilustra en el gráfico a continuación, que muestra el flujo de trabajo tanto para manufactura aditiva como sustractiva, destacando los procesos necesarios para integrar tecnologías y generar dispositivos médicos. (Ardila et al., 2018; Calderon et al., 2020; Garnica et al., 2020; López, 2019; Murillo Bohórquez et al., 2018).



Con la puesta en marcha de nuevos proyectos, el grupo de investigación busca que sus desarrollos puedan ser probados, comercializados y utilizados por sus usuarios directos, beneficiando al sector salud con elementos de bajo costo además de servicios para el soporte del quehacer en ambientes médicos especialmente en la planeación quirúrgica.

### **Marco Teórico**

Este proyecto de investigación, al ser un trabajo interdisciplinario entre el diseño, medicina y gestión, reunió estas tres áreas del conocimiento con la finalidad de establecer un proceso que permitiera la configuración del servicio de pre-planeación quirúrgica. Durante el desarrollo de esta investigación, se implementaron estrategias de trabajo colaborativo, que permitieron tomar decisiones basadas en las necesidades de los usuarios clave, el mercado o el sector salud.

En este marco teórico, se consignaron temas claves que fueron identificados como base estructural para el diseño de servicios en salud, herramientas o estrategias para la toma de decisiones en ambientes de trabajo colaborativo, estructuras administrativas durante el proceso de diseño, entre otros temas que se abordarán en este apartado. Las bases teóricas se derivaron de literatura científica con evidencia experimental, permitiendo el establecimiento de referencias para la toma de decisiones en el proceso de diseño. El marco teórico se organiza en tres áreas de conocimiento principales, como son: Diseño, Gestión y Medicina.

#### **1.4 Diseño**

El diseño como disciplina contribuye de manera activa a la sociedad, generando artefactos que mejoren la calidad de vida de sus usuarios, llegando a influenciar comportamientos, interacciones sociales, e inclusive la interpretación de la realidad (Brenner & Uebernickel, 2016; Cash, 2018; Karpen et al., 2017). Por estas razones se han establecido conexión con actividades de creación que generan recursos, herramientas, productos, servicios o experiencias, que permiten ejecutar una tarea en específico (Borgstrom & Barclay, 2019; Dann, 2018; Wani et al., 2021).

En este apartado del marco teórico, se recolectaron metodologías, estrategias, modelos y herramientas, que enriquecen el proceso de diseño; siendo estas identificadas con la finalidad de establecer lineamientos para la toma de decisiones durante el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica. Entre los temas destacados se encuentran: metodologías para el diseño de servicios junto con la articulación producto-servicio, personalización en el sector salud y los diversos grados de personalización que se pueden conseguir en esta área, estrategias para el trabajo colaborativo y procesos de co-creación junto actores clave y finalizando con la relación entre el diseño y la administración enfocados al control.

#### ***1.4.1 Diseño de servicios***

El diseño de servicios, al ser un proceso para la configuración especializada de este tipo de artefactos posee diversos recursos, herramientas y etapas específicas que se han establecido como referencia para la toma de decisiones a lo largo del proceso de configuración y desarrollo (Furrer et al., 2016). Desde la teorización del diseño de servicios le ha dado relevancia a la configuración de intangibles, estableciendo prácticas de referencia con los actores clave que intervienen en el proceso y la identificación de necesidades desde la experiencia (Dietrich et al., 2017; Oertzen et al., 2020).

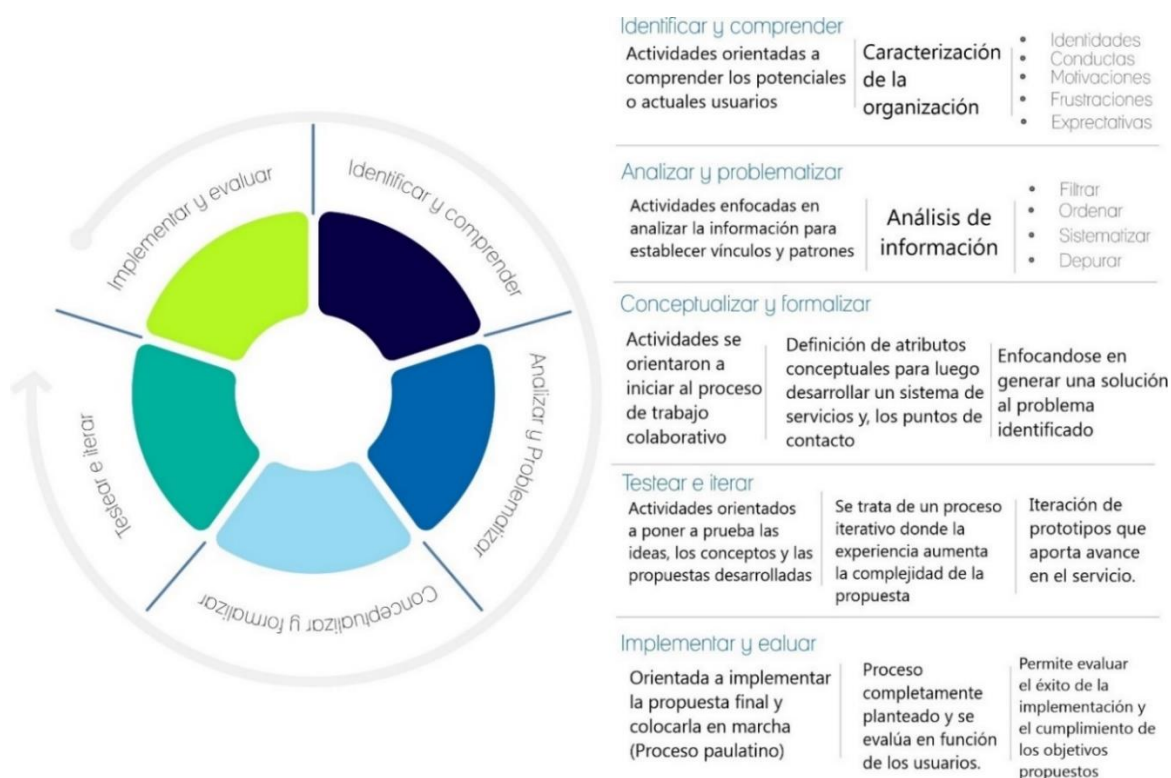
En la actualidad, el diseño de servicios se enfoca en dirigir, visualizar, formular y solucionar de manera directa problemas existentes o necesidades manifestadas, creando interfaces útiles, usables, deseables, eficaces, eficientes y distintivas (Figuroa et al., 2017), que al ser configuradas se enfocan en responder a las necesidades o expectativas que poseen los actores clave que intervienen a lo largo de la cadena de valor (Burnham, 2020).

Los servicios al ser configurados teniendo en cuenta las necesidades y expectativas de las personas que interactúan con estos en su rol como prestadores o consumidores, han requerido de prácticas de referencia y procesos de trabajo colaborativo que permiten llevar a cabo interacciones efectivas en el proceso (J. J. Lee et al., 2018). Algunas tipologías identificadas son: reuniones de

co-creación, actividades de trabajo colaborativo o implementación de herramientas, entre múltiples opciones que se pueden adaptar al proceso y contribuir en la estructuración o mejora de un servicio (Damali et al., 2016; Wherton et al., 2015; Yu & Sangiorgi, 2018).

El diseño de servicios se presenta cinco etapas de referencia, como lo son: Identificar y comprender, Analizar y problematizar, Conceptualizar y formalizar, testear e iterar (Figuroa et al., 2017; Monterroso, 2017). Con cada una de las etapas se busca estructurar un servicio eficiente contextualizado y que responda asertivamente a las necesidades propias de la población que interactúa con este artefacto (D. H. Lee, 2019; Patrício, Gustafsson, et al., 2018; Yu & Sangiorgi, 2018).

**Figura 3:** Etapas de referencia para ejecutar procesos relacionados con el diseño de servicios



*Nota:* Etapas del diseño de servicios que son implementadas en el proceso, teniendo metas de referencia con actividades, palabras clave y síntesis de enfoques.

Durante el proceso de diseño se busca conocer a profundidad las necesidades del usuario, enfocarse en solucionar un problema que sea relevante (González et al., 1989), delimitar las expectativas o metas y trabajar en equipo para el modelado del servicio (Bang Nguyen Dilip S. Mutum, 2015). Posterior al modelado del servicio, se testea y se evalúa la factibilidad de ingresar al mercado (Clausen et al., 2013; de Maria et al., 2018), donde la valoración con público real es la que define el grado de innovación que se logró con el artefacto diseñado (Hidalgo & Herrera, 2020; Walsh & Yan, n.d.).

Entre los objetivos a cumplir por parte del proceso de diseño para llenar las expectativas de los usuarios finales, se encuentran que: el artefacto sea usable, eficiente, con un alto nivel de calidad y práctico, enmarcado en un flujo de trabajo interno que permita tanto a los prestadores del servicio como a los proveedores, desempeñar las tareas de manera fluida (Dallasega et al., 2018; Patrício, de Pinho, et al., 2018). En función de establecer el nivel de calidad se deben evaluar los siguientes elementos fundamentales:

- El servicio como artefacto: Al establecer un servicio como un conjunto de procesos y actividades que se llevan a cabo para satisfacer las necesidades de los usuarios (Borgstrom & Barclay, 2019).
- El servicio bien entregado: La necesidad que se debe satisfacer en sí (Dietrich et al., 2017).
- El servicio como ecosistema: Sistema al cual se encuentra integrado el servicio (Geum et al., 2011).
- El proceso de servicios tiene puntos de contacto: Relación tangible entre usuarios con el servicio teniendo en cuenta los relacionamientos entre los actores de la cadena de valor (Liu & Yao, 2018).
- El proceso del servicio tiene una relación espacio/Tiempo: Los servicios poseen variables como espacio y tiempo de interacción son de suma importancia para el flujo de trabajo (Walsh & Petroperu, 2017).
- El proceso del servicio tiene líneas de interacción: Tipos de relaciones y métodos para efectuar la relación entre los actores de la cadena de valor. Se pueden tener múltiples líneas de interacción y todas se deben modelar (Patrício, de Pinho, et al., 2018).
- El servicio a través de capas de visibilidad: Los niveles de profundidad que posee un servicio, teniendo capas visibles a los usuarios y muchas de ellas invisibles al público en general (Dahlgaard-Park, 2015).

Para la configuración y el desarrollo de este proyecto, se implementaron cada uno de los elementos anteriormente mencionados y se establecieron los lineamientos base del servicio. En función de llevar el debido seguimiento y control durante la conceptualización del servicio de pre-planeación quirúrgica, se establecieron formatos donde se documentaron procesos, actividades y resultados obtenidos. A partir de ello se identificaron las prácticas de referencia para el diseño de

servicios en el sector salud, permitiendo tomar decisiones basadas en la experiencia y el trabajo colaborativo.

#### 1.4.1.1 Herramientas para el diseño de servicios

En la configuración de servicios, la identificación de las herramientas que se adapten a las necesidades de la propias de la etapa de diseño teniendo conocimiento sobre su debida aplicación. Estas herramientas que contribuyen en los procesos de creatividad, configuración, desarrollo y validación, poseen características propias que las hacen únicas y adaptables a ciertos contextos específicos

Durante la selección de una herramienta en el proceso de diseño, el investigador debe considerar las condiciones y características del servicio. Se establece una meta para determinar si se necesita una herramienta cualitativa o cuantitativa y luego se elige entre varias opciones disponibles. Las herramientas cuantitativas incluyen investigación de datos y encuestas, mientras que las herramientas cualitativas abarcan procesos relacionados de manera intrínseca con el ser humano.

Entre las herramientas más relevantes se encuentran las mencionadas en la siguiente tabla y esta poseen ventajas y desventajas que deben ser evaluadas para tomar la decisión de implementación. Para la identificación de variables a profundidad ventajas, desventajas y necesidades se consignó en el apéndice 1

**Tabla 1:** *Ventajas de las herramientas identificadas inicialmente para el diseño de servicios*

Tipo de Herramienta	Herramientas	Ventajas
Cuantitativa	Data research	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite el análisis de datos para la predicción de comportamientos en el diseño del flujo del servicio.</li> <li>• Permite realizar correcciones y cambios en función de data.</li> </ul>
	Encuestas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serie de preguntas a personas relacionadas con el servicio para la identificación de información.</li> <li>• Permite tener contacto directo con actores clave e interactuar de manera estructurada para identificar patrones y necesidades.</li> </ul>

Cualitativa	Observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite identificar patrones de comportamiento de manera directa.</li> <li>• El observador puede estar en contacto constantemente con las acciones e interacciones que el usuario o actor puede tener con el servicio</li> </ul>
	Shadowing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite identificar comportamientos del usuario cuando este no sabe que está siendo observado.</li> <li>• El observador cuando trabaja con datos sensibles debe informar de su presencia, pero no intervenir en la situación.</li> </ul>
	Mapa de Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirve como mapa de trabajo, donde se relacionan los actores que intervienen en el flujo de trabajo de un servicio y cuáles son las implicaciones.</li> <li>• En el mapa se pueden identificar las interacciones entre actores y el servicio</li> </ul>
	Mapa del ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la identificación de relaciones y la interacción del servicio respecto a la organización que lo presta.</li> <li>• El mapa de ecosistema permite identificar la interacción que posee el servicio en el ambiente empresarial donde se desarrolla y el mercado económico donde consume.</li> </ul>
	Service Blueprint	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la visualización de la complejidad del servicio. Se pueden visualizar interacciones internas y externas del servicio.</li> <li>• De manera detallada, se especifican los aspectos del servicio y se identifican factores de interacción entre actores con el servicio.</li> </ul>
	Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta implementada para la medición de resultados en función de indicadores clave, que permiten conocer el nivel de eficiencia, eficacia y calidad.</li> <li>• Se considera como un proceso clave para la toma de decisiones, especialmente para la identificación de factores diferenciadores respecto a la competencia.</li> </ul>
	Mapa de valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es considerado el mapa que resume la propuesta de valor que se configura en el marco de un servicio.</li> <li>• Se pueden visualizar de manera general, las variables, ventajas y desventajas del servicio a prestarse.</li> </ul>
	Perfil del cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis contextual de cliente y el conocimiento a fondo de las situaciones las que este está expuesto.</li> <li>• Da la posibilidad de entender a fondo las necesidades y las expectativas del usuario respecto al servicio o producto que se está diseñando.</li> </ul>
	Push frente al Pull	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe definir respecto a que tipo de variable se va a generar la innovación (tecnología o capacidades) o respecto a las necesidades y el trabajo realizado por la organización</li> <li>• Se definen los direccionadores del proceso y cuáles serán los impulsores del proceso.</li> </ul>

Al encontrarse mapeadas inicialmente múltiples herramientas para el diseño de servicios, se identificó la necesidad de generar una taxonomía que agrupe estas opciones y la gran cantidad de herramientas adicionales que se encuentran para apoyar los procesos durante el diseño de servicios. Para la estructuración de la taxonomía, se requiere mencionar los beneficios de cada herramienta,

las etapas donde se sugiere implementarse, procesos y actores requeridos, además de sugerencias identificadas durante el proceso de investigación.

#### ***1.4.2 Diseño de servicios en salud***

El diseño de servicios en el sector salud, comprende procesos que permiten la configuración de un servicio que contribuye al sector salud y relaciona actores para mejora de los artefactos actuales (Patrício, de Pinho, et al., 2018; Patrício et al., 2020). El proceso de diseño se enfoca en incrementar la eficiencia y la efectividad del servicio de salud tanto para mejorar la calidad de vida, o uso de quienes requieren tratamiento médico (Camera et al., 2020; Green et al., 2020).

Mediante el diseño de servicios se han ejecutado desarrollos que contribuyen al mejoramiento del sector salud, su sistema, el flujo de recursos con los que se labora y las interacciones entre las entidades prestadoras del servicio con los pacientes (S. Anderson et al., 2018; García-Magro & Soriano-Pinar, 2020; Vink et al., 2021). De esta forma se promueve mejorar los niveles de satisfacción al finalizar el ciclo de uso y en algunos casos, se logra la actualización del sistema a las herramientas o elementos de soporte que se generan con el avance tecnológico constante (Damali et al., 2016; Patrício, de Pinho, et al., 2018; Patrício, Gustafsson, et al., 2018).

Algunas estrategias en el diseño de servicios han sido mapeadas como referentes de prácticas, entre ellas destacan: el trabajo colaborativo, actividades de co-creación, entrevistas, encuestas, procesos planificación y empatía, donde el usuario ha tomado un papel importante en la toma de decisiones. Los usuarios en el diseño de servicios en salud están involucrados en el diseño, pues contribuyen de manera directa con opiniones acerca de la experiencia y permiten evaluar en función de las necesidades específicas (Dietrich et al., 2017; García-Magro & Soriano-Pinar, 2020; Patrício, de Pinho, et al., 2018; Yu & Sangiorgi, 2018).

El diseño de servicios en salud se enmarca en el diseño de servicios y las etapas guías del proceso, como lo son: Identificar y comprender, Analizar y problematizar, Conceptualizar y

formalizar, Testear e iterar, finalizando con implementar y evaluar (Figueroa et al., 2017; Monterroso, 2017). Cada una de estas etapas se coloca en marcha teniendo siempre en cuenta las necesidades propias del sector salud, además de la vulnerabilidad que pueden presentar los usuarios al estar pasando por una situación complicada en su salud (S. Anderson et al., 2018; Figueroa et al., 2017; Monterroso, 2017; Park & Lim, 2015).

Entre los factores que son determinantes para toma de decisiones en el diseño del servicio, además del factor humano y la sensibilidad del contexto del sector salud (Damali et al., 2016; J. J. Lee et al., 2018), también se encuentran factores como la diversidad de dispositivos médicos, insumos, la amplia cantidad de personal, la infraestructura y el complejo flujo de procesos (Organización Panamericana de la Salud, 2018). Dada la cantidad de variables que intervienen, los procesos de diseño y articulación de los nuevos desarrollos deben ser llevados de manera ordenada y que se adapten adecuadamente a la estructura principal del sistema de referencia (Organización Panamericana de la Salud, 2018).

Es clave resaltar que en el proceso de diseño de servicios que se lleva a cabo en el contexto del sector salud, no siempre los desarrollos van dirigidos completamente al paciente; pero estos siempre serán beneficiados directa o indirectamente (Dann, 2018; Hidalgo & Herrera, 2020; Ruiz-Alba et al., 2019). En casos particulares, se ha llegado a configurar servicios complementarios que contribuyen a mejorar la práctica médica que realiza el personal de salud o que aportan estructura para el buen funcionamiento de las entidades prestadoras (Drăgoicea et al., 2015).

Durante los procesos de diseño, configuración y puesta en marcha, se recomienda siempre que el equipo encargado de la estructuración del servicio, tenga conocimiento de las expectativas o problemas notables (de Souza et al., 2017), como también de las necesidades intrínsecas que el servicio posee. En consecuencia se construyen juicios de valor objetivos que junto al trabajo

colaborativo de los actores clave, permitirá establecer requerimientos y parámetros reales, basados en experiencia y conocimiento basado en el contexto (Yu & Sangiorgi, 2018).

### ***1.4.3 Articulación Productos-Servicios:***

En la actualidad, el consumo de servicios y productos de manera articulada se encuentra en aumento dada la demanda del mercado, por esta razón la industria se ha interesado en generar estrategias o métodos que apoyen la articulación de estos artefactos con la finalidad de cubrir todo el ciclo de vida (Kwon et al., 2019; Mahut et al., 2015). La implementación de los recursos desarrollados ha permitido generar mayor sinergia entre los procesos de configuración, desarrollo y uso cuando un servicio requiere del apoyo de un producto, o cuando un producto necesita la implementación de un servicio como soporte (Kwon et al., 2019; Zheng et al., 2019).

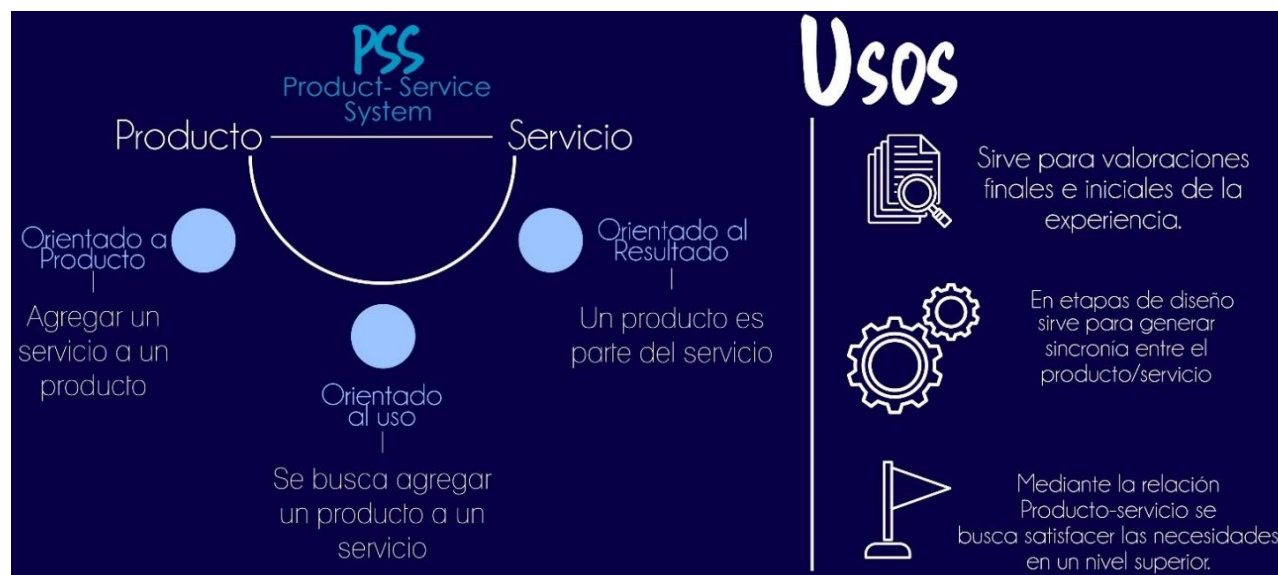
Con la finalidad de ejecutar la articulación eficiente entre los productos y los servicios, se configuraron procesos y actividades de referencia enmarcados especialmente en un sistema para toma de decisiones, que es conocido como PSS “Product Service System” (Pereira et al., 2013). El sistema PSS permite tomar decisiones en función del artefacto dominante y cuál será la forma adecuada de complementarlo respecto a los requerimientos del cliente. En el siguiente apartado se ahondará más en la teoría relacionada respecto al Sistema “PSS” (Kanda & Nakagami, 2006).

#### **1.4.3.1 Product Service Design**

Los Sistemas producto-servicio, como su nombre lo indica son sistemas de soporte que configurados para la articulación de productos con servicio que en la actualidad se usan para aumentar la satisfacción del cliente (Pereira, 2013). En sus inicios, la implementación PSS se centraban en el descuidando la experiencia, por ello buscó satisfacer a los usuarios con servicios de apoyo que mejoraban la experiencia (Kanda & Nakagami, 2006). Con las necesidades observadas se articularon servicios y productos que permiten mejorar la eficiencia y el aumento de la

satisfacción por parte de los usuarios. En la siguiente figura se pueden visualizar los enfoques del Sistema PSS y posibles usos

**Figura 4.** Diagrama de síntesis de los tres enfoques del Sistema Producto- Servicios donde



*Nota:* Datos relevantes de los PSS para tener en cuenta, interpretación de: (Mcaloone & Andreasen, 2002; Pereira, 2013; Williams, 2007). Gráfico propio

Como se menciona en el gráfico anterior las relaciones generadas entre los productos y los servicios se da de 3 formas, que son: orientadas a producto como eje principal, la segunda orientada con enfoque en el servicio junto con un producto que le da valor agregado, dando la posibilidad a la tercera opción enfocada al resultado donde se generan relaciones de sinergia entre el servicio y el producto sin que se genere dominio de una sobre la otra (Pereira, 2013). Al definir el tipo de relaciones entre los artefactos, se logra establecer el nivel de prioridad al artefacto principal y diseñar los recursos o herramientas en torno a esto permite identificar necesidades determinantes con sus recursos relevantes a ser solucionados, estructurando así el sistema general (Mcaloone & Andreasen, 2002).

En el caso de este proyecto, al ser enfocado en procesos de diseño para la configuración del servicio de pre-planeación quirúrgica, se busca articular el servicio que soporta la etapa

prequirúrgica, teniendo en cuenta las relaciones para solicitud del servicio, la expresión de necesidades y expectativas, junto con el desarrollo de artefactos que les permita tener mejor visualización del defecto o en casos donde se requiera, el diseño de dispositivos médicos para pacientes específicos. En la implementación del PSS al proyecto se debe estructurar un flujo de trabajo para la toma de decisiones según las necesidades del especialista, pues según el caso se podrán solicitar más o menos recursos de apoyo para prestar eficientemente el servicio de pre-planeación quirúrgica.

#### ***1.4.4 Diseño centrado en el usuario y su relevancia en el sector salud***

En la actualidad, el diseño ha ido cambiando el paradigma de producción relacionado con la configuración y desarrollo masivo de productos para adaptarse a las necesidades específicas, llegando a considerar las opiniones, necesidades y expectativas a la hora de crear un nuevo producto (Kaneko et al., 2021). Con la demanda de los consumidores de soluciones múltiples en un mismo producto, las empresas se han visto en la necesidad de recurrir a metodologías como el “Diseño centrado en el usuario”, donde el consumidor es el foco para resolver, dudas, proponer mejoras, resolver, situaciones problemáticas o de dificultad (Ayalon & Toch, 2021a; Flood et al., 2021).

En el diseño centrado en el usuario como metodología, se poseen lineamientos en la norma ISO 13407, donde se establece que el desarrollo de artefactos se centra en las necesidades del usuario (Earthy et al., 2001a). Durante la implementación de esta metodología, es clave que los usuarios finales se involucren en las etapas de configuración y desarrollo, teniendo sus opiniones como directrices en la toma de decisiones y evaluación de satisfacción (Dietrich et al., 2017).

Para llevar a cabo la toma de datos, se requieren de métodos rigurosos respecto a: las tareas que se deben ejecutar con el artefacto, las necesidades de la población, el nivel de satisfacción, la eficiencia y el nivel de eficacia de las tareas o actividades de las que dependen los artefactos (Krawczyk et al., 2019; Maguire, 2001). Con la implementación del diseño centrado en el usuario,

es clave que todos los procesos sean evaluados por el equipo, dándole siempre prioridad a la población usuaria (Maguire, 2001). Para llevar a cabo los procesos de evaluación, la norma ISO 13407 menciona cuatro factores para tener en cuenta:

- Preocuparse por los usuarios, tareas y entornos donde se usará el artefacto (Earthy et al., 2001a).
- Es clave la participación activa de los usuarios, pues de esto se deriva la comprensión de las necesidades, expectativas de soporte y las exigencias del usuario (Iivari et al., 2003).
- Durante el proceso se debe llevar a cabo la repartición de las funciones entre tecnologías de acompañamiento y usuarios determinantes para la toma de decisiones.
- Es importante que los desarrollos generados en conjunto sean evaluados mediante interacción por todo el equipo de trabajo y la población beneficiada (Diederichs & Fried, 2012).

Los lineamientos metodológicos direccionan tanto el comportamiento de los investigadores, como los aportes de los usuarios vinculados. Con esta guía se busca llevar un orden estructural, mediante 3 etapas centrales adaptadas para el flujo de trabajo, que son: Análisis, concepción y evaluación (Ayalon & Toch, 2021a; Patrício et al., 2020). Cada etapa conlleva un seguimiento, logrando así comprender o especificar el contexto de uso, generar una solución y evaluarla en función de los requerimientos (Rudin et al., 2022).

En el diseño centrado en el usuario, además de ser clave las 3 etapas metodológicas, el investigador debe estar capacitado en diversas técnicas de investigación tanto cualitativas (observación, entrevistas, cuestionarios, entre otros) como cuantitativas (toma de datos físicos, mediciones, análisis de big data)(Maguire, 2001). El conocimiento en técnicas de investigación, permite la contextualización del proceso y un mayor análisis del usuario que repercute en la toma de decisiones durante el desarrollo, permitiendo materializar el conocimiento en alternativas de solución (Maguire, 2001; Pokorni et al., 2020).

De manera complementaria, se recomienda en la literatura, llevar a cabo procesos de evaluación y testeos de viabilidad del diseño, implementado como población evaluadora un grupo focal de personas como usuarios directos o usuarios potenciales, obteniendo opiniones de un grupo focal que emite opiniones sin sesgos del artefacto diseñado (Earthy et al., 2001b; Flood et al., 2021).

Entre las técnicas de valoración recomendadas, se destacan los testeos de usabilidad a través de protocolos de evaluación, permitiendo de manera directa la identificación de problemas no observados en fases anteriores y deben ser corregidos para llegar a producto final (Muthya et al., 2018; NIELSEN, 1993). Durante el análisis de resultados, se deben establecer criterios de medición en función de los requerimientos de diseño junto con instrumentos de evaluación, donde se pueda evidenciar el nivel de satisfacción que logran los usuarios con las prestaciones del artefacto (Flood et al., 2021; Mahdjoub et al., 2010).

#### **1.4.4.1 Niveles de personalización en el diseño centrado en el usuario.**

Las empresas y la industria, al poseer metodologías como el diseño centrado en el usuario junto con la constante demanda de elementos a la medida de sus necesidades, se ha identificado en el mercado, un nicho de personas que están dispuestas a pagar un valor mayor por el bien o el servicio que desean adquirir (Ayalon & Toch, 2021b; Katoozian & Zanjani, 2022). Con el propósito de mejorar la satisfacción de los consumidores, las industrias han ajustado sus enfoques y metodologías para cumplir con las demandas cambiantes, pues se han establecido niveles de personalización que se adapten a necesidades específicas (Espinoza Pérez et al., 2022).

En los diferentes niveles de personalización, las empresas, organizaciones e industrias, organizan sus capacidades para adaptarse a las peticiones del cliente respecto a un producto, buscando así un nivel mayor de apego a la marca o el aumento de satisfacción respecto a las alternativas de la competencia (Kaneko et al., 2021). Actualmente se encuentran documentados 4 niveles de personalización como se menciona a continuación:

- Personalización simple: Proceso que realizan algunas marcas adicionando elementos sencillos a sus productos o complementan con alguna atención por parte de su personal (Nombres personalizados por el staff) (Zheng et al., 2017; Zheng Zhou, 2006)
- Nivel Intermedio: Mediante la implementación de análisis de datos y la gestión de relaciones con el cliente se obtiene información sobre gustos complementarios (Espinoza Pérez et al., 2022).
- Nivel avanzado: Implementando análisis de big data, inteligencia artificial o análisis de información en general, se logran predecir comportamientos y gustos en general de los consumidores, diseñando experiencias, productos o servicios que brinden alto nivel de satisfacción (Zheng et al., 2019).

- **Diseño hecho a la medida:** Los desarrollos generados en este tipo de artefactos se generan mediante la co-creación y responden de manera específica a sus necesidades, teniendo en cuenta todo el contexto del usuario, medidas físicas y el conocimiento de los usuarios. Este tipo de personalización genera el producto exacto que los consumidores necesitan (Arora et al., 2013; L. R. Williams et al., 2015).

La escala de personalización a nivel industrial sirve como delimitante en los procesos de producción y manufactura, donde se deben establecer los lineamientos para desarrollar el producto (Carvalho et al., 2018; B. Wang, 2018). El nivel de personalización afecta directamente los requerimientos de conocimiento técnico, las capacidades de desarrollo y la plasticidad de los procesos, por esto es determinante que se tengan en cuenta todas las variaciones del producto y cómo esto influye a lo largo de la producción (S. H. Huang et al., 2001; Katoozian & Zanjani, 2022).

Durante los procesos de manufactura es clave tener control de tiempos y costos, pues estos pueden verse altamente afectados e influir en la costo-eficiencia del producto, condicionando a fallas en la toma de decisiones y la pérdida económica en la implementación o introducción al mercado (Espinoza Pérez et al., 2022; Kaneko et al., 2021; Katoozian & Zanjani, 2022).

#### **1.4.4.2 Personalización en el sector salud**

En la actualidad, la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad ha permitidos la aplicación de tecnologías según las necesidades, permitiendo establecer procesos, desarrollar productos o configurar experiencias que se adapten a los estándares, problemas o expectativas de los usuarios (Aceto et al., 2020). Desde la gran variedad de alternativas del mercado, industrias relacionadas con el sector salud, se han adaptado a esta tendencia e impulsan el desarrollo de nuevos artefactos con mayor personalización y se adaptabilidad a las necesidades de los pacientes (Cheung, 2012).

Al contar con el soporte de diversas tecnologías y ser una industria con alta capacidad económica a nivel internacional, el sector salud ha generado artefactos que se enfocan en mejorar la calidad de vida, la salud, el bienestar y satisfacción (Berumen et al., 2017; Organización Mundial de la Salud, 2012). Dada la complejidad de las necesidades del sector sanitario, la diversidad de artefactos que brindan soporte al quehacer médico es de gran diversidad y se ha ido ajustando a la

personalización, generando medicamentos, dispositivos médicos, servicios de salud generales o especializados, experiencias (turismo de salud, servicios complementarios, salud integral, servicios holísticos) hasta tratamientos individualizados (Patrício et al., 2020).

Entre los desarrollos generados, siempre destaca la necesidad de individualizar el tratamiento, la atención o la experiencia recibida por los pacientes, generando una demanda constante al mercado de estrategias o recursos para satisfacer tanto las necesidades como las expectativas que las personas y la sociedad en general (D. H. Lee, 2019); por este motivo, la estructuración de artefactos que complementen el servicio sin descuidar la sensibilidad del contexto en el que se encuentra en marcado el paciente, ha ido ganando relevancia en la industria, brindando opciones alternas a los procesos tradicionales (Patrício, de Pinho, et al., 2018; Vink et al., 2021).

Dadas la condiciones se han identificado focos sociales de desarrollo, donde las empresas se concentran sus esfuerzos para mejorar el sector salud mediante personalización, destacando entre ellos: El aumento en la capacidad de atención de los servicios de salud sin descuidar la individualidad del paciente (Dietrich et al., 2017), establecer procesos de medicina preventiva según las necesidades (Faust et al., 2020), diseño de procesos de soporte para la toma de decisiones de manera holística en función de la historia clínica individual (Garcia et al., 2020), tratamientos personalizados de enfermedades con alto impacto en personas vulnerables (Azimifar et al., 2017), entre las situaciones más destacadas.

La industria relacionada con el soporte al sector salud, ha establecido esfuerzos para resolver cada una de estas necesidades en función de las capacidades y se han ido creando nuevas tecnologías que permiten un mayor avance científico para el bienestar del paciente, por esta razón desarrollos puntuales contribuyen a un nivel superior en la calidad del servicio de salud brindado (Aceto et al., 2020; Patrício et al., 2020; ServDes, 2010). Entre los desarrollos que articulan diversas tecnologías y permiten mejorar la práctica médica, destacan los siguientes desarrollos:

**Servicios a la medida del paciente:** Entre los enfoques de innovación y desarrollo interdisciplinar que más destacan en el área de la salud, se encuentran los relacionados con servicios a la medida y atención enfocada a las necesidades específicas de los pacientes (Khanum et al., 2017; B. Ryu et al., 2016). Gracias al apoyo de múltiples elementos de monitoreo electrónico y dispositivos de control, se han adaptado diversos procesos de seguimiento personalizado junto con monitoreo constante de los pacientes, generando así diagnósticos más acertado y tratamientos adecuados a las condiciones físicas del paciente (Padmaja & Seshadri, 2021; Peirlinck et al., 2021).

En el diseño de servicios complementarios al sistema general de salud, los procesos de innovación que han sido desarrollado en los últimos años se enfocan en tener un contacto cercano con los pacientes y familiares, con lo cual se han generado mejoras respecto a las necesidades y expectativas de atención (Cheung, 2012; D. H. Lee, 2019). Los servicios que más han requerido de soporte para la mejora, son los relacionados con el tratamiento de enfermedades de alta complejidad o de cuidado paliativo, puesto que variables como la sensibilidad del artefacto, desarrollo de la enfermedad, situación psicológica, contexto socioeconómico y el sistema de salud, se deben tener en cuenta a la hora de configurar soluciones específicas (Bakker et al., 2021; Martinho et al., 2020).

En los procesos de co-creación enfocados en generar servicios a la medida del paciente (Haimés et al., 2020), se destacan los procesos de análisis contextual a profundidad además de una visión generalizada de las necesidades (Cheung, 2012), permitiendo que el diseño del servicio sea centrado en el usuario y su nivel de satisfacción sea mayor a los servicios con los que contaba anteriormente (Flood et al., 2021).

### **Dispositivos médicos para pacientes específicos**

En la actualidad, el desarrollo de dispositivos médicos implementado en el quehacer médico ha crecido aceleradamente, contando con más de 10.000 tipos de dispositivos y más de 500.000 elementos disponibles para el uso en servicios de salud (Berumen et al., 2017; Organización

Mundial de la Salud, 2012). Junto con la demanda de dispositivos médicos por parte del sector salud, también se encuentran necesidades específicas, que de manera convencional o con elementos estándar no se pueden tratar adecuadamente, requiriendo de desarrollos específicos que beneficien a la rehabilitación del paciente (Chougule et al., 2014; Du et al., 2020).

La demanda de dispositivos médicos para pacientes específicas o con necesidades especiales, se enfocan principalmente en el tratamiento de enfermedades y traumas de alta complejidad, relacionándose principalmente con áreas como: ortopedia y traumatología (Azimifar et al., 2017; Chougule et al., 2014; Mohamed et al., 2017), rehabilitación cráneo-maxilofacial (Ardila et al., 2018; Jardini et al., 2014; Rohner et al., 2013), reconstrucción de tejido blando (Peirlinck et al., 2021; Sohn et al., 2012), tratamiento de patologías cancerosas (Bruns et al., 2010; Strohl et al., 2020) y enfermedades que comprometan el sistema cardiovascular (Lanas et al., 2017; Peirlinck et al., 2021).

Entre los dispositivos médicos hechos a la medida que más destacan son los desarrollados para el área de ortopedia o rehabilitación de la geometría ósea (Cartiaux et al., 2014; Oe et al., 2017) y en algunos casos funciones articulares (Cartiaux et al., 2014; Iqbal et al., 2017). Estos desarrollos implementan recursos imagenológicos del paciente y el soporte de una casa matriz que los realiza (Défossez & Serhan, 2013; Tipnis & Burgess, 2018; Xiaojian Wang Shiwei Zhou, Wei Xu, Martin Leary, Peter Choong, M. Qian, Milan Brandt, Yi Min Xie., 2016).

En casos de desarrollos para pacientes específicos enfocados a tejidos blandos, la configuración se basa en el estado del tejido a rehabilitar, además las necesidades que poseen los médicos durante los procedimientos a ejecutarse (Sah et al., 2019; Tang et al., 2017), entre los ejemplos destacados se encuentran: Planeamiento de colgajos, secciones de venas/arterias, secciones de tejido capilar o procedimientos de rehabilitación cardiovascular (Jun & Choi, 2010; Schaefer & Fletcher, 2018; Tang et al., 2017).

## **Desarrollo de nuevos materiales**

Otra tendencias que ha tenido auge en los últimos años y se encuentra directamente relacionada con el sector salud, es el desarrollo de nuevos materiales que mejoran la biocompatibilidad con el cuerpo humano (Assad & Jackson, 2019). Los nuevos materiales se enfocan en tejidos o aleaciones, que gracias a las nuevas características reduzcan el rechazo en el cuerpo humano y aumenten la seguridad en el uso durante la práctica médica (Assad & Jackson, 2019; Clavería García, 2011; Daghino et al., 2019; Reynolds, 2011; Shen & Burgess, 2018).

Entre las investigaciones desarrolladas, se le ha dado especial relevancia al desarrollo de tejidos blando, que permitan realizar colgajos sin necesidad de requerir la piel del paciente (Wisser & Steffes, 2003), desarrollo de órganos artificiales con la finalidad de reducir la espera por un trasplante y tejidos biológicos que permitan el transporte (Berna et al., 2018) o aplicación sencilla de medicamentos especializados (Bakker et al., 2021).

A nivel de dispositivos médicos, la investigación en materiales ha buscado mejorar la biocompatibilidad, ampliando el rango de materiales que se pueden implementar para mejorar prestaciones mecánicas y toxicológicas (Assad & Jackson, 2019), reducción de costos (Mazzola et al., 2020; Veronese & Maggi, 2018) y la mejora de eficiencia en el uso (Faust et al., 2020).

Cada uno de estos avances se ha dado mediante la identificación de necesidades, sea en procesos de observación, experimentación o co-creación, permitiendo establecer requerimientos y parámetros según el contexto de uso (Amundson et al., 2020; Pérez-Mañanes et al., 2016).

### **1.5 Gestión**

A lo largo de los procesos necesarios para la configuración, diseño, manufactura, uso y disposición final de un producto durante su ciclo de vida, es de suma importancia generar formas para administrar todos los recursos, datos y procesos de manera controlada (Urbinati et al., 2019).

En el contexto del diseño de servicios, los procesos no se encuentran totalmente delimitados, por este motivo es de suma importancia ligar herramientas, actividades y procesos en función de estructurar un flujo de trabajo adaptable a las necesidades (Mahdjoub et al., 2010; Ricci et al., 2013).

Durante este proceso se buscó generar una sinergia entre diversos elementos que confluyeron en una estrategia que permitiese la comunicación asertiva, ejecución de espacios para co-creación y desarrollo de trabajo colaborativo. Esta articulación permitió el liderazgo, seguimiento y la integración de recursos en pro del diseño del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica. En este apartado se mencionaron temas de relevancia para la administración del proyecto.

### ***1.5.1 Trabajo colaborativo***

El trabajo colaborativo es un sistema de organización para administrar actividades relacionados con el diseño de artefactos. El trabajo colaborativo es implementando en diversas áreas como la ingeniería, diseño o administración y está enfocada en relaciones o procesos de comunicación coordinados para conseguir un objetivo o una meta en común (Mora et al., 2020). El trabajo colaborativo busca generar estructuras de cooperación eficientes para un resultado en torno a las necesidades y expectativas de los actores que se ven vinculados en la cadena de valor (Garnica et al., 2020; Gómez Lucas & Álvarez Teruel, 2011; Vila et al., 2017).

En algunos casos el trabajo colaborativo se relaciona con el sistema de producción, distribución y consumo, basado en las necesidades de los actores que intervienen en la cadena de valor, llevándose a cabo con la finalidad de crear valor a través de las experiencias y los conocimientos de las personas (García-Magro & Soriano-Pinar, 2020; ISCKIA & LESCOP, 2009). Durante la ejecución de las actividades, las responsabilidades son distribuidas según las capacidades de cada actor y se busca de manera estructurada llevar a cabo procesos de “mutualismo” mediante el acompañamiento grupal en la toma de decisiones (Mora et al., 2020; Semolic & Pieter, 2018).

Durante el proceso de trabajo colaborativo interdisciplinario se distinguen diversas estrategias y herramientas que se enfocan en el seguimiento o documentación de los procesos, permitiendo una adecuada planeación, modelamiento, control y manejo de la productividad (Carvalho et al., 2018; Gómez Lucas & Álvarez Teruel, 2011). Entre las estrategias o herramientas para el desarrollo de trabajo colaborativo se distinguen: procesos de co-creación (Yu & Sangiorgi, 2018), servitization (Ruiz-Alba et al., 2019), LEGO serious play (Dann, 2018), brainstorming (Prominski & Tian, 2020), Design sprint (Pokorni et al., 2020) o la estrategia PLM (Penciu et al., 2014; Ricci et al., 2013), teniendo enfoques específicos a implementarse según las necesidades de las organizaciones.

En el desarrollo de este proyecto y en función de monitorear los procesos de trabajo colaborativo para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica, se implementará la estrategia PLM (Product Lifecycle Management), pues está permite llevar a cabo monitoreo y control de procesos de diseño (Mahdjoub et al., 2010). Durante los cambios que se efectúen en el proceso de diseño la estrategia se enfocó en vigilar cambios en tiempo real y permitió el establecimiento de lineamientos para la toma de decisiones (Gehrke et al., 2020; Romero et al., 2020), dado que la estrategia que permite garantizar el seguimiento de actividades en el proceso de diseño del artefacto (Enríquez et al., 2019).

### ***1.5.2 Procesos de co-creación***

Los procesos de co-creación se encuentra ligados de manera directa a las etapas de configuración, desarrollo, manufactura y uso de un producto, pues permite interacciones enfocadas en valorar, validar, discutir y corregir desde la experiencia o el uso. Durante los procesos de diseño, la comunicación es clave para el entendimiento de las necesidades y con ello lograr generar un artefacto eficiente que supla los requerimientos del cliente con un alto nivel de satisfacción, (Fliess et al., 2014; Patrício, de Pinho, et al., 2018).

En los procesos de co-creación se busca generar espacios de interacción donde todos los actores clave puedan brindar sus opiniones y conocimientos relacionados con la necesidad o el tema a tratar, estableciendo interacciones colaborativas para brindar información enriquecedora al levantamiento de datos o información (Fliess et al., 2014). Es de suma importancia mencionar que los procesos de co-creación sirven para enriquecer la configuración, valoración y evaluación conjunta del artefacto en todo el ciclo de vida, brindando opiniones basadas en la experiencia y el conocimiento directo (Hidalgo & Herrera, 2020).

Los procesos de co-creación se implementarán en este proyecto de manera constante, especialmente en las fases iniciales del proyecto, articulando los actores clave relacionados con el estudio de caso (personal de diseño y manufactura, actores para la gestión, personal de salud y usuarios indirectos). En cada uno de los relacionamientos se contribuirá con opiniones o conocimiento se buscará desarrollar un servicio de pre-planeación quirúrgica, donde se suplan las necesidades de los actores clave y el establecimiento de una herramienta para el levantamiento de requerimientos de manera rigurosa.

### ***1.5.3 Product Lifecycle Management***

Product Lifecycle Management (PLM) es una estrategia que permite la administración, control y modificación de un producto, teniendo en cuenta los procesos que intervienen desde la concepción hasta la disposición final del elemento (Gehrke et al., 2020). La gestión del ciclo de vida se realiza mediante soluciones integradas y que poseen una estructura basada en las necesidades de la organización, que por lo general son acompañadas por un software que permite el manejo de datos y recursos, para la toma de decisiones (Ricci et al., 2013).

PLM, es una estrategia para la gestión de recursos, tecnologías, roles, flujos de proceso, entre otros. La estrategia se encuentra configurada en seis fases principales, que son: Imaginación, definición, realización, comercialización, uso/soporte y disposición final. Estas fases permiten

ordenar y disponer los recursos, enfocándose en obtener un mayor rendimiento a lo largo del diseño de algún artefacto (Deuter et al., 2018). En la siguiente figura 5 se visualiza el ciclo de vida (Gehrke et al., 2020).

**Figura 5.** Flujo de fases propias de la Administración del ciclo de vida de un producto (PLM)



*Nota:* Gráfico de las fases a tenerse en cuenta durante la implementación del “PLM”, interpretación de (Ceric et al., 2016; Dahlgaard-Park, 2015; Hossain et al., 2017). Gráfico propio

Cada una de las fases de la estrategia PLM requiere de ciertos recursos y elementos que alimenten mediante datos la estrategia, permitiendo que la toma de decisiones se dé por el monitoreo de procesos y se logren predecir comportamientos durante las diversas etapas necesarias para desarrollar un artefacto (Singh et al., 2020). En la tabla 2, se mencionan algunos de los elementos a tenerse en cuenta durante la configuración de la estrategia PLM (Romero et al., 2020).

**Tabla 2.** Elementos distintivos del PLM aplicables al diseño de servicios

Fase	Necesidades
Imaginación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda de la concurrencia entre los Stakeholders del proyecto en función de los objetivos y alcances</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamiento del proyecto, estimación del alcance, requerimientos, parámetros y restricciones.</li> </ul>
Definición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialización de ideas en procesos de concepción y la generación de representaciones visuales.</li> <li>• Estructuración de modelos y prototipos, enfocándose en procesos de validación.</li> <li>• Establecimiento de límites reales en función de los recursos con los que se cuenta y se puede soportar el resto de las fases.</li> </ul>
Realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de fabricación donde se gestionan los recursos y control de operaciones.</li> <li>• Implementación de los recursos, materiales y maquinarias para el desarrollo del producto final.</li> <li>• Aplicación de herramientas para control de calidad en procesos de manufactura.</li> </ul>
Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción del nuevo producto al mercado por medio de estrategias planificadas para generar el mayor grado de interés durante los procesos de venta</li> <li>• Inversión en publicidad y visualización del artefacto</li> <li>• Todos los esfuerzos se enfocan en la comercialización y venta del producto.</li> </ul>
Uso/ Soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesta en marcha de servicios de soporte y mantenimiento, según sean necesarios en el uso de artefacto</li> <li>• Intercambio de información directa con el cliente</li> <li>• Contacto real para proceso de valoración generalizada con los clientes, respecto a las métricas establecidas en fase anteriores</li> </ul>
Disposición final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración de los impactos ambientales de manera generalizada para llevar a cabo procesos de rediseño para mejorar el ciclo de vida.</li> <li>• Evaluación de mejora continua y posibles mejoras del producto desarrollado</li> <li>• Validación de procesos desarrollados de manera general respecto al consumo de recursos</li> </ul>

La documentación y registro de datos es de suma importancia, pues basados en el análisis de datos se toman decisiones que pueden mejorar considerablemente el ciclo del vida del producto, teniendo especial cuidado en el monitoreo de variables como calidad, tiempo y costos. Con la estructuración del proceso se logra definir qué tan eficiente, eficaz o efectivo puede ser un producto (Deuter et al., 2018).

En este proyecto, la implementación de la estrategia PLM (Product Lifecycle Management) permitirá realizar procesos de seguimiento al ciclo de vida del servicio configurado en el estudio de caso. Esta estrategia se implementará en las dos primeras fases que son: Imaginación y definición, donde se establecieron procedimientos que delimiten la configuración de requerimientos y se estructuren recursos taxonómicos para llevar a cabo procesos de co-creación.

## 1.6 Medicina

La configuración y desarrollo de este trabajo de investigación, se enfoca en el diseño de un servicio de pre-planeación quirúrgica, por este motivo se requiere el conocimiento técnico en el área quirúrgica. La indagación teórica se estableció en función de tener un lenguaje común entre diseño y medicina, enfocándose en tomar decisiones asertivas y el establecimiento del flujo de trabajo. Durante el proceso de diseño, analizó a profundidad los procesos, actividades y el contexto en el que se lleva a cabo el procedimiento prequirúrgico y como este puede afectar la toma de decisiones en la intervención quirúrgica. Durante el análisis de información se identificaron variables que pueden afectar el proceso la planeación quirúrgica, ejecución y recursos.

En el análisis de información permitió la identificación de necesidades en etapas tempranas del proyecto, junto con la proyección de expectativas reales respecto a los beneficios que podrá brindar el servicio y el enfoque de soporte en la toma de decisiones que realizan los médicos especialistas. A lo largo de este apartado se consignó información teórica respecto a las actividades seguidas en etapas prequirúrgicas.

### *1.6.1 Procesos de pre-planeación quirúrgica en la actualidad.*

Los procedimientos quirúrgicos en la actualidad se desarrollan en el marco de tres fases principales, que son: fase preoperatoria, fase intraoperatoria y fase postoperatoria. En cada fase se llevan a cabo procesos clave para considerar un procedimiento quirúrgico como exitoso y se logre con esto la rehabilitación de la salud (Dhakshyani & Nukman, 2014). Cada una de las fases tiene finalidades específicas como lo son:

- Fase preoperatoria: Procesos llevados para predecir situaciones en el quirófano y reducir el riesgo de muerte o lesión permanente al paciente.
- Fase intraoperatoria: Diseñada para la ejecución del procedimiento, obligando al equipo a anticipar errores, se requiere implementar el plan configurado basado en el diagnóstico durante el procedimiento.
- Postoperatorio: Acciones posteriores a la cirugía que aumentan las posibilidades de rehabilitación del paciente

Los médicos especialistas al desarrollar un procedimiento quirúrgico se enfocan principalmente en las fases preoperatoria e intraoperatoria, dado que determinan la conducta médica y delimita el procedimiento (Cutrona et al., 2016). La fase preoperatoria se enfoca en la planeación quirúrgica y la prevención de complicaciones, necesitando gran cantidad de información para la toma de decisiones que repercuten en el cómo y en qué condiciones se debe realizar el procedimiento (Henderson et al., 2021).

En la determinación de la conducta médica, los especialistas encargados requieren de un alto rango de certidumbre en el diagnóstico y la planeación quirúrgica, como apoyo se han desarrollado técnicas y herramientas que le permiten al especialista decidir en función de variables del paciente o la complejidad del procedimiento (Henderson et al., 2021; Liao et al., 2017). En la fase prequirúrgica le permite a los especialistas decidir respecto a los procesos a ejecutar, tipo de abordaje, equipo necesario y personal de soporte que acompañará el procedimiento, priorizando siempre una cirugía segura que contribuya a la rehabilitación del paciente (Hosni, 2000)(Mazzola et al., 2020).

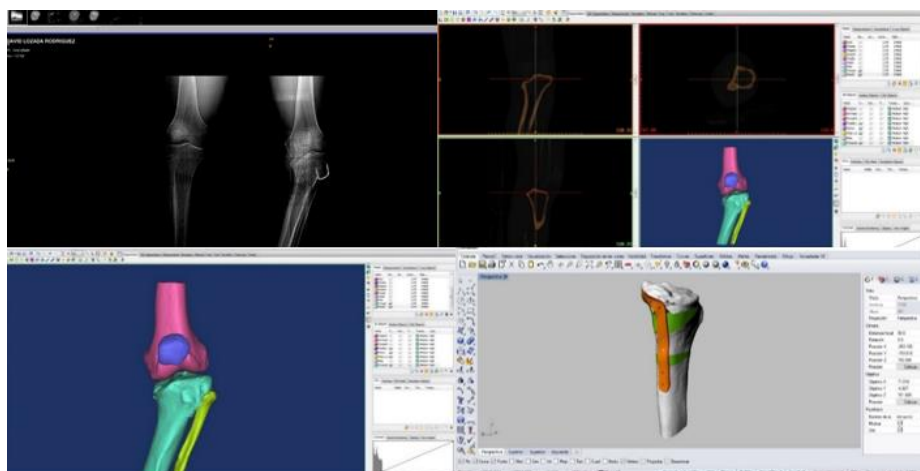
En la actualidad, los cirujanos llevan a cabo procesos de pre-planeación quirúrgica según la especialidad y el procedimiento, particularmente en casos de alta complejidad o con un alto nivel de incertidumbre (Brasseur, 2017; Omar Enríquez, 2013; G. Wang et al., 2012). Como consecuencia se requieren recursos de soporte y un planeamiento detallado que permita visualizar las variables complejas con un mayor nivel de exactitud o certidumbre (Rohner et al., 2013; X. D. Wang et al., 2017). En casos donde se considera la necesidad de soporte, se implementan tecnologías de apoyo que permite ahondar en procesos de verificación y evaluación de las variables relacionadas con la patología o el trauma.

En la planeación quirúrgica, el personal sanitario realiza vigilancia de procesos, indagación de técnicas quirúrgicas e implementan herramientas complementarias como lo son las: Calcas y



En los procesos de pre-planeación quirúrgica donde se implementan técnicas de reconstrucción 3D se poseen ventajas clave, como: un alto grado de fiabilidad en la geometría, el reconocimiento del tejido y un mayor rango de visibilidad del detalle respecto a otras técnicas de pre-planeación (Jud et al., 2019; Rashid & Husain, 2017). En consecuencia, la técnica de reconstrucción 3D ha ido ganando aceptación entre la comunidad médica (Ballard et al., 2018). En la siguiente imagen visualiza el proceso de pre-planeación de un defecto óseo y la rehabilitación virtual (Javaid & Haleem, 2019; Mazzola et al., 2020; X. D. Wang et al., 2017).

**Figura 7.** *Proceso de planeación virtual para un caso de alta complejidad*



*Nota:* Proceso de reconstrucción usando recursos para reconstrucción virtual mediante CAD 3D (Calderon et al., 2020).

Los biomodelos virtuales han sido la base para la configuración de biomodelos físicos, desarrollando dispositivos de soporte cuando la virtualidad no permite evaluar de manera adecuada variables como espacialidad anatómica, tamaños de órganos, disposición de estructuras y estado patológico (Polmann et al., 2021b; Shiraishi et al., 2010; Zeller et al., 2021). En consecuencia los biomodelos físicos permiten el reconocimiento fisiológico o anatómico del paciente, emulación quirúrgica, prevención de eventos adversos y socialización del caso, representando un avance

considerable respecto a las demás técnicas (Ardila et al., 2018; Daghino et al., 2019; Rohner et al., 2013).

Según el nivel de complejidad del casos y la conducta médica tomada por el especialista, la planeación quirúrgica puede arrojar que en el procedimiento a ejecutarse en algunos pacientes requieren de dispositivos médicos a la medida por la complejidad del defecto y el nivel de precisión requerido (Murillo Bohórquez et al., 2018). De manera complementaria a desarrollos como los biomodelos, se han generado dispositivos médicos que permiten el tratamiento especializado de un caso y que se adapte con un alto nivel de precisión a los estándares de calidad requeridos por el médico (Feczko et al., 2017; Hieu, Sloten, Hung, Khanh, Zlatov, et al., 2010).

Con el proceso para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica, se buscó configurar un servicio que le permitiera al médico especialista tomar decisiones con el mayor seguridad (Garcia et al., 2020; Sandeep Kumar et al., 2018), teniendo herramientas para la visualización del defecto o la patología. Mediante el servicio se busca articular herramientas de soporte para lograr mitigar nivel de riesgo y la incertidumbre en la toma de decisiones. Mediante el diseño del servicio de busca generar un flujo de trabajo acorde a las necesidades y que articule múltiples recursos para la planeación médica

### ***1.6.2 Especialidades que requieren procesos de pre-planeación quirúrgica***

En el quehacer médico, se encuentran divisiones según la estructura anatómica y fisiológica del cuerpo humano, teniendo procedimientos específicos a ejecutarse en la planeación de los procedimientos según la especialidad médico-quirúrgica que efectúa la cirugía. La división de procedimientos se encuentra demarcada por el tipo de tejido que se ve comprometido y en consecuencia el nivel de complejidad (Campbell et al., n.d.).

Entre las especialidades indagadas y con las cuales se trabajará en las fases donde se requiera ejecutar actividades de trabajo colaborativo, se encuentran: Ortopedia y traumatología, cirugía

maxilofacial, cirugía plástica, reconstructiva y estética, además cirugía cardiovascular. Ahondando en los procedimientos y protocolos seguidos para la planeación quirúrgica seguidos en cada una de ellas (Apéndice 2) pero con un foco especial en cirugía cardiovascular al ser el estudio de caso ejecutado en la etapa de “Implementar y evaluar”.

### **1.6.2.1 Cirugía Cardiovascular**

La cirugía cardiovascular, es considerada una especialidad médico-quirúrgica que se encarga del diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, que se encarga de manera directa del tratamiento de los trastornos y enfermedades del sistema cardiocirculatorio. Los tratamientos que los especialistas indican a sus pacientes dependen de las condiciones corporales del paciente y las condiciones fisiológicas, pues en algunos casos se requiere medicación, terapia, cirugía o una combinación de estas opciones que permitan la rehabilitación (Shaddy et al., 2018).

El servicio de cirugía cardiovascular, al ser de alta complejidad requiere de una organización de especialistas que actúa en el marco de una institución de tercer nivel, puesto que se ocupa de la prevención, estudio y tratamiento de las enfermedades del corazón, pericardio, grandes vasos y sistema vascular periférico (Gopalakrishnan et al., 2022). El especialista en cirugía cardiovascular puede encargarse del tratamiento del paciente adulto o pediátrico, teniendo relación con otras especialidades mediante actividades interdependientes con los servicios de anestesiología, cirugía general, departamento de imágenes diagnósticas, reanimación y terapia del dolor, concatenando flujos de trabajo complejos que contribuyen a la rehabilitación (Campbell et al., n.d.).

En las instituciones prestadoras de servicios que tienen el servicio de cirugía cardiovascular o tratamientos relacionados a este sistema, se requiere de una amplia cartera de servicios que contribuyen al debido funcionamiento y flujo de trabajo relacionado. Entre los servicios y tratamientos que se deben incluir se encuentran:

- Anomalías adquiridas del corazón, pericardio y grandes vasos

- Anomalías congénitas del corazón y grandes vasos
- Patología de la aorta en todos sus segmentos
- Patología los troncos supraaórticos
- Patología de las arterias y venas
- Asistencia circulatoria
- Trasplante de corazón
- Trasplante de corazón y pulmón

Las intervenciones y procedimientos que se ejecutan por parte de esta especialidad médica, requieren de procesos previos que le permiten al médico especialista tener un mayor control sobre las decisiones que toma a lo largo del flujo seguido para la rehabilitación. En el caso de los procedimientos quirúrgicos, se le da especial relevancia a la etapa prequirúrgica donde se evalúan los riesgos y consecuencias que puede sufrir el paciente por el procedimiento, puesto que se valoran las condiciones quirúrgicas, necesidades del procedimiento, acompañamiento de soporte por parte de otras especialidades médicas y la tipología del procedimiento (Davis et al., 2001; Gopalakrishnan et al., 2022).

Aunque se presentan muchos elementos de soporte, se ha identificado en la literatura, la necesidad de poseer dispositivos tridimensionales que le permitan al especialista visualizar de manera objetiva la estructura y geometría de la patología que presenta el paciente. En casos de alta complejidad (trasplante de órganos o rehabilitación de estructuras vasculares), esta necesidad se evidencia puesto que la estructura visualizada a través de imágenes diagnóstica, requieren de una interpretación adecuada que depende de la pericia del especialista (Davis et al., 2001).

#### **1.6.2.2 Cirugía cardiovascular pediátrica**

La cirugía cardiovascular pediátrica en la actualidad, es una especialidad médico quirúrgica enfocada al tratamiento de pacientes pediátricos con problemas principalmente en el corazón, corrigiendo condiciones genéticas o congénitas. Esta especialidad se enfoca principalmente en rehabilitar, tratar y mejorar los defectos cardíacos que presentan los niños en cualquier grado de complejidad o condicionamientos de salud (Davis et al., 2001; Mavrogeni et al., 2023).

Los cirujanos encargados de este tipo de procedimientos atienden a niños desde los 0 hasta los 18 años, interviniendo las cardiopatías con la finalidad de brindar una mejor calidad de vida los infantes. Los procedimientos ejecutados requieren de altos niveles de destreza y conocimiento técnico para la adecuada corrección de las patologías, siendo cirujanos con múltiples especialidades médico-quirúrgicas que les permiten tratar condiciones de alta complejidad en anatómicas reducidas (Agarwal et al., 2023; Arriola Pereda et al., 2023).

Es clave resaltar que en función de obtener los mejores resultados para el paciente, se resalta de manera constante la importancia de procedimientos en el momento oportuno pues es determinante para las condiciones de salud a desarrollarse en el paciente y la reducción de correlacionamiento de patologías asociadas a la enfermedad cardiaca. Entre los procedimientos con incidencia se encuentran:

- Corrección de anomalías de la arteria aorta como hipoplasia del arco, doble arco, interrupción del arco y coartación.
- Corrección de origen anómalo de las arterias coronarias.
- Corrección de drenaje venoso pulmonar anómalo.
- Cierre de ventana aortopulmonar
- Corrección de transposición de grandes vasos tipo Jatene.
- Corrección de corazón izquierdo hipoplásico tipo Norwood
- Fístula sistémico pulmonar
- Hipoxemia
- Hiperoxia
- Cerclaje de la arteria pulmonar
- Reconstrucción de la arteria pulmonar

Cada uno de estos procedimientos se encuentra catalogado como de alta complejidad y requiere de la mayor información posible, tanto de conocimiento práctico como en el adecuado proceso para la planeación quirúrgica. La toma de decisiones en casos tan complejos de termina siendo determinante los recursos que permiten la adecuada construcción de la conducta médica y el flujo de procesos para lograr la rehabilitación(Shaddy et al., 2018).

Mediante la configuración de este proyecto y el desarrollo del estudio de caso, se probó un flujo de procesos que permitió ejecutar planeación quirúrgica de manera interdisciplinaria. Mediante

el trabajo colaborativo se desarrollaron dispositivos que permitieron la toma de decisiones para la respectiva intervención quirúrgica de la paciente.

### **Metodología**

Durante los procesos de planeamiento y conceptualización de este proyecto, se estableció una estructura metodológica que articula diversos recursos del diseño y la administración, que contribuyen a la investigación para configurar un servicio de pre-planeación quirúrgica complementario en el marco del sistema de salud colombiano. Dado el contexto nacional y las necesidades identificadas en el problema, se tuvieron en cuenta variables que permitan mejorar la satisfacción del usuario final y la eficiencia de los procesos previos a un procedimiento quirúrgico.

En el diseño de servicios se tienen en consideración variables como: el carácter intangible, las necesidades o expectativas de los usuarios, tipos de interacciones humanas que afectan la percepción de satisfacción o comunicación asertiva. Cada una de ellas debió ser evaluada, medida y tomada en cuenta en la configuración del servicio, en función de construir adecuados procesos prequirúrgicos en el marco del servicio diseñado.

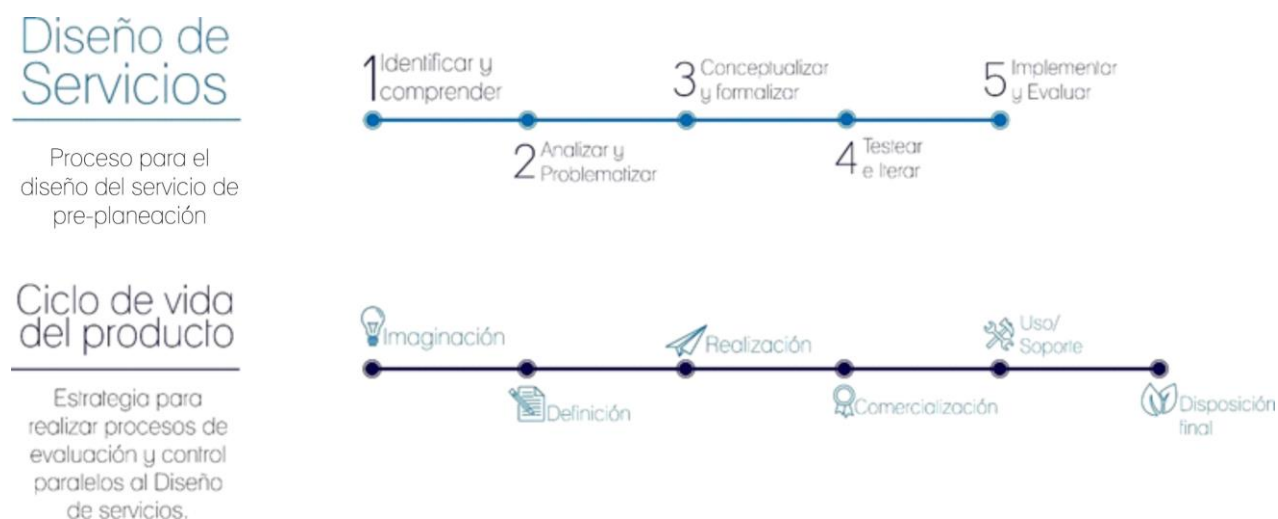
Desde la perspectiva del “Diseño de servicios” se definieron actividades y procesos a tenerse en cuenta durante la ejecución del proyecto, contribuyendo en cada fase con resultados que alimentarán la estructura y lineamientos del servicio. Cada una de las herramientas y actividades implementadas para la toma de decisiones contó con la interacción con actores de valor y procesos de trabajo colaborativo que repercutió en el diseño del servicio según los considerandos o aportes heurísticos.

Durante la configuración metodológica, el proceso para el diseño del servicio articuló con la estrategia para la administración del ciclo de vida (PLM) con la finalidad de llevar una trazabilidad de los procesos y actividades ejecutadas. La estrategia PLM actuó como una

herramienta que permitió llevar un seguimiento y evaluar cada una de las etapas de diseño en función de su nivel de complejidad. Los datos recolectados permitieron la toma de decisiones informada y la construcción de una taxonomía adaptada al diseño de servicios en salud.

La articulación de las etapas para el diseño de servicios con la estrategia PLM, se dio teniendo sinergia para ejecutar un adecuado monitoreo y un seguimiento adecuado durante el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica. Este proceso de correlación permitió el seguimiento de datos que fueron recolectados e interpretados para el avance en la configuración del servicio basados en el trabajo colaborativo y que determinó la estrategia de co-creación. En la siguiente imagen se muestra de manera paralela la articulación metodológica en función de los procesos seguidos.

**Figura 8.** Alineación entre el proceso para el diseño de servicios con PLM



En las siguientes secciones pertenecientes a este apartado, se consignaron los procesos y actividades que se implementaron durante el desarrollo de esta investigación, teniendo como primera sección la adaptación metodológica en el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica. En la segunda sección se configuraron las actividades que alimentan la estrategia PLM y permiten evaluar los procesos de desarrollo que se llevaron a cabo durante el diseño del servicio.

## **1.7 Diseño de servicios.**

Como se ha mencionado anteriormente, el diseño de servicios fue seleccionado referencia de procesos con los que estructuró el servicio de pre-planeación quirúrgica. Algunas de las etapas planteadas fueron: Identificar y comprender, analizar y problematizar, conceptualizar y formalizar, testear e iterar, finalizando con implementar y evaluar. Estas etapas se describieron junto con las actividades seguidas durante esta investigación, estas contarán con la descripción y estructura básica para el proceso de diseño.

### ***1.7.1 Identificar y comprender***

Este proceso contará con actividades de acercamiento a la estructura conceptual del servicio, el análisis de lo existente en el marco de procesos para la innovación en servicios de salud y con la identificación de variables relacionadas con el trabajo colaborativo. A continuación, se muestran las actividades que se siguieron en este apartado.

**Actividad 1:** Comprensión del sistema de salud, enfocándose en el establecimiento de lineamientos y la identificación del contexto normativo

- Contextualización
- Legislación relacionada
- Identificación de estrategias para trabajo colaborativo en el marco del sector salud.

**Actividad 2:** Revisión sistemática de la literatura para la identificación de actividades y procesos que implementen trabajo colaborativo y contribuyan de manera directa en co-creación en el diseño de diversos artefactos.

### ***1.7.2 Analizar y problematizar***

En esta etapa, los procesos y actividades desarrollados se centraron en la identificación de necesidades, expectativas y aportes conceptuales que podían implementarse o mejorarse durante la configuración del servicio para pre-planeación quirúrgica. Se realizaron actividades de co-creación

interdisciplinarias, que permitieron la delimitación de variables de medición a tenerse en cuenta en las siguientes etapas del diseño.

**Actividad 1:** Análisis contextual del mercado y acercamiento con los usuarios directos con la finalidad de establecer lineamientos según las especialidades médicas con las que se esté trabajando

- Vigilancia competitiva
- Entrevistas con médicos especialistas

**Áreas de especialidad:** Cirugía Cardiovascular/ Cirugía Maxilofacial/ Cirugía General.

**Muestra:** 3 Médicos especialistas (1 de cada especialidad)

**Herramientas:** Entrevistas

**Condicionamiento:** Los médicos deben participar en proceso de planeación, discusión y desarrollo

**Actividad 2:** Síntesis de información, necesidades, problemas y expectativas identificadas, teniendo como foco la identificación de patrones para tener en cuenta durante procesos de co-creación en el marco del diseño de servicios en salud.

- Establecimiento de requerimientos para la toma de decisiones durante el diseño del servicio.
- Establecimiento de una taxonomía referencial de herramientas para la toma de decisiones

**Muestra:** 54 artículos

**Herramientas:** Análisis de la literatura y correlación mediante N-vivo

### ***1.7.3 Conceptualizar y formalizar***

En la etapa delimitada para los procesos de conceptualizar y formalizar, se establecieron los lineamientos propios del proceso de diseño como parámetros y requerimientos, que permitieron establecer las bases del servicio para pre-planeación quirúrgica, el cual se evaluará posteriormente para lograr un nivel significativo de aceptación en los usuarios finales.

**Actividad 1:** Mediante el proceso anterior de identificación de necesidades, parámetros y requerimientos, se decantaron los KPI's específicos para medir el rendimiento del flujo de trabajo del servicio, en los procesos de prueba y validación.

**Actividad 2:** Se generan las primeras estructuras del servicio y los niveles de relacionamiento entre los actores del servicio, teniendo en cuenta el tipo de interacción, archivos y soportes necesarios, profesionales o actores clave.

- Proceso de conceptualización del servicio de pre-planeación quirúrgica.

**Personal relacionado:** Diseñador del servicio, médico especialista, ingeniero de procesos

**Resultado esperado:** Diagrama de flujo de trabajo, estructuración de procesos y actividades propias de cada actor, configuración del back y el front del servicio.

#### ***1.7.4 Testear e iterar***

La etapa de testear e iterar, se configuró con la finalidad de probar el concepto inicial del flujo del servicio, especialmente la sección del back de este, pues permite regular los procesos propios del servicio y la evaluación objetiva del planteamiento que se generó anteriormente.

**Actividad 1:** Análisis del flujo de trabajo mediante valoración heurística mediante actividad de trabajo colaborativo.

- Análisis del flujo de procesos y estructura conceptual del flujo de procesos.

**Personal relacionado:** Diseñadores, ingenieros de producción, ingeniero industrial.

**Elementos por identificarse:** procedimientos y flujos de trabajo que estén sujetos mejoras o cambios para cumplir con las necesidades/ expectativas de los usuarios finales (médicos especialistas)

**Actividad 2:** Llevar a cabo los cambios y modificaciones que el equipo de trabajo colaborativo recomendó, para ejecutar posteriores procesos de prueba e iteraciones del flujo de trabajo por parte del equipo que pertenece al back del servicio.

- Análisis del flujo de procesos y estructura conceptual del modelo conceptual del servicio

**Personal relacionado:** Diseñador del servicio

**Resultado esperado:** Modificación del flujo del servicio, trazabilidad de cambios, valoración de cumplimiento de parámetros y requerimientos.

### 1.7.5 *Implementar y evaluar*

En las etapas anteriores se implementaron los cambios y modificaciones consideradas en el proceso de diseño, generando la necesidad de validación del flujo de procesos y la valoración del rendimiento del servicio durante el ciclo de vida. Se estructuraron bases teóricas para llevar el servicio a funcionamiento por parte del grupo de investigación en investigaciones posteriores a esta.

**Actividad 1:** Evaluación de rendimiento del flujo de trabajo respecto a los parámetros, requerimientos, necesidades y expectativas del servicio de pre-planeación quirúrgica

- Valoración del flujo de trabajo.

**Actores relacionados:** Diseñador, ingeniero de procesos, ingeniero industrial, médico especialista.

**Selección de la especialidad:** Se hará a conveniencia, entre las especialidades que se contemplaron en la configuración del servicio de pre-planeación quirúrgica (Ortopedia y traumatología/ Cirugía oral y maxilofacial/ Cirugía Cardiovascular/ Cirugía plástica, reconstructiva y estética/ Cirugía oncológica)

**Muestra:** 1 caso experimental

**Herramientas:** Journey Map

**Actividad 1:** Valoración del proceso de diseño y desarrollo durante la prueba del servicio anterior, teniendo en cuenta variables como: costos, tiempos y calidad.

- Evaluación de eficiencia.

**Actores relacionados:** Diseñador del servicio

**Resultados esperados:** Identificación de procesos y actividades críticas que disminuyan la eficiencia del servicio. Planteamiento de estrategias para mejorar las actividades críticas. Sugerencia de cambios y modificaciones acorde a las necesidades propias de la industria.

**Muestra:** 1 casos

**Herramienta:** Evaluación de KPI's

### 1.8 Implementación de la estrategia PLM

En este trabajo de investigación, se implementó la estrategia PLM de manera paralela al trabajo de diseño con el fin de monitorear la eficiencia del proceso de diseño. Entre las actividades implementadas, se llevaron a cabo la identificación de elementos claves para la toma de decisiones, los KPI's que se evaluaron, las variables de diseño y la eficiencia del flujo de trabajo.

Con el monitoreo de eficiencia, se identificaron actividades y procesos clave que contribuyen al diseño del servicio. Mediante la documentación del proceso se establecieron prácticas y actividades clave que contribuyen al avance del diseño como disciplina y como producto se estableció una taxonomía de referencia, que permite tomar decisiones en función del diseño de servicios en salud, los actores que se ven relacionados y el equipo de diseño que lidera el proceso.

**Tabla 3.** *Actividades para tener en cuenta para el seguimiento mediante la estrategia PLM*

Etapas de PLM	Actividades desarrolladas
Imaginación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consignación y análisis de datos respecto a cómo las organizaciones realizan los procesos de trabajo colaborativo en el diseño de servicios</li> <li>• Análisis de interacciones y procesos ejecutados entre el diseñador con los actores clave durante los procedimientos de entrevista.</li> </ul>
Definición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de herramientas de soporte que se pueden implementar en etapas posteriores.</li> <li>• Análisis de necesidades en el proceso para el diseño de servicios.</li> <li>• Identificación de factores que influyen el flujo de procesos durante la etapa de analizar y problematizar, especialmente en actividades de trabajo colaborativo.</li> </ul>

Realización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento a los procesos de co-creación ejecutados por el grupo de trabajo interdisciplinar.</li> <li>• Identificación de ventajas y desventajas de las herramientas de soporte aplicadas en los procesos de conceptualizar y formalizar.</li> </ul>
Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de posibles relaciones de interés por parte de los actores de influencia en compra para adquirir el servicio y cuáles son las condiciones para hacer captura de valor.</li> <li>• Evaluar la estructura del servicio con actores clave para verificar el nivel de interés.</li> <li>• Valoración del proceso de cumplimiento en torno a los requerimientos.</li> </ul>
Uso/Soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el flujo del servicio de pre-planeación quirúrgico propuesto con casos médicos piloto.</li> <li>• Evaluar el cumplimiento de requerimientos durante el uso del servicio en el estudio de caso.</li> </ul>
Disposición final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el proceso de diseño del servicio para la identificación de factores de incidencia durante la toma de decisiones en la configuración del servicio.</li> </ul>

En cada actividad de monitoreo y evaluación que se llevaron a cabo, se evaluó la eficiencia en términos de KPI's específicos que fueron enmarcado en tres variables principales: tiempo, costo y calidad. La valoración se llevó a cabo de manera paralela y se enfocó en la organización de procesos en el diseño que permita tener interacciones efectivas y reduzca la incertidumbre en la toma de decisiones, basadas en oportunidades, necesidades y problemas específicos del servicio.

El proceso de diseño de servicios complejos donde se articulaban servicios-productos fue altamente beneficiado por la organización del proceso, pues permitió el seguimiento de actividades y solución anticipada de problemas que se presentaron.

## **1.9 Recursos necesarios**

Los recursos que se implementaron en este proyecto, aportaron a la obtención de los resultados y la configuración del servicio de pre-planeación quirúrgica, permitiendo la interacción interdisciplinar durante el proceso de diseño. En el marco contextual del servicio y su enfoque para el soporte durante procesos médico-quirúrgicos, la interacción con los actores clave y la articulación de recursos, permitió la configuración del artefacto junto con la integración del flujo de trabajo base para el servicio de pre-planeación quirúrgica. Los recursos implementados fueron los siguientes:

### **1.9.1 Recurso Humano**

- Médicos especialistas en Cardiología
- Soporte en toma de decisiones por parte del radiólogo.
- Diseñador industrial/ Diseñador biomédico
- Líder organizacional/ gerente de proyecto
- Ingeniero de manufactura/ profesional encargado de manufactura

- Diseñador del servicio
- Director y codirector del proyecto

### **1.9.2 Recursos técnicos**

- Escáner para la toma de tomografías computarizadas (CT)
- Resonador magnético para la toma de Imagen de Resonancia Magnética (RMI)
- Software para modelado 3D de imágenes diagnósticas
- Software para modelado CAD
- Máquinas para manufactura aditiva
- Plataforma para administración de datos y procesos PLM
- Soporte de modelamiento virtual mediante software de diseño

### **1.9.3 Infraestructura**

- Workstation de alto rendimiento
- Tomógrafo computarizado
- Resonador Magnético Nuclear
- Plataforma Navar
- Máquinas para manufactura aditiva (Wanhao Duplicator 9/ BGC Smart tech/ Project 1200/ FormLabs form3/ Imtamsys fumath H3)
- Software para modelado y diseño biomédico
- Software para reconstrucción virtual
- Espacio en el Laboratorio de tecnologías 2D y 3D de la escuela Diseño Industrial UIS

## **Resultados**

Los resultados que se presentan en este proyecto de investigación relacionan procesos de indagación y experimentales, que se ejecutaron de manera colaborativa entre los actores relacionados con el uso del servicio de pre-planeación quirúrgica. La investigación ejecutada en este proyecto obedece las consideraciones éticas y el seguimiento de vigilancia que el comité de ética realizó durante el desarrollo de las pruebas experimentales.

Cada testeo de la investigación, se enmarcó en conocimientos previos, procesos de revisión sistemática y empatía, que contribuyeron a la configuración, ejecución de pruebas y la emisión de juicios en torno a los resultados. Con el desarrollo seguido, se configuró un flujo de procesos donde se integran los actores y emitieron juicios que fueron traducidos en patrones de diseño. En consecuencia se estableció una taxonomía guía que le permitirá a los diseñadores tomar decisiones de manera objetiva en el diseño de servicios en salud.

El estudio de caso ejecutado se centró en el desarrollo y prueba de un servicio de pre-planeación quirúrgica, este demostró de manera efectiva el aporte al sector médico y la importancia de las relaciones interdisciplinarias para la co-creación. Con el establecimiento del flujo de procesos y la configuración del servicio, se demostró la viabilidad a la implementación de recursos complementarios en marco de procedimientos quirúrgicos de alta complejidad que le permiten aumentar la seguridad durante la toma de decisiones.

En este apartado, los resultados se presentan en función objetivos planteados, mostrando los flujos de procesos y tomas de decisiones en función del diseño del servicio. Las etapas que se contemplaron para la organización y muestra de resultados fueron las mismas que se plantearon en la metodología del proyecto mediante el diseño de servicios; permitiendo la configuración del artefacto en términos de procesos de co-creación y la contribución al ámbito médico desde el diseño.

### **1.10 Identificar y comprender**

La etapa de *“Identificar y comprender”* que se llevó a cabo en este proyecto, se relacionó con el objetivo específico uno: *“Identificar procesos de co-creación claves para la configuración y desarrollo de servicios en el sector salud mediante el proceso de vigilancia tecnológica, orientado a la caracterización de lineamientos para el trabajo colaborativo y la estructuración de la estrategia.”*. Con la finalidad de cumplir con este objetivo, se llevó a cabo procesos de vigilancia competitiva en el sector salud colombiano mediante: una revisión de tendencias, análisis del servicio de salud colombiano, revisión sistemática de la literatura y de manera complementaria una revisión de actores clave mediante vigilancia de organizaciones.

Los procesos mencionados anteriormente, permitieron tener un panorama holístico de las diversas variables objetivas y subjetivas del sector salud, pues estos insumos sirvieron como base contextual en la toma de decisiones durante el proceso de estructuración base del servicio. Del

análisis de este recurso en función del diseño de servicios, se pudieron establecer requerimientos intrínsecos al proceso de diseño del servicio para ejecutar procesos de pre-planeación quirúrgica.

A manera de desarrollo contextual, se llevaron a cabo revisiones de temas o variables específicas que requieren de una búsqueda específica, pues son condiciones o reglamentación que sirve como referencia para tomar decisiones en el marco de la configuración del servicio. Mediante la articulación de información, se establecieron bases para la toma de decisiones, se verificó el aporte al desarrollo del sistema de salud y se corroboró la necesidad previamente identificada, que permitió a lo largo del proyecto construir el servicio para pre-planeación quirúrgica.

### ***1.10.1 La salud a nivel internacional***

La salud al ser reconocida como un derecho fundamental y derecho humano, ha sido preocupación generalizada en la sociedad, pues se requiere mejora constante de la calidad y efectividad (OMS, 2010). En función de cuantificar las necesidades, identificar variables y focos de avance, el sector salud a nivel internacional evalúa de manera constante los servicios, actividades y procesos que son seguidos (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

A nivel internacional, el sector salud ha tenido cambios considerables en las últimas dos décadas, pues se han visualizados las necesidades y oportunidades de mejora en los sistemas de salud (Organización Panamericana de la Salud & Organización Mundial de la Salud, 2018). En función de tener objetivos claros para el desarrollo mancomunado, se establecieron los “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”, con los cuales la Organización de las Naciones Unidas (ONU), estableció metas, tiempos y actores clave para el desarrollo conjunto (Organización Panamericana de la Salud & Organización Mundial de la Salud, 2018).

**Figura 9.** Objetivos de desarrollo sostenible planteados por la Organización de Naciones Unidas.



*Nota:* imagen tomada de la página oficial de las Naciones Unidas

Entre los ODS se estableció como tercer objetivo “El bienestar y la salud” de los seres humanos, teniendo en cuenta los servicios de salud, calidad de vida de las personas, reducción en la mortalidad de individuos por causa prevenibles e inmunización, entre las múltiples variables del objetivo (Organización de Naciones Unidas (ONU), 2022). Otro de los retos que se sumaron a los presupuestados desde el nacimiento en el 2015, se presentó en el 2020 con la pandemia por Covid-19, dada la incidencia pues esta dejó como saldo más de 500 millones de infectado y cerca de 6.2 millones de fallecidos por el virus SARS- CoV-2 (Organización de las Naciones Unidas, 2021).

El desarrollo de la pandemia afectó de manera directa los sistemas de salud a nivel internacional, teniendo como consecuencia sobrecarga en los servicios de salud y exponiendo las necesidades que no fueron subsanadas de manera preventiva (World Health Organization, n.d.). Aunque se buscó mitigar esta enfermedad, la afectación fue tan alta que redujo los esfuerzos de mejora constante, desacelerando los avances de los últimos 5 años que llevaba la implementación los ODS (Organización de las Naciones Unidas, 2021).

Uno de los apartados que se consideran de manera individual en el marco del tercer ODS, son los sistemas sanitarios y la financiación, quienes tuvieron una inversión considerable de capital

con la finalidad de mitigar el impacto por la pandemia y fortalecer las falencias que estos poseían (Organización de las Naciones Unidas, 2021). Como consecuencia del aumento en el ingreso económico a los sistemas de salud, la cobertura básica generalizada pasó del 45% al 67% a nivel internacional, pero en contraposición a este fenómeno, se evidenció mayor desigualdad en esta cobertura (Organización de las Naciones Unidas, 2022)

En regiones como Europa y América del Norte, el sistema de salud cubrió en promedio el 81% de la población, mientras regiones como la Africana Subsahariana demostró una cobertura total del 45%. Como consecuencia de la desigualdad, los países “pobres” requirieron de soporte y se vieron fuertemente golpeados por la pandemia, afectando la población productiva y las posibilidades de avanzar en el mejoramiento de las condiciones del sector salud (Organización de Naciones Unidas (ONU), 2022).

Los países en vía de desarrollo se han enfocado en mejorar sus sistemas de salud con capacidades y productos con costos menores, aumento en la calidad y reducción de tiempos, pero esto no es suficiente dado el manejo deficiente del servicio. Entre los factores que afectan el adecuado funcionamiento del sector salud en estos países, se encuentran: la corrupción, manejo indebido de presupuesto, tráfico de influencias, limitaciones tecnológicas y prestación indebida del servicio (Organización Panamericana de la Salud & Organización Mundial de la Salud, 2018).

En función del contexto y las necesidades del servicio de salud, estos acontecimientos afectan la atención del paciente, demora en tiempo oportunos y se disminuye en la calidad del servicio en tratamientos y rehabilitación del paciente (Organización de las Naciones Unidas, 2018). Por este motivo, contextos como el colombiano, requieren de revisiones, servicios complementarios y reformas para mejorar la satisfacción por parte de los usuarios respecto al beneficio recibido.

### ***1.10.2 Revisión exploratoria del sector salud en Colombia.***

El proceso de contextualización necesario para la toma de decisiones enmarcado en esta investigación, requirió de un análisis generalizado de las variables del sector salud colombiano, teniendo en cuenta la estructura del modelo institucional que posee el país, los actores clave, las organizaciones, las interacciones y legislaciones que delimitan las condiciones para satisfacer las necesidades de los pacientes (Gobierno de Colombia, 2015).

En este apartado se encuentran consignados los datos de referencia que se tomaron en cuenta en el diseño del servicio complementario para procesos de pre-planeación quirúrgicos en el contexto colombiano. Este proceso investigativo permitió el establecimiento de bases y precedentes que posteriormente se corroboraron o delimitaron durante la experimentación ejecutada. En el siguiente gráfico se consignaron elementos relevantes del sector salud en Colombia, identificando variables de relevancia para el conocimiento contextual del sistema nacional de salud y qué cubre este.

**Figura 10.** *Generalidades del sector salud en Colombia, flujo económico y fuentes de financiación.*

## Generalidades del sector salud Colombia



### Generalidades

Territorio: 1'141,748 Km<sup>2</sup>  
 Población: Multiétnica y Pluricultural  
 Habitantes: 51'52 millones  
 87 pueblos indígenas  
 64 Lenguas nativas vigentes  
 16% de población Afrocolombiana

### Legislación

- Ley 100 (1993)
- Modificación de la ley 1122 (2007)
- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Retos, estrategias y metas

### Sistema de seguridad social integral



### Actores del sistema



30 E.P.S.



+2500 I.P.S.



14 I.P.S. Acreditadas con alta calidad

*Nota:* Síntesis de información generalizada del sistema de salud. (Espinal-Piedrahita & Restrepo-Zea, 2022)

En la imagen anterior se logra apreciar la generalidad del sistema de salud colombiano, como: Datos de población, legislaciones y modificaciones, sistema y fuentes de financiación, donde se visualiza el sistema de manera conjunta en función de la seguridad social integral. Es clave resaltar que el sector salud colombiano se engloba como “seguridad social”, reuniendo el sistema

general de pensiones, sistema de riesgos profesionales y seguridad social en salud. Con este enfoque se buscó reducir el nivel de desigualdad en el acceso al sistema general de salud.

El sistema de seguridad social integral, se encuentra constituido por tres regímenes que asumen la carga fiscal respecto a los aportes por impuestos, contribuciones según las condiciones laborales y económicas o beneficios por labor realizada. Los regímenes son: Régimen contributivo, régimen subsidiado y régimen de exceptuados, cada uno de ellos determinan el flujo económico de dinero entre las organizaciones del sistema de salud y los actores claves que intervienen en la cadena de valor (Dirección de financiamiento sectorial, 2016).

Entre las fuentes de financiación que convergen en el sector salud se encuentra: El Sistema General de Participación (SGP), Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud (ADRES) y Coljuegos, quienes se aportan al sostenimiento y funcionamiento de los focos misionales que se enmarcan la salud pública del país (Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023).

El SGP, es considerado como un administrador de recursos que busca suplir las necesidades básicas de salud pública a la mayoría de la población Colombiana, focalizado en municipios de categorías 4,5 y 6 donde se requieran dineros para educación, sistema de alcantarillado, agua potable o soporte para prestación del servicio de salud. El SGP interviene en situaciones con criterios de: población desatendida, equidad social o necesidad de eficiencia (Departamento Nacional de Participación, 2023).

El ADRES (Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud) es considerada una cuenta adscrita al ministerio de salud nacional que no cuenta con una persona jurídica o planta de personal propia. El ADRES como figura, es encargado de los recursos que financien o cofinancien el SGSSS (Sistema General de Seguridad Social en Salud), con focos de encargo fiduciario según la figura donde se están deliberando los recursos (Departamento

Nacional de Participación, 2023; Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023). Entre ellas se encuentran las siguientes subcuentas que obedecen la ley 100:

- Subcuenta de Compensación interna del Régimen Contributivo
- Subcuenta de Solidaridad del Régimen de Subsidios en Salud.
- Subcuenta Promoción de la Salud
- Subcuenta de Seguro de Riesgos Catastróficos y Accidentes de Tránsito

Es clave en este tipo de modelo financiero subdividido, que cada una de las partes respondan a las necesidades de los usuarios, que en este caso se busca garantizar la salud de los ciudadanos. En el caso del ADRES, cada una de las subcuentas se encarga de diferentes fines misionales que permiten el funcionamiento del sector salud y aúnan esfuerzos para aumentar la cobertura con recursos públicos (Gobierno de Colombia & Ministerio de Hacienda y crédito público, 2015; Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023). Entre los fines misionales de las subcuentas estas cumplen con las siguientes funciones.

**Tabla 4.** *Funciones misionales de las Subcuentas del ADRES.*

Subcuenta	Funciones misionales
Subcuenta de Compensación interna del Régimen Contributivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de los procesos de compensación a las Entidad Promotora de Servicios (E.P.S.) y el resto de “Entidades Obligadas a Compensar” (E.O.C.).</li> <li>• Reconocimiento de unidades de pago por capitación y recursos que sirven para financiar el sistema de salud Colombiano. Definición en el Artículo 205 del de la ley 100 de 1993</li> <li>• Estas cuentas obedecen al régimen contributivo relacionado al Plan Obligatorio de Salud (P.O.S.)</li> <li>• Esta subcuenta establece los pagos contenidos en el Plan Obligatorio de Salud (P.O.S.)</li> </ul>
Subcuenta de Solidaridad del Régimen de Subsidios en Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subcuenta enmarcada en el artículo 221 de la ley 100 de 1993 y recursos ligados a las poblaciones más vulnerables. Soportan la carga fiscal del régimen subsidiado.</li> <li>• Como mínimo el gobierno nacional aportará 287 mil millones de pesos, más el presupuesto adicional que sea designado anualmente de manera complementaria</li> <li>• Contribución desde las Cajas de Compensación Familiar</li> <li>• Generación de rendimientos financieros generados por el portafolio de inversiones de la Subcuenta</li> <li>• Uso de los recursos para ampliación del ADRES y aportes del presupuesto nacional a este fondo</li> </ul>
Subcuenta Promoción de la Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subcuenta enfocada en la promoción, divulgación, fomento de la salud y prevención de la enfermedad especialmente en poblaciones con altos niveles de vulnerabilidad.</li> <li>• Programas complementarios que ejecutan las E.P.S. para divulgación de la salud y prevención.</li> <li>• Enfoque en la convivencia pacífica y la prevención de la violencia</li> <li>• Desarrollo de actividades de prevención de la violencia contra la mujer y la discriminación de género.</li> <li>• Proceso de contribución al déficit de madres cabeza de familia en el marco del sector salud.</li> </ul>
Subcuenta de Seguro de Riesgos Catastróficos y Accidentes de Tránsito Subcuenta ECAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargada en gastos de salud, rehabilitación, muerte y manejo de pacientes que se encuentren relacionado con accidentes de tránsito, eventos catastróficos y terroristas</li> <li>• El ECAT se encarga de las personas desplazadas por la violencia y la garantía de derecho a la salud</li> <li>• Obliga a las entidades del sector salud a cubrir cualquier acontecimiento o catástrofe de manera efectiva.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los ingresos a este fondo dependen de los ingresos de primas tipo SOAT y los montos son modificables según las condiciones que estas pólizas soporten.</li> </ul>
Subcuenta de garantías de la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subcuenta creada con la finalidad ejercer control presupuestal de los recursos económicos del fondo.</li> <li>• Esta subcuenta fue creada por el artículo 41 del decreto 4107 del 2011 y vela por los recursos económicos, la liquidez y el flujo de dinero según las necesidades del sistema</li> <li>• Fortalecimiento patrimonial de aseguradores y prestadores de servicios de salud.</li> <li>• Fondo encargado de compras de cartera y financiación del sistema de salud cuando se requiere soporte.</li> </ul>

*Nota:* Información tomada de: (Departamento Nacional de Participación, 2023; Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023; Ministerio de Salud y Protección Social, 2016)

Entre la composición de los fondos especiales para la salud se encuentra Coljuegos, que como empresa comercial del estado, administra, recauda y transfiere rentas de salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016). Los dineros recaudados por Coljuegos son delegados a entidades estatales para distribuir fondos entre las autoridades locales para garantizar el servicio de salud distribuida entre entidades departamentales como: ADRES y FONPET. Coljuegos también aporta al ministerio de Ciencias y tecnología, cuando se requiere apoyo en proyectos de investigación del sector salud (Gobierno de Colombia, 2001; Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Al contemplarse los múltiples fondos del sector salud, se deben tener en cuenta los actores que recolecta e implementan los fondos del gobierno nacional y se necesita el aumento en la cobertura del servicio. Aunque las quejas por intermediarios son constantes, el sistema posee un enfoque multi-fondo que da mayor fluidez, sin depender netamente de entes privados (Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023).

### 1.10.2.1

### Actores del sistema de salud colombiano

El Sistema de salud colombiano articula múltiples actores relacionados con la cadena de valor del servicio, afectando el flujo de procesos y las interacciones directas con el paciente. En función del flujo económico en el sector salud, se cuentan con diversas entidades organizacionales que estructuran el funcionamiento y se derivan a necesidades específicas según la condición del

servicio o los procesos a ejecutar, como: Prevención, tratamiento, aseguración, promoción, divulgación y fomento de la salud (Departamento Nacional de Participación, 2023; Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023).

En la identificación de los actores clave para la prestación de servicios en salud, se encontraron organizaciones estructurales que permiten el funcionamiento articulado del sistema de salud, entre estas se encuentran: El estado, que es representado por el Ministerio de salud y protección social, en función de las organizaciones aseguradoras se encuentra la figura de las Entidades Promotoras de Salud (E.P.S.) junto con las Administradoras de Riesgos Laborales (A.R.L.) y prestadora del servicio se encuentran las Instituciones Prestadoras de Salud (I.P.S.) (Departamento Nacional de Participación, 2023).

**Figura 11.** Actores clave para el sistema de salud Colombiano



*Nota:* Actores clave que se relacionan con el servicio de pre-planeación que se está diseñando.

Es clave resaltar que el sistema de salud, se sistematizaron los procesos, tipo de medicamentos, procedimientos e intervenciones que el sistema de salud cubre sin ningún recargo a los contribuyentes o beneficiarios (Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023). Por las particularidades del sistema se ahonda en el reconocimiento de los actores clave y cómo intervienen en el servicio (Garcia-Subirats et al., 2014; Guerrero et al., 2011).

En los siguiente apartados de esta sección, se mencionarán los actores que se encuentran relacionados al back del servicio de salud. Se realizó un análisis de las E.P.S. y las I.P.S pues se relacionan de manera directa con el servicio de planeación y son quienes gestionan los recursos para el soporte del proceso.

### ***1.10.3 Empresas Promotoras de salud (E.P.S.)***

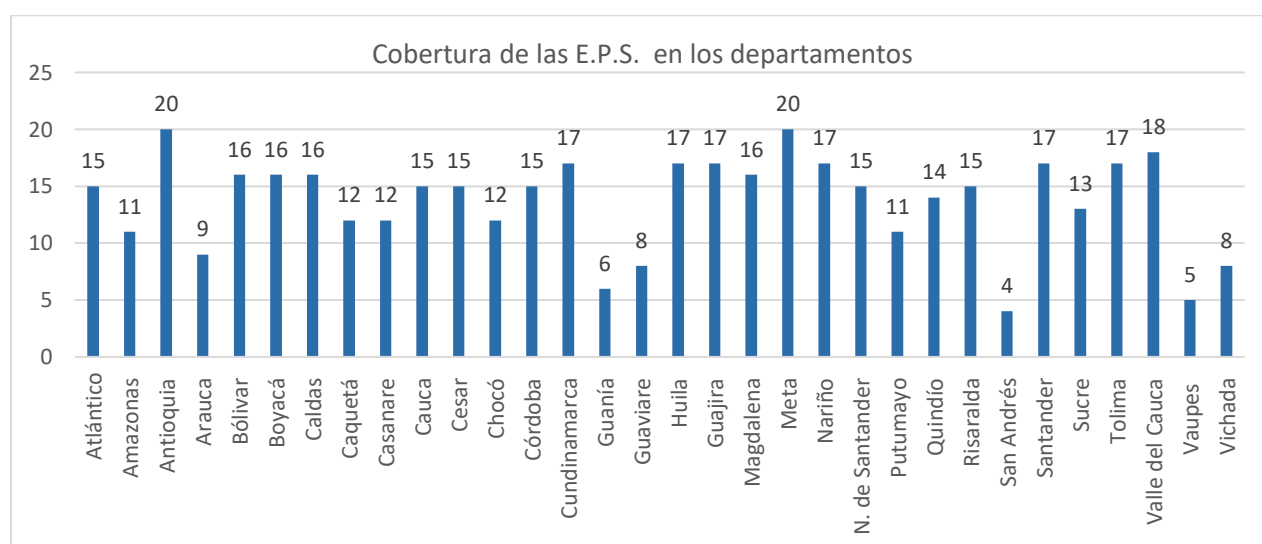
Las Empresas Promotoras de Salud, tienen como responsabilidad del registro, afiliación y manejo de recursos económicos para la prestación del servicio. Las E.P.S. son encargadas de administrar la distribución de rubros económicos y de garantizar el servicios de salud tanto en el régimen subsidiado como en el contributivo (Guerrero et al., 2011; Organización Panamericana de la Salud, 2008).

Las E.P.S. son financiada de manera mixta, pues el capital puede provenir de fondos privados, públicos o de los dos en conjunto (Organización Panamericana de la Salud, 2008). En el modelo del servicio de salud colombiano, las E.P.S. actúan como *stakeholder* ejecutor de presupuesto del Plan Obligatorio de Salud y distribuye económicamente los recursos a las I.P.S., ejecutando control y vigilancia del uso de recursos según las restricciones contempladas en el marco normativo (Chernichovsky & Prada, 2015).

Las E.P.S. no poseen una distribución uniforme de cobertura, generando altos niveles de desigualdad y centralización de los servicios de salud, concentrando las instituciones más eficientes

en las ciudades más grandes del país (García-Subirats et al., 2014). En las comunidades aisladas, los servicios de atención no tienen la inversión adecuada, complicando la ejecución del servicio y colocando en riesgo población vulnerable de la sociedad (Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023).

**Figura 12.** Índice de cobertura de las E.P.S. en los departamentos y distribución irregular de recursos.



*Nota:* Los datos se obtuvieron de la página oficial del [Ministerio de trabajo](#).

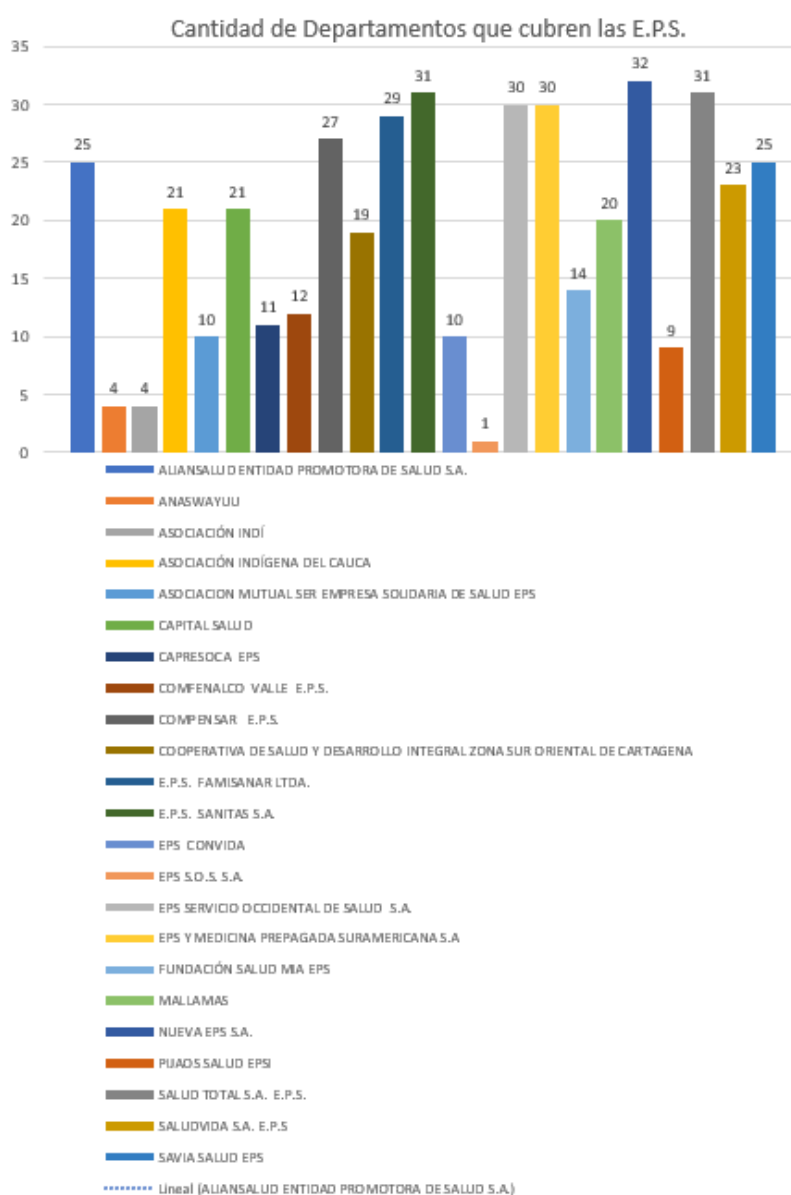
En los resultados de la figura 11, destaca el departamento de Cundinamarca que al estar ligado a Bogotá, dada la centralización en los servicios y la gran cantidad entidades promotoras que garantizan un sistema de salud acorde a su alta densidad poblacional. Un caso particular es el departamento de Santander, pues cuenta con una organización que centraliza las necesidades del nororiente colombiano con gran cantidad de I.P.S. y altos niveles de innovación, variables que garantizan un clúster de salud interesado en mejorar constantemente.

Los departamentos con menores índices de cobertura se encuentran: San Andrés. Vaupés y Guainía, donde la accesibilidad y la violencia son factores de incidencia de relevancia para la prestación del servicio. Estos factores de escasez, colocan a la población que habita en esta regiones

en riesgo, pues condiciones de gravedad no podrán ser tratadas de manera eficiente y la atención será sobresaturada, repercutiendo negativamente en el bienestar de los pacientes.

En función de identificar el nivel de cobertura de las E.P.S., se realizó un análisis del alcance de estas organizaciones y en contraposición se identificaron los departamentos que poseen mayor cantidad de E.P.S. para la protección de su población.

**Figura 13.** Cobertura discriminada por Empresa Promotora de salud a lo largo del país.



*Nota:* Los datos se obtuvieron de la página oficial del [Ministerio de trabajo](#).

En la figura 12 se logró precisar las entidades que mayor cobertura de servicios de salud, donde resaltan Nueva E.P.S., E.P.S. Sanitas S.A. y Salud Total S.A. E.P.S. por abarcar la mayoría de las regiones en el país. También se logran identificar empresas con poca cobertura, pero se siguen manteniendo, especialmente cuando se está relacionado a un departamento aislado, incidiendo en altos niveles corrupción (Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023; Guerrero et al., 2011; Organización Panamericana de la Salud, 2008)

#### ***1.10.4 Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud.***

Las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud o I.P.S., son entidades u organizaciones encargadas de brindar servicios que garanticen el tratamiento de la salud de los contribuyentes afiliados a las E.P.S (Camargo et al., 2014). En Colombia actualmente funcionan 41.427 I.P.S. que poseen diversas figuras según el servicio, como lo son: Hospitales, clínicas, centros de salud, consultorios, laboratorios, entre otros. (Espinal-Piedrahita & Restrepo-Zea, 2022)

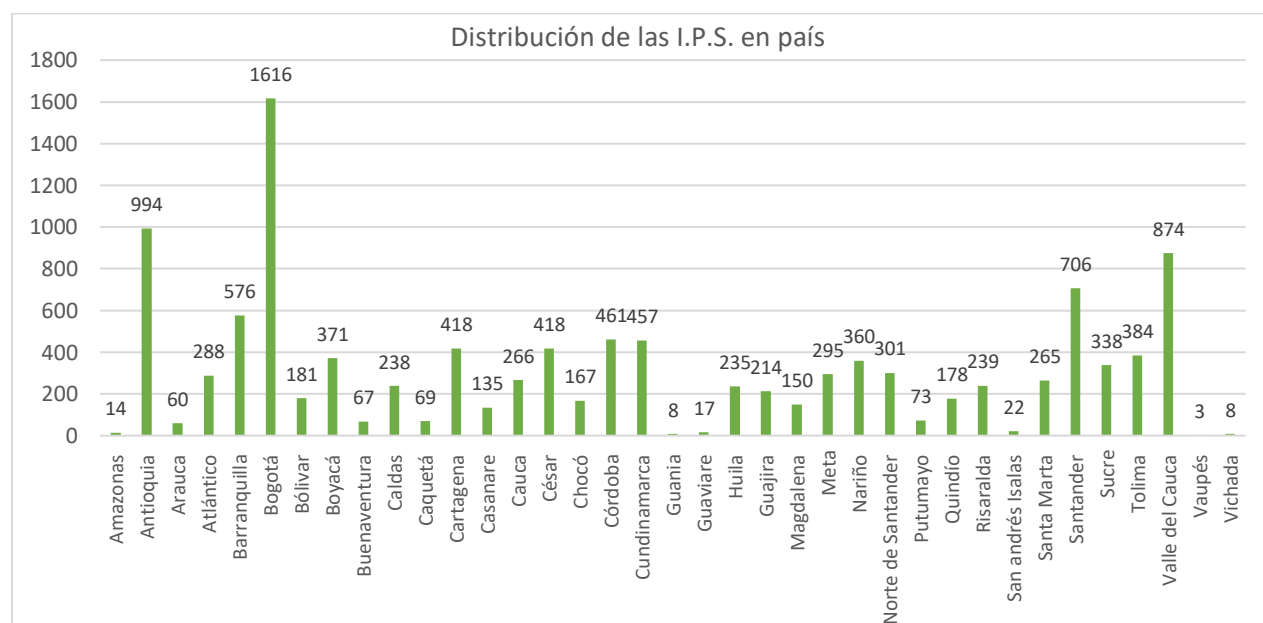
Este tipo de instituciones al prestar servicios de salud a los regímenes contributivo, subsidiado y especiales, pueden ser de economías públicas, privadas o mixtas, teniendo ingresos de diferentes fuentes de financiación relacionadas el ADRES. Las funciones de atención que cumplen cada una de las I.P.S. corresponden a los beneficios que se encuentran contemplados en los parámetros mencionados en la Ley 100 de 1993 (Espinal-Piedrahita & Restrepo-Zea, 2022; Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023).

Los servicios contemplados no solo abarcan los relacionados directamente a la salud del paciente, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, sino que contempla, servicios de salud oral, instituciones con servicios de soporte en tratamiento, prevención y rehabilitación (Prada-Ríos et al., 2017). Las I.P.S poseen clasificaciones en función del tipo de servicios que prestan y las capacidades que estos poseen, configurándose de manera jerárquica de la siguiente forma:

- Nivel 1 (baja complejidad): Son instituciones encargadas de solucionar problemas sencillos y tratar a pacientes sin complicaciones. Todas las regiones deben garantizar la prestación de servicios de salud básicos mínimos mediante este tipo de I.P.S.
- Nivel 2 (Media complejidad): Son instituciones que soportan situaciones que requieren de tratamientos especializados sencillos y que impliquen la implementación de tecnología de mediana complejidad. Normalmente cubren necesidades de un municipio o varios, según sea necesario en la región.
- Nivel 3 (Alta complejidad): Este tipo de instituciones tienen la capacidad de tratar situaciones de alta complejidad, brindar servicios con altos estándares de calidad y garantizar el tratamiento según las necesidades del paciente. Este tipo de organizaciones cuentan con personal especializado que garantiza evaluaciones médicas de alta calidad.

En el país al contar con una distribución de recursos de manera irregular, las capacidades de los servicios de salud requieren de procesos de vigilancia, donde se evalúan las capacidades, tanto de cobertura como el nivel de calidad que estas entidades prestan (MinSalud, 2019; Prada-Ríos et al., 2017). Es clave resaltar que el alcance de las E.P.S no determina la calidad del servicio, pero sí el flujo de recursos, teniendo como focos las regiones que posean ecosistemas de crecimiento (Espinal-Piedrahita & Restrepo-Zea, 2022; Prada-Ríos et al., 2017). En la figura 13 se evidencian la centralización de las regiones con mayor cantidad de I.P.S

**Figura 14.** Distribución de I.P.S. en el país que soportan el sistema de salud en las regiones.



*Nota:* Los datos se obtuvieron de la [página oficial de datos del Gobierno Nacional](#).

En la figura 12, se evidencia la distribución de las I.P.S. a lo largo del país, según ciudades o regiones con mayor concentración de instituciones y la demostración de fortaleza en capacidades en ciertas regiones (Restrepo Uribe et al., 2019). Es clave resaltar que este tipo de modelos donde algunas regiones centralizan la prestación de servicios en salud, aumenta el riesgo de un tratamiento pobre o mediocre en zonas alejadas, muertes por enfermedades previsibles y complicaciones en tratamientos o procedimientos de salud sin las herramientas adecuadas (Jaramillo-Mejía & Chernichovsky, 2015).

En la distribución de las I.P.S. en el país, se logró evidenciar un sistema desigual, pero presentando como fenómeno entidades territoriales que no poseen tanta densidad poblacional con alta concentración de I.P.S en sus regiones. Como consecuencia de esta situación, se evaluó en la siguiente tabla la cantidad de I.P.S (World Bank Group, 2019) por habitante entre los 5 primeros departamentos o ciudades que ocupan este ranking, evidenciando así el avance en el sector salud como industria representativa.

**Tabla 5. Análisis de proporción en la cobertura de las I.P.S. según las regiones**

Ciudad o departamento	Cantidad de I.P.S.	Población (2021)	% de cobertura por habitante
<b>Bogotá</b>	1616	7.834.167	0.020627%
<b>Antioquia</b>	994	6.782.584	0.014655%
<b>Valle del Cauca</b>	876	4.476.886	0.019567%
<b>Santander</b>	706	2.306.455	0.030609%
<b>Barranquilla</b>	576	2.012.739	0.028617%

*Nota:* Información demográfica tomada de la [proyección de población por el DANE](#)

En el análisis de las 5 primeras ciudades y departamentos, se identificó Santander y Barranquilla, manejan un sistema de Instituciones prestadoras de servicios con mayores niveles de cobertura para la población. Este nivel de cobertura también se da como consecuencia a la centralización de servicios, pues al ser ciudades y departamentos que permiten la comunicación con múltiples municipios o regiones del país posee mayores beneficios rentables. Como consecuencia

a este fenómeno, se han generado Clústeres y estructuras que alimentan el posicionamiento regional y la construcción de capacidades (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Entre las variables determinantes, no solo se encuentra el ecosistema de innovación y la ubicación estratégica, también afectan factores económicos y de gestión que contribuyen a la articulación de capacidades para garantizar la atención. En torno a mejorar el sistema de la salud, se construyó un modelo que delimita los alcances de este tipo de instituciones, forma de cobranza y estructura de atención que deben prestar en función de su objeto misional (Organización mundial de la Salud, 2020).

Con la finalidad de estandarizar procesos, se ejecutó la modificación de la ley 100 en 1993 en el artículo 241, donde se entregan lineamientos que delimitan el servicio prestado por las I.P.S., teniendo como foco el registro integral de costos y la aplicación del régimen único de tarifas, brindado así estructura económica para el tratamiento y cobranza de servicios de salud (Bernal & Barbosa, 2015; Espinal-Piedrahita & Restrepo-Zea, 2022). La legislación establecida delimita los alcances mediante el Plan de Beneficios en Salud (P.B.S.), que demarca los alcances niveles de cobertura y soporte, cantidades y montos delimitados por el sistema de salud.

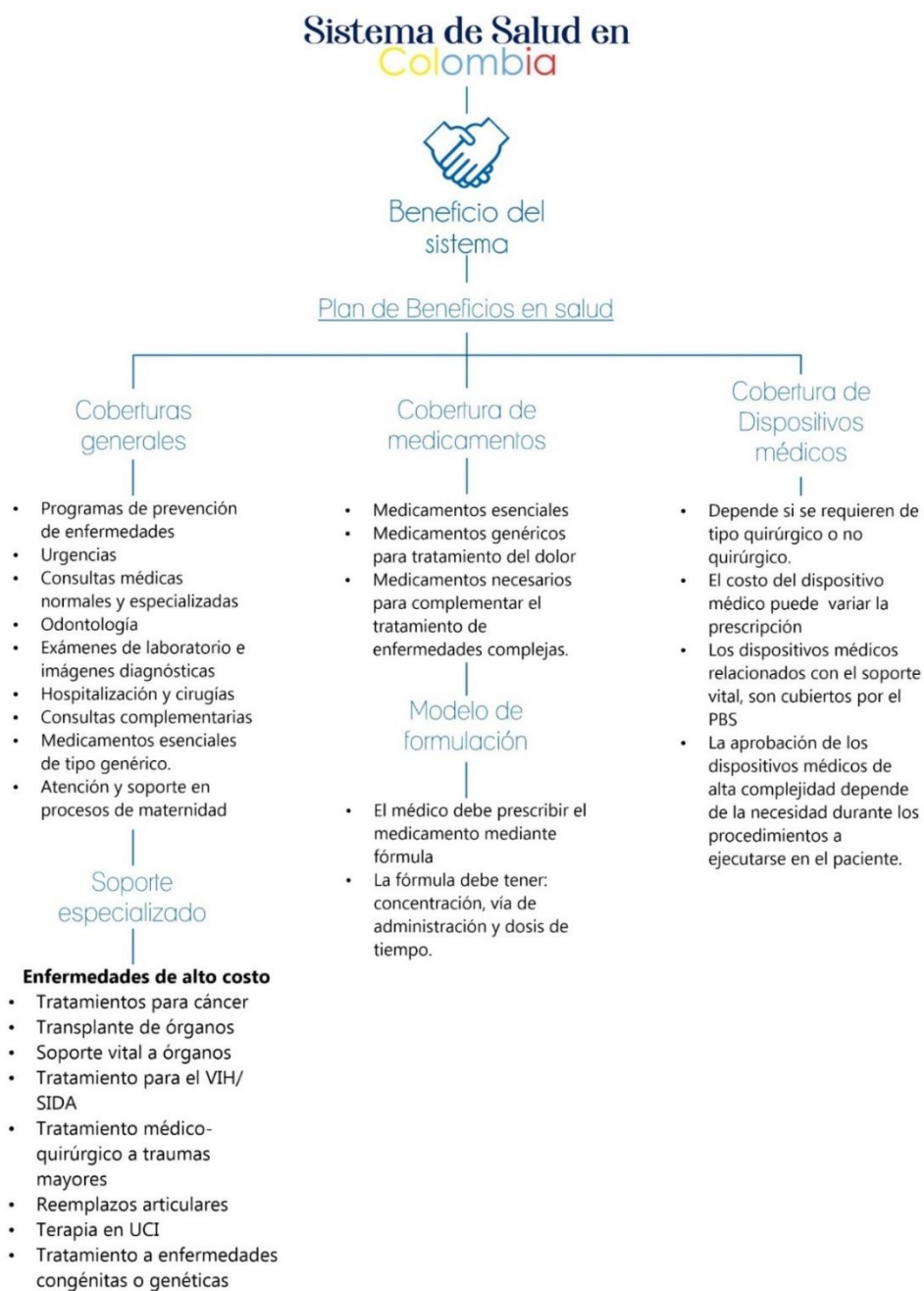
#### ***1.10.5 Plan de Beneficios en Salud (PBS)***

El plan de beneficios en salud, es considerado como la garantía al derecho fundamental que tienen los colombianos de acceder a un servicio para su bienestar y calidad de vida. Este plan de beneficios está contemplado para los usuarios del Sistema General de Seguridad Social en Salud de Colombia (SGSSS) y es vigilado por el ADRES para su cumplimiento sin contemplar los regímenes especiales (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Entre los objetivos que cumple el plan se encuentran: Prevenir, tratar, diagnosticar, rehabilitar y dar licencias por afecciones de salud a pacientes que se encuentren cruzando un cuadro de enfermedad o traumatismo (MinSalud et al., 2014). Este tipo de beneficios no solo busca

garantizar la salud de la persona, sino que acoge a los miembros de la familia con consanguinidad directa o conyugues comprobables por la legislación de uniones Colombianas (MinSalud et al., 2014). En el siguiente gráfico se logra visualizar la distribución de recursos en el P.B.S.

**Figura 15.** Distribución del Plan de Beneficios seguido en el sistema de salud



*Nota:* La información sintetizada se tomó de la página oficial del [ministerio de salud y protección social](#) y (MinSalud et al., 2014)

El plan establecido para prestar el servicio de salud, ha tenido modificaciones desde el Plan Obligatorio de Salud (POS) para llegar al PBS. El Ministerio de Salud y de Protección Social mediante la regulación 5521 de 2013 con el acuerdo 029 emitió un nuevo listado de actividades, procedimientos, medicamentos e intervenciones que son contempladas para garantizar el tratamiento en función de salud de los pacientes vinculados al régimen contributivo y subsidiado (Jaramillo-Mejía & Chernichovsky, 2015; MinSalud et al., 2014).

Con la unificación del P.B.S., se garantiza tanto al régimen contributivo como al subsidiado, los mismos beneficios sin discriminación y se busca un acercamiento a la igualdad de atención, además de una mayor cobertura a beneficiarios vulnerables (Corcho et al., 2023; MinSalud et al., 2014). Cada una de las mejoras en el sistema de salud, permite al estado asegurar el derecho fundamental del acceso a la salud de manera dignificada y aumentar o dignificar la calidad de vida en los pacientes que hacen uso del sistema (MinSalud et al., 2014; Restrepo Uribe et al., 2019).

Cabe resaltar que en este plan de beneficios, los médicos y el personal de la salud, se encuentran condicionados para la asignación de medicamentos y dispositivos médicos para múltiples tratamientos. En consecuencia a esta situación, las solicitudes adicionales al P.B.S. deben ser argumentada en función de la incidencia en la toma de decisiones y el tratamiento del paciente según sus necesidades, especialmente si se ve comprometida la calidad de vida y la salud en situaciones de alto riesgo (Corcho et al., 2023).

En el siguiente apartado, se identificaron estrategias de trabajo colaborativo que evidencian procesos de co-creación enfocados al mejoramiento o configuración de un servicio. En el diseño de servicio en salud de este proyecto, las bases conceptuales de co-creación sirvieron como lineamientos para la toma de decisiones respecto a las actividades a realizarse de manera conjunta con los actores que intervienen en la cadena de valor (Jaramillo-Mejía & Chernichovsky, 2015).

### ***1.10.6 Vigilancia tecnológica para la identificación de estrategias para trabajo colaborativo en el marco del sector salud.***

La vigilancia tecnológica ejecutada, permitió identificación de procesos clave y de referencia. Se realizó una Revisión Sistemática de la literatura (R.L.S) donde se mapearon ejemplos a nivel internacional que evidencian la necesidad de trabajo colaborativo con los actores clave que se ven afectados o beneficiados por el servicio.

La identificación de estos procesos permitió estructurar lineamientos de interacción entre diseñadores, equipo de trabajo y el personal de salud vinculado a los procesos de pre-planeación quirúrgica, delimitando las interacciones y el tipo de actividades propuestas para obtener los resultados en los procesos posteriores de definición y testeo. En este apartado se consignó un protocolo para la R.S.L., los hallazgos más relevantes y una síntesis de las estrategias que generaron resultados innovadores que beneficiaron al sector salud. En la síntesis de información se configuró una taxonomía de referencia para procesos de trabajo colaborativo en el diseño de servicios.

#### **1.10.6.1**

#### **Protocolo de Revisión Sistemática de la literatura.**

En este apartado se encuentran consignadas las bases estructurales que se siguieron durante la búsqueda en la literatura en un proceso de R.S.L, que permitió la identificación de literatura relevante que posea un rango aceptable de relación con los temas a tratar. Durante el inicio del proceso para la revisión de la literatura sistemática, se estableció la siguiente pregunta de investigación: “¿En qué medida el diseño de servicios se relaciona con procesos de innovación abierta o co-creación de manera directa?”.

En función de tener bases estructurales se realizó una primera búsqueda exploratoria de manera no estructurada, donde se visualizó la necesidad del uso de tesauros para ampliar la búsqueda de temas relacionados con la búsqueda que enfocaron la construcción de la ecuación de

búsqueda. Con la pregunta de investigación y la revisión no estructurada, se estableció el rumbo de la Revisión sistemática. En el proceso se identificaron palabras clave como: Diseño de servicios, innovación abierta y co-creación, que fueron los temas directamente relacionados con esta investigación.

Palabras clave	Sinónimos identificados	Palabras para la ecuación
Service Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service Design</li> <li>• Product Service Design</li> <li>• Service Design Innovation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service Design*</li> <li>• Product Service Design*</li> <li>• Service Design Innovat*</li> </ul>
Co-creation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co-work</li> <li>• Collaborative work</li> <li>• Co-design</li> <li>• Collaborative creation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co-creat*</li> <li>• Collaborative work</li> <li>• Co-design*</li> <li>• Collaborative creat*</li> </ul>
Open Innovation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open innovation</li> <li>• Cooperation</li> <li>• Collaborative work</li> <li>• Business relations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open innovat*</li> <li>• Cooperat*</li> <li>• Collaborat* work</li> <li>• Business relations</li> </ul>

**Tabla 6.** *Temas usados en la R.S.L. y los tesauros implementados*

En función de ampliar el proceso de revisión, se establecieron abreviaturas de términos y aplicación básica en la configuración de tesauros, mediante los cuales se configuró la base para la construcción de la ecuación de búsqueda. En el anterior cuadro se evidencia la aplicación de tesauros en el proceso de búsqueda, con ello se amplió la relación terminológica y la cohesión temática.

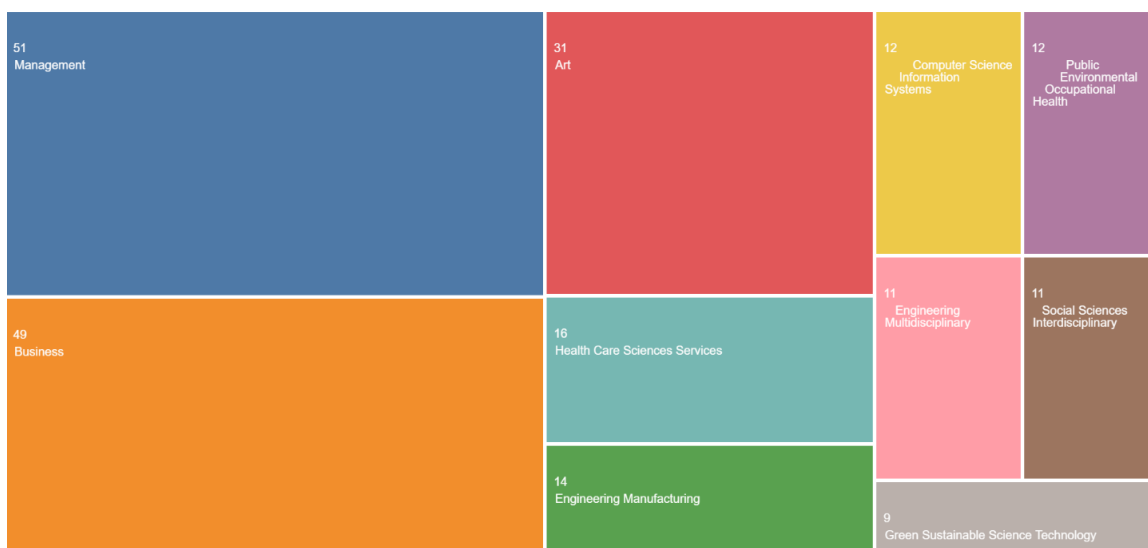
El proceso para llegar a una adecuada ecuación de búsqueda requirió de 28 modificaciones que se corrieron en el buscador Web of Science y en cada una de las depuraciones se evaluó la pertinencia de los artículos, la correlación con el diseño de servicios en salud y las áreas de conocimiento que contemplaba cada resultado. En la siguiente tabla se consignaron algunas de las 28 ecuaciones que permitieron la construcción final de la ecuación.

**Tabla 7.** *Depuración para la construcción de la ecuación implementada en la RSL.*

Ecuaciones	Cantidad de resultados	Ventana de Tiempo
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*"))	1.650	2001-2020
	1.445	2010-2020
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*" AND ("Co-creat*" OR "Co-work*" OR "Collaborative work" OR "Co-design*" OR "Collaborative creat*"))	165	2001-2020
	164	2010-2020
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*") AND ("Co-creat*" OR "Co-work*" OR "Collaborative work" OR "Co-design*" OR "Collaborative creat*") AND ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work" OR "Business relations"))	7	2001-2020
	7	2001-2020
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*") AND ("Cocreat*" OR "Cowork*" OR "Collaborative work" OR "Codesign*" OR "Collaborative creat*") AND ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work" OR "Business relations"))	4	2001-2020
	4	2010-2020
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*" AND ("Co-creat*" OR "Co-work*" OR "Co-design*") AND ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work" OR "Business relations"))	6	2001-2020
	6	2010-2020
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*") AND ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work"))	43	2001-2020
	39	2010-2020
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*" AND ("Co-creat*" OR "Co-work*" OR "Collaborative work" OR "Co-design*" OR "Collaborative creat*") OR ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work" OR "Business relations"))	201	2001-2020
	196	2010-2020
TS= (((("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*") AND ("Co-creat*" OR "Co-work*" OR "Collaborative work" OR "Co-design*" OR "Collaborative creat*") OR ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work" OR "Business relations"))))	203	2010-2021
TS= (("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*" AND ("Co-creat*" OR "Co-work*" OR "Collaborative work" OR "Co-design*" OR "Collaborative creat*") OR ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work" OR "Business relations"))	308	2003-2023
	224	2003-2023

En los procesos de búsqueda se notó que el diseño de servicios relacionada con términos de co-creación e innovación abierta en la literatura inició posterior al 2000, y de manera incremental ha generado investigaciones constantes desde el 2010 hasta la actualidad. Por este motivo la ventana de tiempo inició desde el 2003 hasta el 2023.

La ecuación escogida para depurar fue: *TS= (("Service Design\*" OR "Product Service Design\*" OR "Service Design Innovat\*") AND ("Co-creat\*" OR "Co-work\*" OR "Collaborative work" OR "Co-design\*" OR "Collaborative creat\*") OR ("Open innovat\*" OR "Cooperat\*" OR "Collaborat\* work" OR "Business relations"))*, donde se eliminaron términos sin relación con innovación, diseño de servicios, ciencias médicas, co-creación o manejo de información. En la ecuación se encontraron 220 resultados categorizados de la siguiente forma.

**Tabla 8.** Categorización de los temas encontrados en la R.S.L.

Posterior al proceso de depuración se definió la siguiente ecuación de búsqueda que arrojó 176 resultados y se seleccionaron los artículos según la clasificación descrita:

**Tabla 9.** Ecuación y clasificación de artículos para depuración

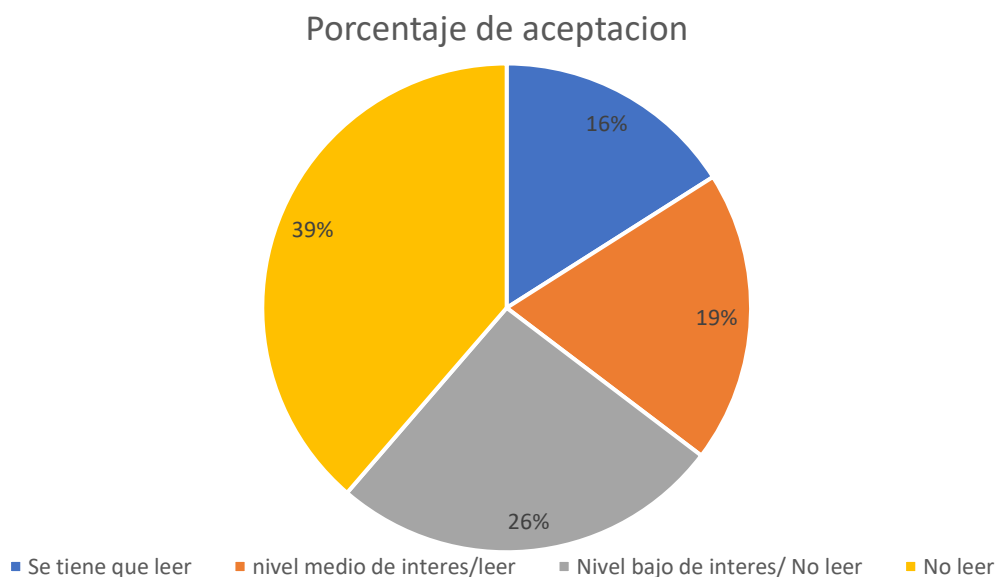
<b>Ecuación de búsqueda final con restricciones.</b>			
<i>TS= (((("Service Design*" OR "Product Service Design*" OR "Service Design Innovat*") AND (("Co-creat*" OR "Co-work*" OR "Collaborative work" OR "Co-design*" OR "Collaborative creat*") OR ("Open innovat*" OR "Cooperat*" OR "Collaborat* work" OR "Business relations")))) and 2023 or 2023 or 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 or 2016 or 2015 or 2014 or 2013 (Años de publicación) and 8.124 Environmental Sciences or 6.73 Social Psychology or 6.321 Social Reform or 6.314 Homelessness &amp; Human Trafficking or 6.110 Law or 4.183 Transportation or 4.116 Robotics or 1.49 Dentistry &amp; Oral Medicine or 1.157 Organ Donation &amp; Transplantation or 6.122 Economic Theory or 4.48 Knowledge Engineering &amp; Representation or 10.290 Art or 6.153 Climate Change or 6.86 Human Geography or 6.115 Sustainability Science or 1.155 Medical Ethics or 6.27 Political Science or 6.223 Hospitality, Leisure, Sport &amp; Tourism (Exclair – Citation Topics Meso) and Artículo (Tipos de documentos) and Urban Studies or Transportation Science Technology or Transportation or Thermodynamics or Regional Urban Planning or Physics Applied or Pharmacology Pharmacy or Geography or Economics or Communication or Chemistry Multidisciplinary or Nursing or Telecommunications or Computer Science Software Engineering or Information Science Library Science or Computer Science Interdisciplinary Applications or Environmental Sciences or Environmental Studies or Hospitality Leisure Sport Tourism or Public Environmental Occupational Health (Categorías de Web of Science)</i>			
<b>Interés en la lectura</b>	<b>Temas relacionados</b>	<b>Selección para leer</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Se debe leer</b>	Relación de los tres tema de los principales (Service Design, co-creation y Open Innovation) enfocado a servicios de salud.	Si	28
<b>Nivel medio de interés/ Leer</b>	Relación de los tres tema de los principales (Service Design, co-creation y Open Innovation)	Si	33
<b>Nivel bajo de interés /Puede ser</b>	Relación con dos temas de los principales (Service Design, co-creation y Open Innovation), sin un fin específico en procesos de co-creación	No	46
<b>No leer</b>	Relación con un solo tema de los principales (Service Design, co-creation y Open Innovation)	No	69

En el filtrado se encontraron 176 resultados y se evaluaron desde un archivo Excel, donde se consignaron los títulos, resúmenes, autores, tipología de publicación y nivel de pertinencia, que en el proceso de lectura se depuraron según la relevancia y las correlaciones temáticas.

#### **Criterios de selección:**

Posterior al proceso de selección se revisaron los resúmenes en Excel según los criterios establecidos, donde se obtuvieron los siguientes resultados: 16% de los resúmenes se consideraron de lectura obligatoria por la pertinencia y la relación directa con los 3 temas planteados con el sector salud, en la siguiente categoría un 19% para una lectura complementaria donde se encontraron temas relevantes con la revisión y daban datos importantes durante el proceso de argumentación.

**Figura 16.** *Porcentaje de aceptación en función de los criterios de relevancia para la lectura.*



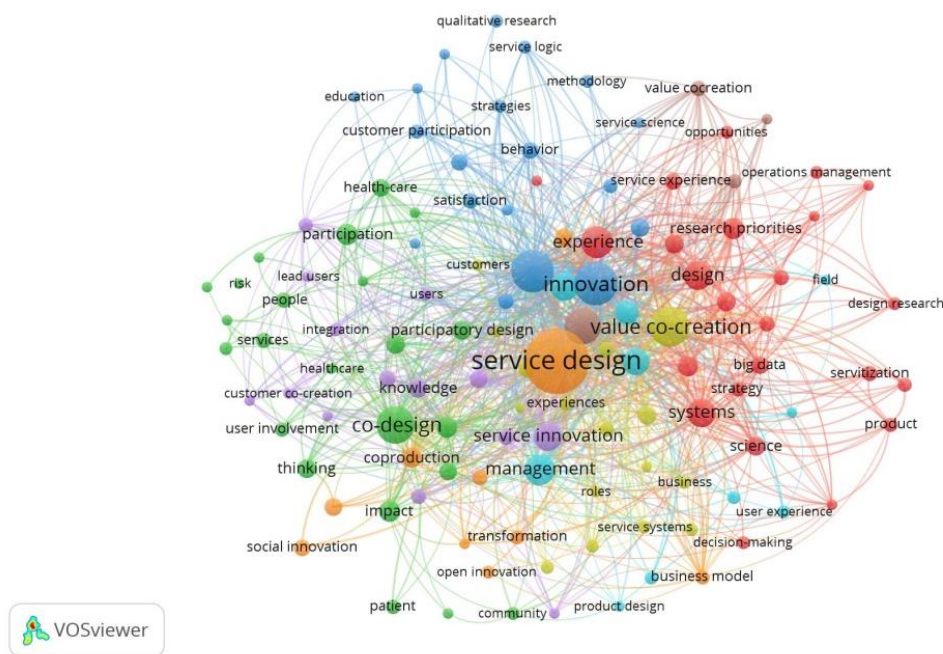
En los artículos se encontraron fuertes indicios de que la investigación en servicios se relaciona fuertemente con los usuarios y proveedores mediante procesos de co-creación, maximizando las posibilidades éxito. En el caso de la innovación abierta, se logran generar relaciones que no se limitan solamente a la configuración de un producto, sino que pueden representar alianzas significativas entre actores clave. En el marco del diseño de servicio se

documentan mayormente los relacionados con el sector salud, industria de servicios públicos, gobiernos incluyentes y casos de éxito de empresas privadas.

### Revisión en VosViewer

El software sirve para identificar patrones en el proceso de investigación. Posterior a la revisión y la depuración seguida en el motor de búsqueda, se corrió el archivo CVS de WebOfScience en el programa, donde se encontraron elementos significativos para el proceso de investigación y tendencias de relación con otros temas. En el primer diagrama se identificaron palabras clave adicionales que se relacionaban más con el proyecto, como: Service Design, value co-creation, Innovation, design, co-design, experiencia, Research priorities, sirviendo como referencia para posteriores búsquedas.

**Figura 17.** Agrupación de términos adicionales relacionados con el diseño de servicios.

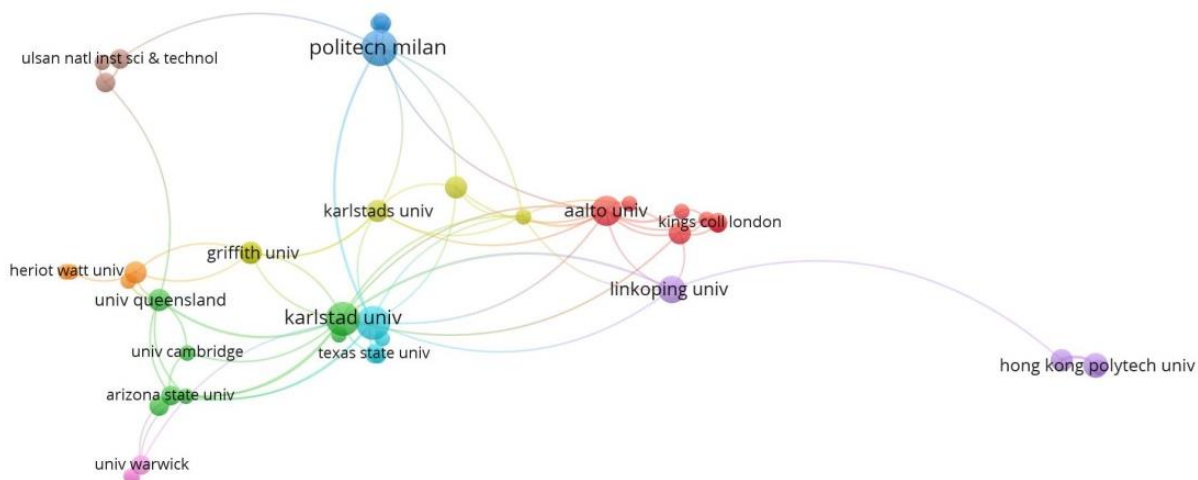


*Nota: Imagen generada por el software VosViewer.*

Otro de los resultados significativos fue la identificación de organizaciones más relacionadas con el tema, pues se observa el nivel de oportunidad para innovar en esta área y la

pertinencia de continuar procesos de indagación relacionada al diseño de servicios. Las universidades destacan como líderes en estos procesos de investigación.

**Figura 18.** Organizaciones líderes en procesos de innovación colaborativa en el diseño de servicios.



*Nota: Imagen generada por el software VosViewer.*

Es clave resaltar que los procesos de relacionamiento entre temas y organizaciones líderes en el tema, permiten la identificación de prácticas innovadoras en función de la teorización del diseño de servicios en salud.

#### 1.10.6.2

#### Análisis de la literatura identificada.

En el proceso de revisión sistemática de la literatura, se revisaron artículos destacados que dieran estructura y lineamientos para la toma de decisiones en procesos ejecutados para el diseño de servicios en el marco del sector salud. Esta literatura científica, permitió el establecimiento de bases teóricas para la toma de decisiones en procesos de trabajo colaborativo enmarcados en el diseño de servicios.

En este apartado se encuentran consignados los resultados de la lectura que se realizó a profundidad, dando especial relevancia a los conceptos o elementos de los artículos que podrían aportar a la configuración de estrategias para ejecutar procesos de co-creación en ambientes de

innovación con un mayor grado de efectividad y enfocados principalmente a servicios para el sector salud. En la siguiente tabla se encuentran relacionados los artículos destacados que se relacionan con las contribuciones basadas las experiencias organizacionales, que permiten identificar patrones en los procesos de co-creación en el marco del sector salud para la generación de una taxonomía.

**Tabla 10.** *Variables e insights identificados en la Revisión Sistemática de la Literatura para el diseño de servicios en salud.*

Tipo de variable o elemento identificado	Variable o insight en el diseño de servicios en salud
Procesos para el diseño de servicios en salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La co-creación se define como un proceso pragmático interactivo que repercute en la toma de decisiones</li> <li>• Se deben tener en cuenta la percepción de los usuario, necesidades específicas, además de expectativas relacionadas al servicio.</li> <li>• 3 focos relevantes a la hora de conceptualizar un servicio desde las capacidades de la entidad, son: Estructural, capital humano y tecnología</li> <li>• Variables para tener en cuenta en el diseño de un servicio en salud: las demografías, los retos económicos, sistema de salud y contexto del país.</li> <li>• Se requiere una evaluación de usabilidad del servicio base, para identificar variables de eficiencia, eficacia y efectividad, basada en el uso.</li> <li>• Se identificaron 6 bases para el desarrollo de un servicio: Servicios centrados en humanos, naturaleza del diseño desde la creatividad e inclusividad, diseño como transformador, diseño desde la naturaleza experimental, diseño desde un nivel explicativo y el diseño como base para obtener un contexto holístico.</li> </ul>
Stakeholders y relacionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actores que se relacionan principalmente en el diseño de servicios de manera colaborativa: organizaciones de salud, comunidad, academia y sociedad.</li> <li>• Los actores de más relevancia en un servicio de salud dedicado al cuidado son: Pacientes, cuidadores, personal de salud y proveedores.</li> <li>• Necesidad de trato respetuoso y digno</li> <li>• Los usuarios líderes en procesos de co-creación determinan la creación o mutación de servicios en salud.</li> <li>• El comportamiento, disposición e interacción inicial son determinantes para una adecuada interacción en procesos de co-creación.</li> <li>• Se deben generar tipologías para la clasificación del servicio.</li> </ul>
Cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de procesos de co-creación con múltiples actores es determinante para la construcción de la cadena de valor teniendo en cuenta procesos individuales que afectan la prestación del servicio.</li> <li>• Cada uno de los actores clave deben tener al menos un representante para la configuración del flujo de procesos</li> <li>• En la cadena de valor se debe definir que representa una buena experiencia según los proveedores y los usuarios.</li> <li>• La toma de decisiones en conjunto con los usuarios respecto, aumenta la confianza de los pacientes en la conducta médica seguida.</li> <li>• Se debe valorar de manera simultánea la innovación del servicio y el modelo de negocio en pro de crear valor,</li> </ul>

Focos de excelencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los procesos de co-creación permiten la configuración de prácticas de referencia.</li> <li>• Capacidad de creación de capacidades, desarrollo de capacidades y confianza.</li> <li>• Variables que contribuyen a la excelencia de un servicio de salud: Seguridad y calidad.</li> <li>• Los niveles de excelencia en el servicio de salud se pueden evaluar en la efectividad del cuidado y tratamiento del paciente.</li> <li>• Toma de decisiones informada y con cambios incrementales cuando el servicio se está adaptando a nuevas demandas.</li> <li>• Diseño de servicios como transformador que se compromete con la mejora en la calidad del servicio.</li> <li>• Se busca mejorar fases relacionadas con la creatividad y modelamiento del servicio desde la conceptualización.</li> </ul>
Modelo de negocio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la construcción del modelo de negocio se requiere la interacción con los usuarios para la definición del servicio y la forma adecuada de prestarlo para satisfacer las necesidades.</li> <li>• Todos los actores de la cadena de valor son claves para la articulación de un flujo de procesos adecuado.</li> <li>• En los servicios de salud, el desarrollo de servicios complementarios robustece el portafolio de sub-servicios y si se desarrolla de manera controlada debe garantizar la adecuada prestación de cada uno.</li> </ul>
Herramientas o variables del trabajo colaborativo o la co-creación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de co-creación puede ser determinada por factores como: situaciones, disposición a colaborar y contexto del servicio.</li> <li>• Técnica de referencia: Co-diseño basado en experiencia (EBCD) y Co-diseño adaptado al servicio.</li> <li>• Métodos de diseño de servicios relevantes: Métodos de participación, diseño empático, uso de artefactos o prototipos, personas y avatares, laboratorios vivientes, enfoque de usuario líder, método de innovación basado en comunidad, entre otras.</li> <li>• El Service Blueprint como herramienta representativa en el diseño de servicios.</li> <li>• El pensamiento de diseño debe tenerse en cuenta como un direccionador para conocer directamente las necesidades de los usuarios.</li> <li>• Se debe generar un puente de comunicación a través de un lenguaje en común.</li> <li>• Se pueden implementar herramientas facilitadoras del proceso de creación como: internet de las cosas, análisis de Big Data y canales de comunicación digitales</li> <li>• Metodología de referencia: New Service Development, enfocada en la sintetización de procesos de diseño que contribuyen a la innovación</li> <li>• Los procesos de co-creación y trabajo colaborativo requieren de una fase previa de observación, que permite la adecuada identificación de oportunidades de mejora y variables sujetas a cambios.</li> </ul>

*Nota:* En caso de requerir más información y detalle de la literatura donde se identificaron las variables e insights, en el apéndice 3 se encuentra una tabla de referencia información detallada.

Mediante la revisión del pensamiento de diseño (Chew, 2016), innovación en servicios y su desarrollo simultaneo con el modelo de negocio para llegar a crear valor en el servicio (Chew, 2016), diseño de experiencias (Dietrich et al., 2017; Trischler et al., 2018), cadena de valor (Wani et al., 2021), enfoque experimental (Green et al., 2020) y diseño transformativo (Dietrich et al., 2017). En la literatura se identificaron enfoques claves para la conceptualización del diseño de

servicios en salud teniendo en cuenta procesos de co-creación y trabajo colaborativo para llegar a un adecuado proceso de Co-diseño (Borgstrom & Barclay, 2019; Green et al., 2020; Mukhtar et al., 2012; Wherton et al., 2015) con enfoque metodológico en “New Service Development” (Yu & Sangiorgi, 2018).

Los lineamientos para el diseño de servicios en salud tomaron relevancia en la configuración, pues enfocaron su propósito en satisfacer de manera directa las necesidades de los usuarios en el sector salud (S. Anderson et al., 2018). Se identificó que el diseño puede ahondar en factores que influyen la configuración del servicio, como: nivel de comunicación, herramientas para procesos, definición de requerimientos y selección de actores clave, repercutiendo el diseño holístico (Ryong, 2008).

En la revisión se encontró un alto nivel de favorabilidad a la implementación de co-creación durante las etapas iniciales del diseño. Aunque se usaban métodos y herramientas como: Uso de artefactos/prototipos/personas y avatares, laboratorios vivientes, enfoque de usuario líder, método de innovación basada en comunidad (Mukhtar et al., 2012), Service Blueprint (S. Anderson et al., 2018), encuestas, entrevistas o grupos focales (Dietrich et al., 2017); no está establecida una estrategia que dirija y facilite la toma de decisiones, respecto a los actores o la implementación de recursos específicos para generar resultados previsibles en función de beneficios. fijos

El diseño implementando co-creación, ha tenido aplicación en múltiples campos del conocimiento, por esta razón se revisaron artículos que tratan casos no relacionados con el sector salud, pues pueden influir toma de decisiones y tener referencia en tipos aplicaciones durante el trabajo colaborativo. Cabe resaltar que la literatura se enfocó en los procesos de desarrollo que apunta a innovación a través de co-creación, dándole relevancia a los actores que intervienen en el proceso y las interacciones de comunicación en equipos interdisciplinarios.

Durante la revisión se identificaron patrones claves para el mejoramiento continuo, confirmadas en el proceso de revisión complementaria. Esto permitió la identificación de tendencias en la industria y casos donde se evidencian avances significativos que pueden ser adaptados a diseño de servicios en salud.

**Tabla 11.** *Insights identificados en la Revisión Sistemática complementaria como referencia del diseño de servicios.*

Variable o elemento identificado	Variable o insight en el diseño de servicios
Diseño de servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La transferencia de conocimiento en la organización juega un papel relevante en el direccionamiento de las organizaciones y en el rediseño de un servicio.</li> <li>• En el diseño de servicios se definieron variables distintivas como: Análisis situacional, exploración, concepto, decisión para inversión, implementación, desarrollo y comercialización.</li> <li>• El diseño de servicios se concibe como un proceso multidisciplinario con articulación constante de capacidades según los requerimientos de la organización.</li> <li>• La costo-efectividad de un servicio es determinante para la implementación o no.</li> <li>• El levantamiento de requerimientos siempre se debe a ver basados en la experiencia y las necesidades de los usuarios.</li> <li>• Etapas del diseño de servicio para tener en cuenta: Diseño contextual, generación de ideas, evaluación de ideas, análisis de decisiones, discusión y plan de negocios.</li> </ul>
Stakeholders y relacionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben tener siempre en cuenta las consideraciones y políticas de la organización, con la finalidad de mitigar riesgos.</li> <li>• La articulación de actores permite la ejecución de diseño mediado por conocimiento en la experiencia.</li> <li>• La toma de decisiones implementando grupos de trabajo colaborativo permitió la emisión de juicios clave para el rediseño o mejora de un producto según nuevas necesidades o frustraciones.</li> <li>• La opinión de los actores clave es determinante para la captura de valor y la empatía con el artefacto a usarse.</li> <li>• El relacionamiento de Stakeholders con un pensamiento generalizado, permite que se tengan en cuenta variables relacionadas a la disposición y uso final del servicio o en casos de PSS el desecho de los elementos generados como soporte.</li> </ul>
Cadena de valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben articular las necesidades de los usuarios, la creación de valor y las necesidades empresariales (Costos, tiempos y calidad)</li> <li>• Las relaciones de co-creación relacionan organizaciones para mejorar su capacidad de desarrollo y genera sinergias “Business to Business”</li> <li>• La experiencia de usuario es clave para determinar la cadena de valor, en el proceso se identificaron contextos para tener en cuenta: Esfera digital, esfera física y esfera social, la interacción de estas determina la complejidad.</li> </ul>

Focos de excelencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de estrategias dinamizadoras permite un flujo de actividades constantes y con avances según los juicios emitidos por los usuarios líderes.</li> <li>• El proceso de seguimiento y digitalización de herramientas agilizadoras permite un control y predictibilidad de situaciones.</li> <li>• Capacidades clave en el diseño de servicios: Accesibilidad, facilidad, conectividad y calidad.</li> <li>• La Innovación en el contexto social, se enfoca en beneficiar directamente a la sociedad y los beneficios son aplicados a mejorar el contexto.</li> </ul>
Modelo de negocio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El análisis de Big Data permite generar predicciones de comportamiento y situación industrial basados en el comportamiento del mercado.</li> <li>• La sistematización de procesos y el seguimiento controlado permiten el análisis de resultados en la implementación de la estrategia de Product-Service System.</li> <li>• Mediante el modelo CANVAS se logró configurara un modelo aplicable al negocio llamado “Sevice Logic” que permite evaluar como proceso lógico, sirviendo para ejecutar procesos de co-creación de manera lógica y atiende necesidades propias de los usuarios.</li> </ul>
Herramientas o variables del trabajo colaborativo o la co-creación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La creación de taxonomías contribuye a la simplificación de toma de decisiones en procesos de diseño, especialmente si se están diseñando intangibles.</li> <li>• La gamificación como herramienta para construcción del servicio identificando necesidades desde el juego y la diversión. Aplicable en el diseño centrado en humanos.</li> <li>• La Servitización sirve para manejar nuevos recursos para mejorar la comunicación y crean desarrollos basados en las capacidades de la organización.</li> <li>• “Concurrent Think-aloud activities”, permite la emisión de juicios basado en preguntas activadoras y en el marco de un grupo de usuarios líderes, permitiendo el pensamiento colectivo y la evaluación de múltiples variables en comunidad.</li> <li>• Para la evaluación de servicios se pueden usar laboratorios, como: Laboratorios vivientes, laboratorios de innovación social, laboratorios de vivienda urbanos, laboratorios de transición urbana, laboratorios de innovación y laboratorios de transición humana.</li> </ul>

Los procesos de co-creación en las industrias, demuestran el interés genuino en hacer partícipes a sus consumidores en sus procesos de desarrollo, modificación y evolución de sus artefactos, considerando las opiniones de sus clientes como direccionador en la innovación. La opinión de los usuarios líderes, no solo determina los cambios a ejecutarse, sino que también influye la producción, proveedores, actores claves, prestadores de servicios, tipos de materias primas e inclusive los flujos de procesos. El proceso de RSL complementaria está detallado en el apéndice 4

### 1.10.6.3

### Elementos identificados en la RSL

#### Estudios relacionados con salud.

En la revisión sistemática de la literatura se evidenció la necesidad de que los actores intervengan de manera activa en la configuración de servicios, pues son ellos quienes se pueden ver

afectados o beneficiados por el cambio, permitiendo trabajo interdisciplinar aplicado a la toma de decisiones (Bakker et al., 2021). Entre los focos de desarrollo más relevantes se encontró la dignificación de los usuarios, especialmente en servicios relacionados con la salud, requiriendo de manera constante un aumento en la calidad del servicio y la atención efectiva (Borgstrom & Barclay, 2019).

La articulación de procesos de empatía con usuarios líderes permite la valoración de experiencias previas y permite generar requerimientos que contemplen las necesidades de seguridad, cuidado, tratamiento o rehabilitación (Dietrich et al., 2017; Wani et al., 2021). Los servicios de salud al contemplar usuarios clave en su proceso de diseño o rediseño han tenido una tendencia constante a la humanización de la atención y dignificación del paciente que atraviesa una enfermedad o un padecimiento (Borgstrom & Barclay, 2019; Padmaja & Seshadri, 2021).

En la R.S.L., los artículos que se enfocaba en mejorar la calidad, eficiencia o eficacia en servicios de salud para el paciente, pero no se evidenciaban servicios que apoyaban al personal sanitario. En consecuencia el back del servicio, no tiene mejoras constante o soluciones a problemáticas propias del quehacer médico, por ello se evidencia la necesidad de generar espacios de co-creación con estos actores para entender sus necesidades y brindarles soporte en su quehacer diario (S. Anderson et al., 2018; Patrício et al., 2020).

### **Estudios no relacionados con la salud**

En el marco de los procesos de innovación, los procesos de co-creación y la comunicación interdisciplinaria son claves para el desarrollo de servicios efectivos (Vink et al., 2021). Entre los lineamientos para la configuración de un servicio, se menciona la necesidad de crear un espacio significativo para que usuarios líderes contribuyan desde el conocimiento y experiencia (Mora et al., 2020) . Cada uno de los procesos de trabajo colaborativo permiten la identificación de variables que afectan la percepción de calidad y eficiencia (Hossain et al., 2017).

Con la finalidad de reconocer la necesidad de interacción, la implementación de estrategias para el trabajo colaborativo demanda herramientas que permitan procesos de análisis y síntesis en requerimiento, por esto herramientas para la interpretación de datos e información permiten la estructura de patrones y priorización de problemas a solucionar (Camera et al., 2020). En los casos donde se implementa co-creación de manera constante, la percepción de calidad y prestación oportuna del servicio aumenta considerablemente, pues se responde de manera directa a las necesidades o expectativas de los usuarios (Hossain et al., 2017).

Los procesos de co-creación permiten tomar decisiones respecto a las proyecciones de mejora, crecimiento o avance de una organización, delimitando el modelo de negocio en la demanda del mercado y la generación de ideas para la satisfacción de necesidades que van naciendo a consecuencia de los cambios sociales y contextuales en los que se enmarca el servicio (Stojanovic et al., 2010a).

#### ***1.10.7 Conclusiones del capítulo Identificar y comprender***

En el contexto del sector salud en Colombia, las especificidades de las entidades relacionadas con el sistema repercuten directamente en la implementación de un servicio de salud complementario, por este motivo se realizó una investigación exploratoria del contexto y cómo se lleva a cabo la distribución de fondos para pagos a los proveedores del servicio. Durante el proceso de revisión de variables se reconocieron como actor que acciona la compra a la Institución Prestadora de Servicios, siendo vigiladas por la Empresas Promotoras de Salud, por este motivo el diseño del servicio debe estar centrado en satisfacer las necesidades de las I.P.S.

En este apartado al identificar la I.P.S. como el ordenador del gasto, se estableció una relación con el médico especialista como actor clave, pues es este quien sería el ordenador del servicio y quien debe tomar las decisiones en el proceso de pre-planeación. Al tener en claro los actores determinantes para accionar el servicio, se debe tener un panorama generalizado del

ecosistema del servicio de salud para la configuración del flujo de procesos del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica.

### **1.11 Analizar y problematizar**

En este apartado, se identificaron procesos, estrategias, necesidades, oportunidades de mejora, requerimientos y parámetros que delimitaron la configuración del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica. Posterior al proceso de indagación, se sintetizó información en el marco de una taxonomía complementaria al diseño de servicios y el acercamiento a usuarios clave, que determinaron procesos para tener en cuenta durante la estructuración del artefacto.

De manera complementaria a la etapa de *“Identificar y comprender”*, se ejecutó una vigilancia competitiva junto con el análisis contextual mediante trabajo colaborativo con médicos especialistas. En el marco de la revisión sistemática y en función de sintetizar información para una debida toma de decisiones en el proceso de diseño, se generó una taxonomía que facilitó la selección de herramientas o estrategias.

#### ***1.11.1 Vigilancia competitiva.***

El proceso de vigilancia competitiva, se ejecutó con la finalidad de identificar posibles competidores, consumidores y posibles aliados en la implementación del servicio. La revisión se realizó tanto a nivel internacional como nacional. En el proceso, se revisaron y depuraron empresas teniendo en cuenta: el tipo de industrial, dedicación y artefacto que venden, pues con esta clasificación se determinó el nivel de interés en el consumo del servicio que se estaba diseñando.

El proceso de vigilancia competitiva permitió el análisis del mercado, teniendo referencia de las variaciones o patrones de desarrollo que abastece el sector salud. Durante esta vigilancia se monitorearon cambios en el consumo de bienes y servicios relacionados con la salud, tipo de empresas u organizaciones del sector y cuáles son los artefactos desarrollados para la salud.

### ***1.11.2 Vigilancia competitiva a nivel internacional.***

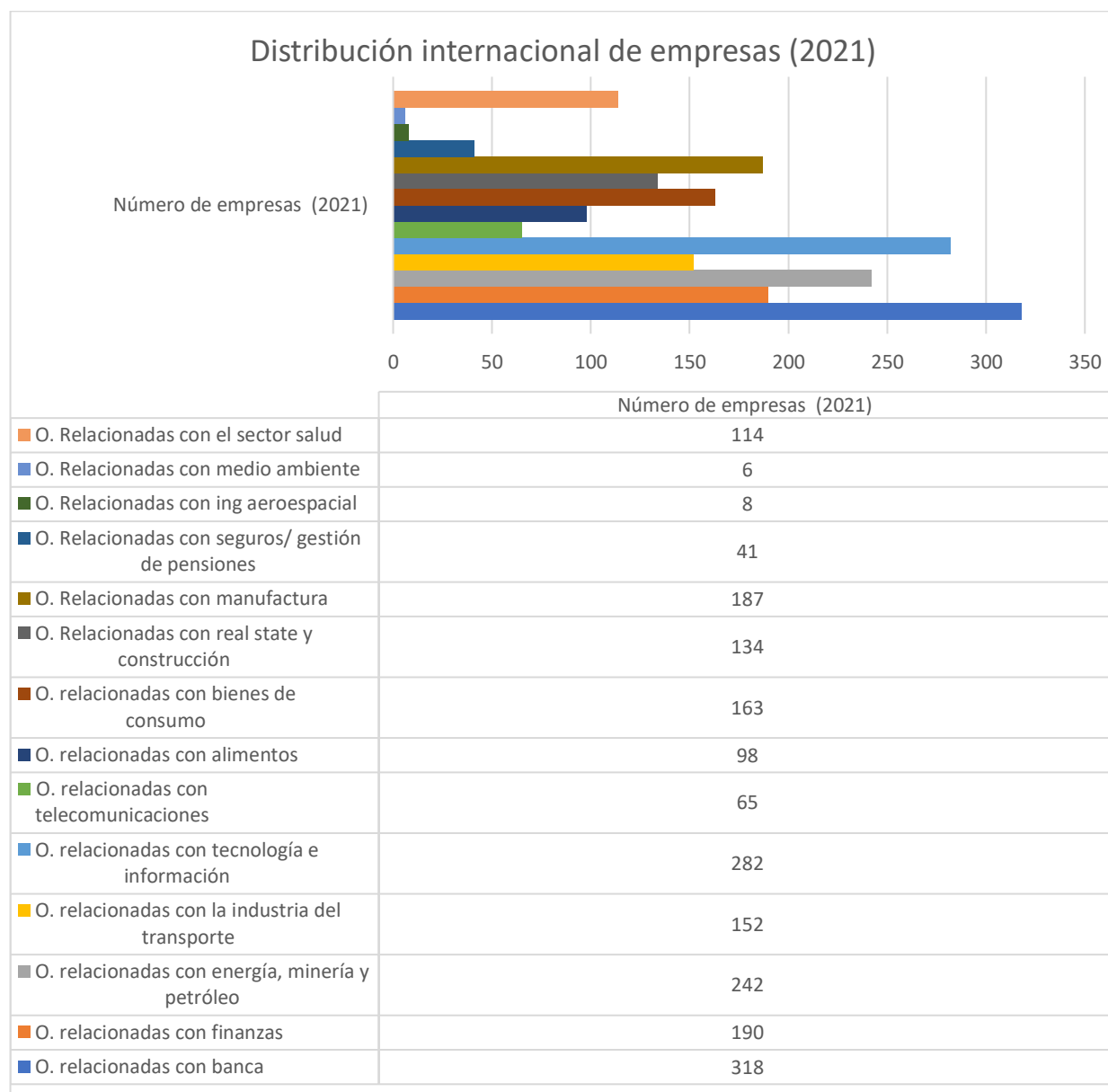
En el mundo, el mercado y la economía son un conjunto de actividades que permiten realizar intercambios en función de obtener un beneficio (Katoozian & Zanjani, 2022). En la actualidad, los mercados han sufrido cambios abruptos por a situaciones mundiales como lo fue la pandemia por Covid-19, teniendo así modificaciones en los procesos productivos, enfoques de desarrollo y movimientos transaccionales para avance o supervivencia de la sociedad (Saidani et al., 2021; Semolic & Pieter, 2018).

El mapeo del mercado permitió la identificación de cambios abruptos, especialmente los relacionados con el sector salud (Radanliev et al., 2020; Saidani et al., 2021). Posterior al año 2020 se han generado cambios significativos en los modelos económicos y el interés de inversión para mejorar la salud de la población mundial mediante condiciones, dispositivos médicos y sistemas para una adecuada atención (Saidani et al., 2021).

El proceso de revisión a nivel internacional, se llevó a cabo mediante el análisis de organizaciones que se publica anualmente en la revista Forbes y que se titula “*Forbes Global 2000, Las ventas y ganancias de las empresas más grandes del mundo*”, donde se consignan año a año las empresas más productivas a nivel mundial. El análisis de organizaciones se realizó de manera detallada, revisando cada una de las empresas según su mercado específico, producto o servicio, que posteriormente se clasificaron y depuraron en relación con el sector salud.

En los siguientes gráficos se visualizaron las industrias en los años 2021 y 2022, que más destacan a nivel internacional, además de la cantidad de empresas ligadas a ciertas actividades comerciales y cuáles son los focos de desarrollo industrial que ha tenido la sociedad. Se presentaron los resultados de las empresas en los años 2021 y 2022, siendo esta la ventana de tiempo posterior a la crisis vivida en el 2020.

**Figura 19.** Distribución industrial y clasificación de empresas según su sector productivo 2021.

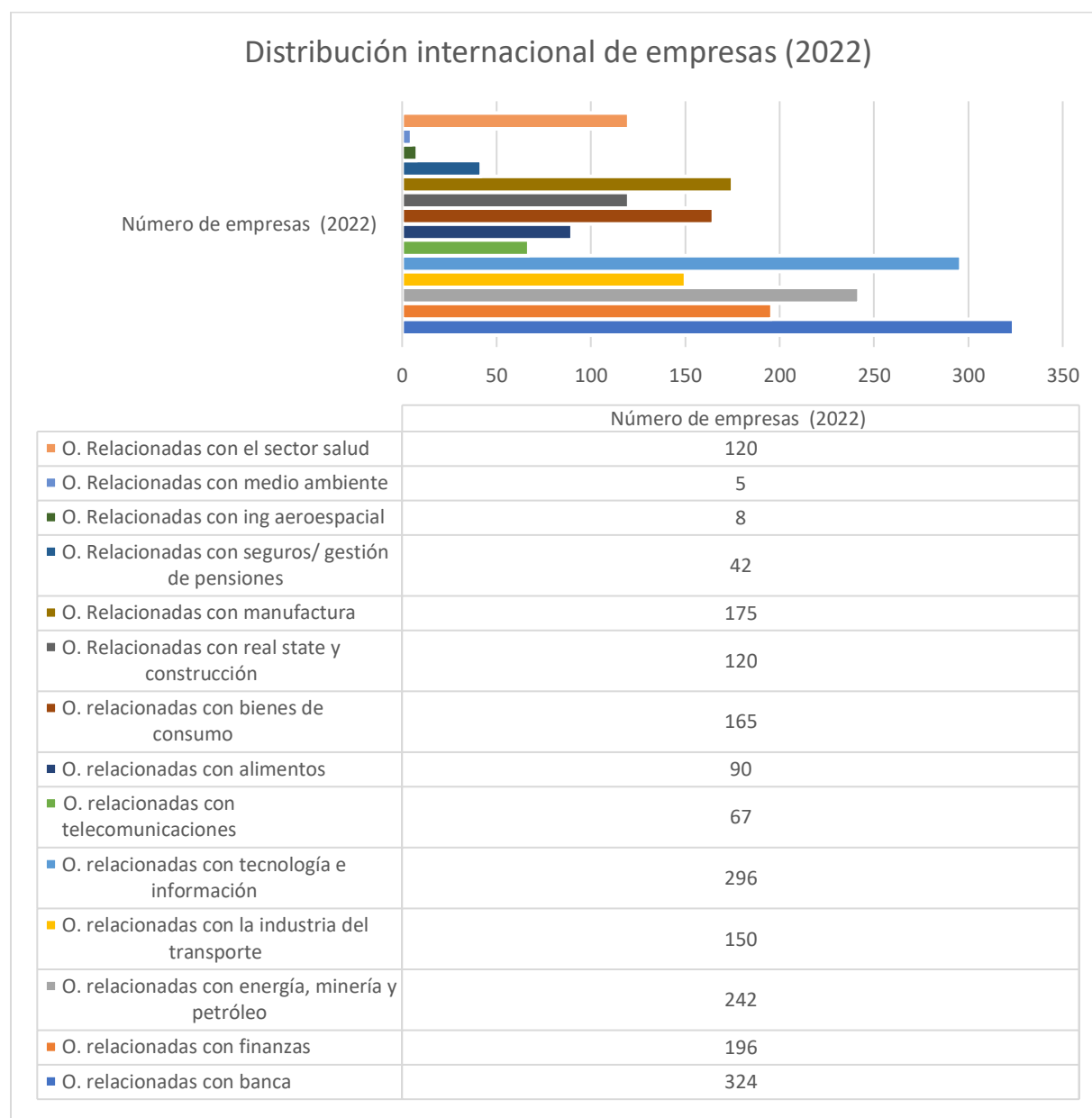


*Nota:* Datos tomados de <https://www.forbes.com/lists/global2000/?sh=508347e45ac0>

En el análisis se revisó de manera complementaria los datos del 2022 entre las organizaciones que más destacan a nivel internacional, teniendo con mayor posicionamiento las empresas relacionadas con banca, finanzas, minería y petróleo junto con tecnología. En este año las empresas tuvieron una redistribución en el crecimiento, donde el sector salud logró ingresar 6

empresas a la lista y afianzar de las que ya se encontraban consignadas, especialmente las relacionadas con tratamientos médicos y medicinas preventivas como lo son las vacunas.

**Figura 20.** *Distribución industrial y clasificación de empresas según su sector productivo 2022.*



*Nota:* Datos tomados de <https://www.forbes.com/lists/global2000/?sh=508347e45ac0>

Estos cambios y movimientos incrementales del sector salud, se han debido a los cambios de paradigmas que trajo como consecuencia la pandemia relacionada al Covid-19, donde las industrias y las personas le han dado mayor relevancia al cuidado de la salud junto con la prevención

de eventos catastróficos como el vivido en el 2020 (R. M. Anderson et al., 2020). Este cambio no solo ha afectado la vida de las personas sino también a la economía, afectando el consumo y donde la inversión ha variado en función de la crisis mundial que se está sobrellevando (Saidani et al., 2021). De manera complementaria al análisis se realizó un gráfico donde se compara la distribución de las industrias entre los dos años, observándose los cambios que se presentaron entre esos dos años respecto a las empresas y su distribución entre la lista de las 2000 empresas más productivas a nivel mundial.

**Figura 21.** Comparación de organizaciones entre los años 2021 y 2022 para análisis de tendencias.



En este gráfico se evidencian caídas en las industrias alimentarias, sector de la construcción, con aumentos considerables en las industrias financieras, tecnológicas, y del sector salud siguiendo

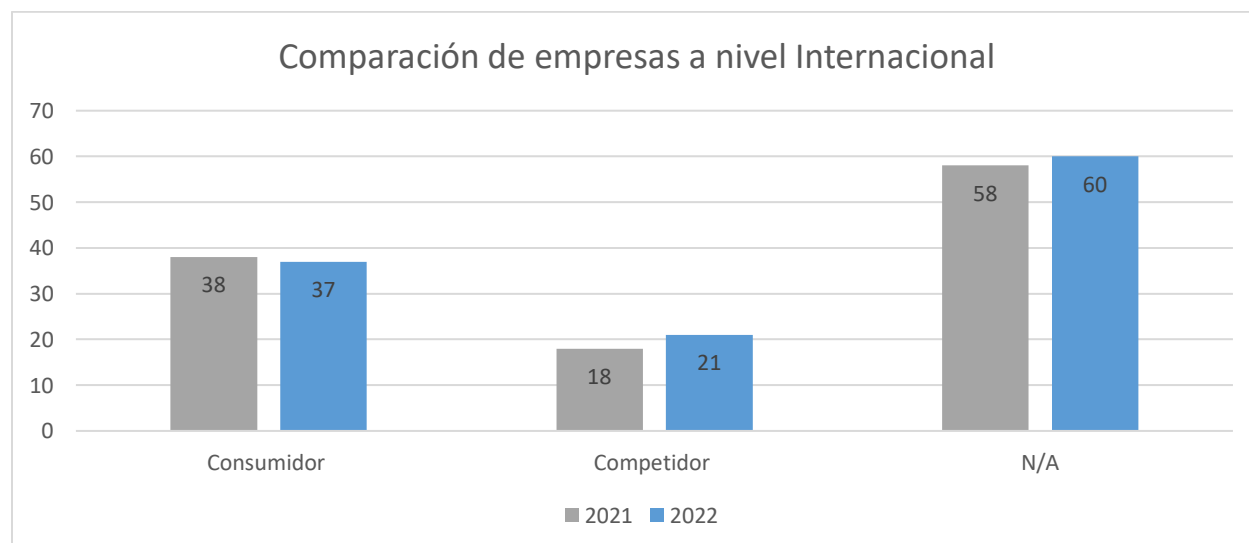
tendencias globales de la economía y la recesión generalizada como consecuencia de la pandemia. En este proceso de indagación se revisaron las actividades económicas de las empresas que se identificaron en el sector salud y se categorizaron según su actividad económica, revisando si estas se comportaran a gran escala como competidores o consumidores del servicio de pre-planeación quirúrgica.

**Figura 22.** Imagen de referencia del proceso de análisis de empresas en el sector salud.

Name	Country	Categoría de empresa	Competencia/ consumidor/NA
21 <a href="#">UnitedHealth Group</a>	United States	Aseguradora/ cuidado del paciente	Consumidor
24 <a href="#">Allianz</a>	Germany	Aseguradora	Consumidor
34 <a href="#">Johnson &amp; Johnson</a>	United States	Dispositivos médicos (paciente)	Competencia
37 <a href="#">CVS Health</a>	United States	Aseguradora/ cuidado del paciente	Consumidor
49 <a href="#">China Life Insurance</a>	China	Aseguradora	Consumidor
53 <a href="#">Cigna</a>	United States	Aseguradora/ cuidado del paciente	Consumidor
54 <a href="#">AXA Group</a>	France	Aseguradora/ cuidado del paciente	Consumidor
55 <a href="#">AIA Group</a>	Hong Kong	Aseguradora/ cuidado del paciente	Consumidor
58 <a href="#">Pfizer</a>	United States	Medicamentos/ insumos	NA
65 <a href="#">Novartis</a>	Switzerland	Medicamentos/ insumos	NA
68 <a href="#">Siemens</a>	Germany	Dispositivos médicos periféricos	NA
72 <a href="#">Sanofi</a>	France	Medicamentos/ insumos	NA
74 <a href="#">AbbVie</a>	United States	Medicamentos/ insumos	NA
75 <a href="#">Zurich</a>	Switzerland	Medicamentos/ insumos	NA

Posterior a este proceso de revisión se generó un gráfico comparativo entre el 2021 y el 2022 para visualizar el comportamiento del mercado y cuál sería la tendencia en el caso hipotético de que el servicio se implementara y se pudiese exportar.

**Figura 23.** Síntesis de codificación de empresas del sector salud a nivel internacional.



Los consumidores son empresas relacionadas aseguradoras, hospitales o clínicas, los competidores fueron clasificados como empresas que desarrollan dispositivos médicos y suplen la demanda nivel internacional. Las empresas que no clasificaron en este proceso de revisión, no cumplían con ninguno de los criterios anteriores y generalmente se dedicaban al desarrollo de tecnología o insumos como medicamentos o vacunas.

En la revisión entre las 2000 organizaciones, se evidenció potencial para procesos de consumo de dispositivos médicos de soporte, por parte de organizaciones que se dediquen al cuidado de las personas y médicos que ejecutan procedimientos de manera directa. Posterior a la crisis por Covid-19, el mercado en salud ha ido en incremento respecto a desarrollos generados en función de mejorar o garantizar la salud de las personas.

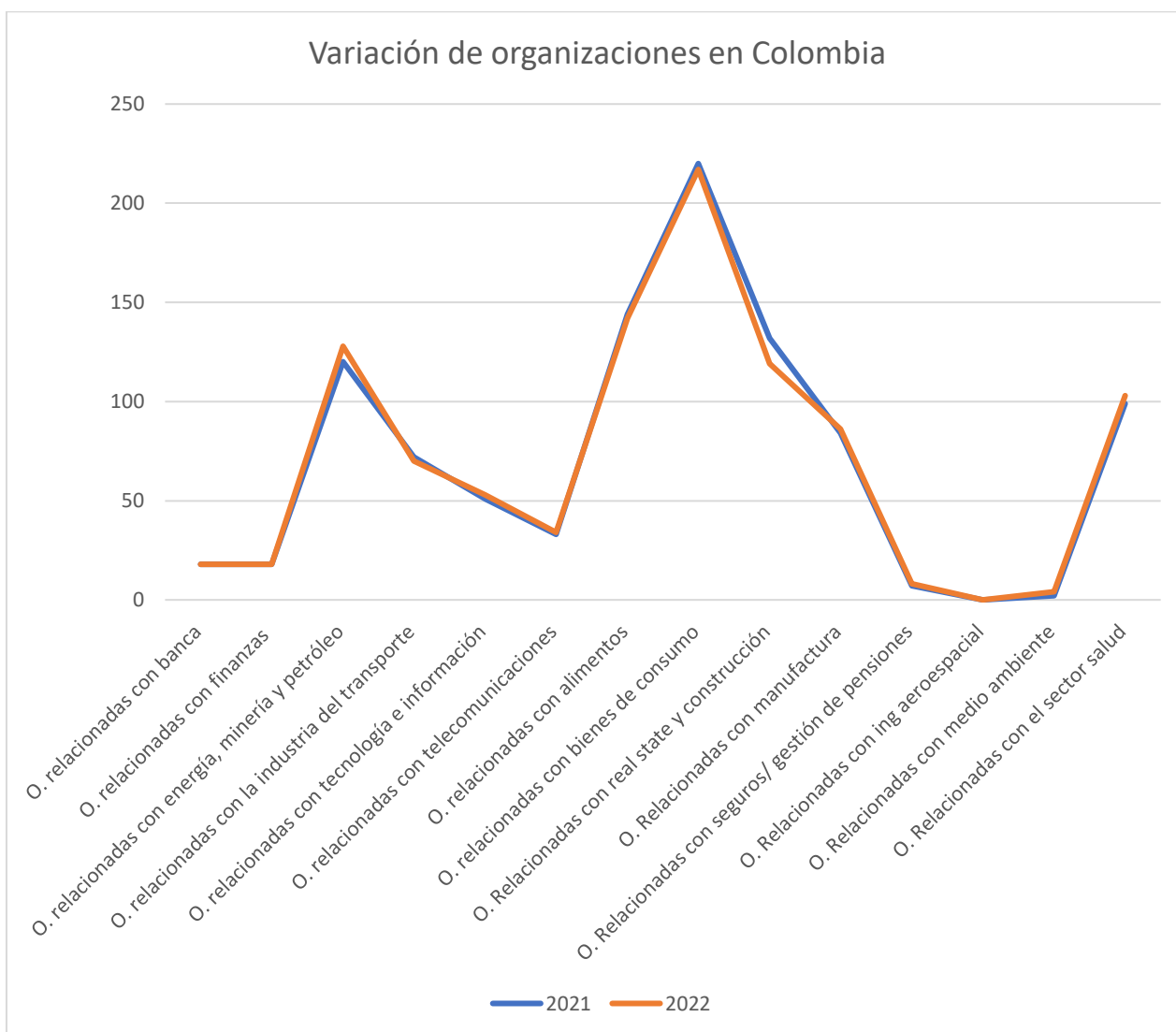
En el siguiente apartado se realizó un análisis del sector salud en el contexto colombiano mediante revisión de organizaciones, teniendo en cuenta el mercado nacional y el contexto reglamentario para generar servicios complementarios.

### ***1.11.3 Vigilancia competitiva a nivel nacional.***

En Colombia, como se había explorado en el apartado anterior se cuenta con un sistema de salud completamente definido, teniendo así un contexto estructurado en función de garantizar la salud de los ciudadanos (Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, 2023). En este análisis se revisaron 1000 empresas más productivas del país, obteniendo datos oficiales del gobierno nacional, donde se identificaron las organizaciones relacionadas con el sector salud y se clasificaron en función de los servicios o desarrollos que generan cada una de ellas (Sistema Integrado de Información Societaria, 2023).

En el proceso de identificar el mercado, se reconocieron industrias altamente productivas, destacando sectores como el relacionado con la energía y la explotación energética, la generación y procesamiento de alimentos, desarrollo de bienes de consumo y en aumento el sector salud.

**Figura 24.** Comparación entre sectores industriales en Colombia.



*Nota: Comparación de depuración entre empresas más productivas entre los años 2021 y 2022.*

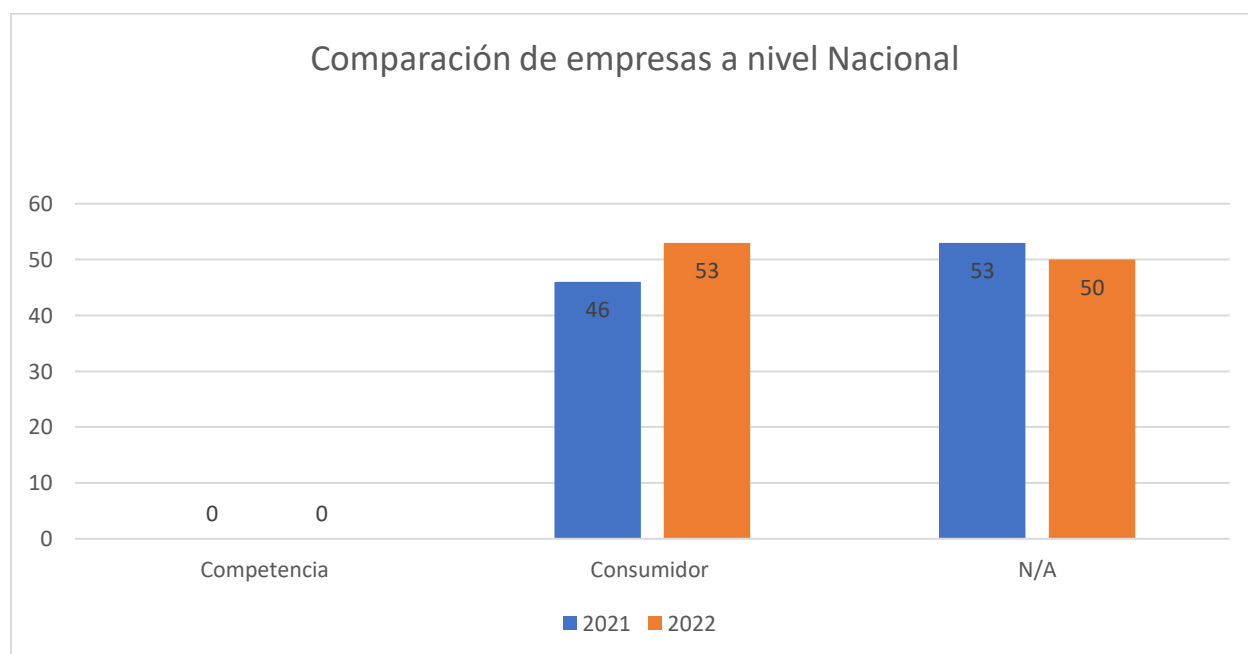
#### Datos de información societaria.

A nivel internacional, Colombia ha ido aumentando su oferta de servicios en salud gracias al turismo médico, pues diversas instituciones cuentan con infraestructura y personal de alta calidad que permiten la atención de pacientes provenientes de diversas partes del mundo (López Rodríguez et al., 2023). En función de la demanda, las instituciones han construido capacidades que permiten la atención de necesidades tanto a pacientes locales como a pacientes internacionales.

En este proceso de revisión se identificó la pertinencia de continuar apostando por el desarrollo de servicios complementarios que mejoren la práctica médica y el sistema, focalizándose en brindar una atención con alta calidad a cada uno de sus usuarios.

En concordancia con el análisis contextual que se llevó a cabo, se clasificaron las organizaciones según el tipo de desarrollos y procesos que ejecuta en el sistema de salud nacional, permitiendo la identificación de competidores, consumidores o que no clasifican respecto a la misión del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica. El proceso de revisión se realizó entre los años 2021 y 2022, donde se comparó al comportamiento del mercados colombiano de la empresa según sus movimientos económicos.

**Figura 25.** *Síntesis de codificación de empresas del sector salud a nivel nacional.*



En Colombia, entre las 1000 empresas más productivas del país en el sector salud, se identifican especialmente como consumidores a Instituciones prestadoras de servicios de salud y entidades promotoras de Salud, las otras empresas desatacadas se concentran en la manufactura de medicamentos nacionales.

En este análisis se observó un mercado centralizado en el servicio, dado el aumento en pacientes/consumidores y la demanda del mercado (Duque Roldán et al., 2009; López Rodríguez et al., 2023).

Entre los datos y el tipo de empresas, no se encuentran relacionadas en la lista de las empresas más productivas a organizaciones que produzcan dispositivos médicos y mucho menos que contribuyan al soporte quirúrgico, por esto se evidencia la oportunidad de contribuir al sector con este tipo de investigaciones. Como aclaración, se ha avanzado en el desarrollo de dispositivos médicos nacionales, contando con empresas como Mediimplantes S.A., Quirúrgicos especializado S.A.S y Líneas Hospitalarias S.A.S., que destacan en el desarrollo de dispositivos médicos, pues presentan un avance constante con alta proyección a posicionamiento en liderazgo de la oferta.

En consecuencia a este diagnóstico nacional, se evidenció la necesidad de articular los procesos de desarrollo de dispositivos médicos a servicios complementarios, permitiendo así una sinergia en pro de desarrollo mediante capacidades de un externo. A nivel nacional las Instituciones Prestadoras de Servicios demandan dispositivos que contribuyan al quehacer médico, por este motivo se evaluó el mercado respecto a los posibles ordenadores del servicio complementario.

En el análisis de organizaciones, identificaron 53 empresas que son clave en el sector salud colombiano y pueden ser consumidores directos del servicio de pre-planeación quirúrgica que se plantea en este proyecto de investigación. En la siguiente tabla se sintetiza la información de I.P.S. que pueden ser ordenadores directos al estar ubicados en Bucaramanga, pero en el apéndice 5 se puede consultar el análisis general del sector.

**Tabla 12.** Posibles consumidores del servicio complementario de pre-planeación quirúrgica.

No.	RAZON SOCIAL	Consumidor	Evaluador del gasto	Ordenador del gasto	Ordenador del dispositivo médico	¿Ubicados en Santander?
320	FUNDACION OFTALMOLOGICA DE SANTANDER - FOSCAL	1		X	X	X
423	FUNDACION CARDIOVASCULAR DE COLOMBIA	1		X	X	X

854	LOS COMUNEROS HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BUCARAMANGA	1		x	x	x
902	EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER	1		x	x	x
	total consumidores locales	4				

Con dos de las instituciones identificadas a nivel regional, la escuela de Diseño Industrial ha trabajado de manera colaborativa (Hospital Universitario de Santander- HUS y Fundación Cardiovascular de Colombia- FCV), por esta razón se contemplaron para realizar procesos de evaluación del servicio junto con el flujo de procesos planteado en el marco de este proyecto.

#### ***1.11.4 Procesos de entrevistas a médicos especialistas***

En esta etapa inicial de recolección de información, los procesos relacionados con empatizar toman gran relevancia, por esto herramientas como las entrevistas semi y estructuradas. Este tipo de herramientas le permiten al diseñador de servicios tener un acercamiento directo con los usuarios y realizar el reconocimiento contextual en el que el servicio estaría enmarcado. Las entrevistas ejecutadas en esta etapa de “analizar y problematizar” ayudan a la identificación de necesidades, problemas y expectativas que pueden poseer diferentes médicos especialistas en procesos prequirúrgicos.

Las entrevistas permitieron evidenciar metas y objetivos a cumplirse desde la práctica médica y cómo el servicio podría brindar un soporte certero en la toma de decisiones que realizan los médicos en el análisis prequirúrgico. En el proceso se entrevistaron 5 médicos relacionados con la ejecución y acompañamiento en procedimientos quirúrgicos, donde identificaron situaciones contextuales o dificultades que se presentan actualmente en la práctica quirúrgica.

Con cada médico se realizaron preguntas activadoras que les permitieron narrar sus experiencias y delimitaron la entrevista en función de obtener información clave para el diseño del servicio. En concordancia con los lineamientos del comité de ética, las entrevistas se anonimizaron y se ejecutaron en total confidencialidad, brindando un espacio seguro para que los galenos contaran sus experiencias y se sintieran seguros durante el proceso de interacción.

En la entrevista se solicitó que los médicos comentaran su experiencia de pre-planeación y cómo ellos considerarían que un servicio complementario les contribuiría en la acertada toma de decisiones. En el siguiente cuadro se realizó una síntesis de los problemas, necesidades y expectativas que los profesionales de la salud relacionados en la cirugía identificaron como posibles oportunidades de mejora y donde verían cabida la implementación de un servicio de pre-planeación quirúrgica (Más información en el apéndice 6)

**Tabla 13.** Elementos clave identificados en las entrevistas del personal médico.

Título profesional	Información identificada
Cirujana Cardiovascular pediátrica	<p><b>Edad:</b> 42 años  <b>Tiempo de experiencia:</b> 20 años de experiencia  <b>I.P.S. donde labora:</b> Fundación Cardiovascular de Colombia</p> <hr/> <p><b>Contexto de la entrevista:</b>            En función de la dificultad de los casos que poseen los cirujanos cardiovasculares, se identificó la oportunidad de apoyar este tipo de cirugías en la etapa prequirúrgica, especialmente en casos infantiles donde la anatomía es más pequeña y los casos poseen alta complejidad por los condicionantes anatómicos.</p> <p><b>Elementos identificados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La cirujana comentó que los casos que manejaba de manera constante eran de alta complejidad, teniendo en su mayoría pacientes con condiciones genéticas, congénitas y hereditarias expresadas antes de los 18 años.</li> <li>• En la planeación quirúrgica, se evidencia un clave relacionamiento con el área de radiología para verificación de anatomía, procesos de estudio y verificación del caso en la literatura para corroborar el abordaje quirúrgico.</li> <li>• En casos donde la claridad anatómica es compleja de identificarse en su totalidad, se realizan procedimientos para estabilizar el paciente y tener un panorama más certero respecto a la conducta médica.</li> <li>• El entendimiento del equipo es clave para mejorar la sinergia en el quirófano.</li> <li>• En las interacciones con los padres de los pacientes, la explicación de las intervenciones y los procedimientos es muy complicada y requiere de mucho tiempo.</li> <li>• Los dispositivos médicos de soporte para la toma de decisiones no son comunes y los niveles de incertidumbre son altos en este tipo de cirugías.</li> </ul>
Médico general de soporte quirúrgico	<p><b>Edad:</b> 26 años  <b>Tiempo de experiencia:</b> 4 años y medio de experiencia  <b>I.P.S. donde labora:</b> Clínica Infantil de Colsubsidio</p> <hr/> <p><b>Contexto de la entrevista:</b>            Durante los procesos de entrevistas previos, las cirujanas mencionaron de forma constante que ellos como médicos especialistas cuentan con el soporte de un médico general que apoya los procesos y tratamientos que el médico especialista delimita para la rehabilitación del paciente. El médico general no es quien toma de decisiones pero si acompaña el procedimiento quirúrgico.</p> <p><b>Elementos identificados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los médicos generales apoyan el proceso de toma de decisiones que lleva a cabo el médico especialista. Ellos son los encargados de realizar el primer diagnóstico y en muchos casos de realizar el seguimiento continuo a los pacientes.</li> </ul>

- En casos donde el médico requiere apoyo en el quirófano por no contar con estudiantes de especialidad o asistentes de cirugía, el especialista invita al médico a asistirlo en el procedimiento.
- Entre los procedimientos más complejos, la planeación quirúrgica debe contener diversos exámenes médicos que contribuyan a la toma de decisiones de manera integral y seguimiento de estos los ejecuta el médico general.
- En procedimientos donde las técnicas quirúrgicas son los focos de atención, la implementación de recursos complementarios es casi nula, pues los procedimientos son repetitivos y solo dependen de la pericia en técnica que posea el cirujano.
- Los dispositivos médicos complementarios son una oportunidad para planear de manera más asertiva patologías o traumas de alta complejidad.
- La sinergia junto con la confianza entre el especialista y el médico radiólogo es clave para confiar o no en la lectura de las imágenes diagnósticas.

**Edad:** 38 años

**Tiempo de experiencia:** 14 años de experiencia

**I.P.S. donde labora:** Fundación Cardiovascular de Colombia

**Contexto de la entrevista:**

Con procesos previos en el desarrollo de dispositivos médicos en la pre-planeación quirúrgica, se identificó al médico especialista en radiología junto con el técnico como actores clave durante el flujo de trabajo. En función de indagar el proceso realizado por la médica especialista, y se ejecutó la entrevista.

**Elementos identificados:**

- La remisión para imágenes diagnósticas la solicita el especialista encargado.
- La toma de imágenes diagnósticas está condicionada por las capacidades y la condición médica del paciente.
- Al ser limitado el tipo de exámenes médicos a los que estos niños pueden ser sometidos, se debe realizar un cálculo de exposición a radiación durante la toma de CT's, requiriendo de un tiempo menor con la finalidad de minimizar las consecuencias negativas derivado de la toma de este tipo de imágenes diagnósticas.
- Las apreciaciones y descripciones de los médicos especialistas en radiología son claves para la toma de decisiones de los médicos tratantes del caso, pues son los encargados de determinar a través del tejido las condiciones, anomalías y fallas que sean observables a través de las imágenes diagnósticas.
- Es clave resaltar que entre más pequeño sea el paciente, es mucho más complicado el proceso de análisis de las condiciones anatómicas y fisiológicas por las condiciones físicas.

**Edad:** 42 años

**Tiempo de experiencia:** 18 años

**I.P.S. donde labora:** Fundación Cardiovascular de Colombia/ Hospital Universitario de Santander

**Elementos identificados:**

- En cirugía electiva para cirugía general, se remite al paciente por parte de un médico general con sospecha diagnóstica o un colega de otra especialidad que requiere soporte en alguna intervención, especialmente cuando se poseen dos patologías al mismo tiempo.
- La doctora menciona que casos comunes donde ella opera, solo se solicitan exámenes complementarios que mediante valoración por el especialista pueden confirmar o negar la sospecha diagnóstica.
- Las imágenes diagnósticas son complementarias y deben ser solicitadas acorde a las necesidades del caso.
- Casos donde se puede implementar el planeamiento quirúrgico virtual estarían relacionados al cierre del paciente cuando la pared abdominal no se encuentra en tono adecuado. Este tipo de elementos reduciría el cálculo subjetivo de los índices y se generaría una técnica precisa para la toma de decisiones.

---

**Edad:** 32 años

**Tiempo de experiencia:** 6 años

**I.P.S. donde labora:** Clínica Chicamocha

---

**Contexto de la entrevista:**

En la fase inicial y en función de complementar el proceso de identificación de especialidades quirúrgicas donde se pudiese implementar el servicio de pre-planeación quirúrgica se evaluó la cirugía Maxilofacial.

**Cirujano Maxilofacial**

**Elementos identificados:**

- El cirujano comentó que le ve mucho potencial a este tipo de desarrollos para casos de alta complejidad, donde se deben hacer correcciones de mordida complejas, corrección de crecimiento y procedimientos para lograr un adecuado posicionamiento del sistema masticatorio.
  - Los dispositivos de soporte en toma de decisiones servirían para comunicarse entre especialidades quirúrgicas, especialmente cuando se realizan trabajos colaborativos con el área de cirugía plástica.
  - Se evidencia la posibilidad de implementar este tipo de dispositivos a planeaciones complejas donde se comprometan complejos nerviosos, glándulas o irrigación sanguínea en zonas sensibles.
  - Los modelos para planeación permiten evaluar variables, cuando se requiere ortodoncia complementaria para ejecutar el procedimiento completo.
  - El especialista identificó como clave estos dispositivos para planear cirugías complejas de trauma, extracción de tumores, reconstrucciones bucales y para toma de decisiones en tratamientos oncológicos.
- 

En cada una de las entrevistas, los profesionales emitieron juicios respecto a las posibilidades de uso de los dispositivos de soporte y el acompañamiento en el desarrollo de estos como un servicio complementario. Es clave resaltar que los cirujanos en el proceso de interacción durante las entrevistas, encontraron muy interesantes este tipo de dispositivos médicos como soporte en el proceso de pre-planeación quirúrgica en casos de alta complejidad.

Este tipo de servicios donde se complementa la toma de decisiones que realizan los médicos especialistas en planeaciones de alta complejidad, permitirá puedan tomar decisiones evaluando la mayor cantidad de variables y ejecuten el procedimiento que mejor se ajuste para rehabilitar a sus pacientes. Entre los médicos y cirujanos vinculados en este ejercicio de indagación y empatía, se evidenció gran interés por participar en el desarrollo de este proyecto de investigación y aumentar los desarrollos complementarios que permitan mejorar las prácticas de planeación.

En servicios donde el diseñador no posee el conocimiento general del tema a tratar, es clave el establecimiento de un lenguaje común que permita interacciones asertivas, tanto en el diseño del

servicio como en las fases de testeo. Durante el proceso de entrevista, la etapa de empatía requirió de clarificación en términos, explicación de técnicas quirúrgicas y procedimientos donde el personal médico veía potencial de aplicación, por este motivo se estableció una tabla de requerimientos basados en la experiencia del usuario.

### ***1.11.5 Requerimientos para el Diseño de Servicios.***

El establecimiento de requerimientos en el “Diseño de Servicios” se realiza, teniendo en cuenta los diversos contextos, actores y situaciones donde el artefacto sería posiblemente implementado. Posterior a la etapa de “Identificar y comprender” junto con la finalización de la etapa de “Analizar y problematizar”, se compila tanto información teórica como la identificada en el diagnóstico de necesidades, problemas y oportunidades para establecer los requerimientos que serán parte de los procesos de evaluación.

Los KPI’s (Key performance Indicators) que se han ido trabajando en el grupo de investigación y que fueron definidos por proyectos de investigación anteriores, especialmente los relacionados con procesos de manufactura aditiva para la fabricación de dispositivos médicos (Garnica et al., 2020) . Los KPI’s anteriormente mencionados fueron modificados y depurados en función del diseño de servicios, pues la medición de indicadores variaba respecto a los procesos productivos en los que se enmarcaron, la configuración del artefacto final y el flujo de procesos a diseñarse para el servicio de pre-planeación quirúrgica.

En el siguiente cuadro se explicaron los indicadores de desempeño (KPI’s), las categorías a las que se encuentran relacionadas y el tipo de medición que se ejecutó en el proyecto para la configuración del servicio de pre-planeación quirúrgica.

**Tabla 14.** *Indicadores rendimientos relacionados con el establecimiento de requerimientos.*

Categoría	KPI	Descripción	Medición
Tiempos	1	Tiempo de tratamiento del paciente sin servicio de pre-planeación quirúrgica	Tiempos implementados por el médico especialista para solucionar casos que requieren pre-planeación quirúrgica.

	2	Tiempo de desarrollo del caso	Tiempo desde la solicitud del servicio hasta la entrega final del proceso de pre-planeación quirúrgica
	3	Tiempo improductivo	Tiempos perdidos o muertos en el proceso
	4	Tiempo estimado de desarrollo	Tiempos previstos para el desarrollo
	5	Tiempo implementado en cada etapa del proceso de diseño	Tiempos implementados en cada etapa del proceso de diseño
Costos	7	Costo del servicio completo de pre-planeación	Costo para venta del servicio de pre-planeación quirúrgica
	8	Costo de procesos de pre-planeación virtual 3D	Costo de procesos de pre-planeación implementando herramientas de reconstrucción 3D
	9	Costos de producción de dispositivos médicos de apoyo	Costo de los procesos de manufactura en casos donde se requieran dispositivos médicos físicos.
	10	Costos de mano de obra durante el proceso de diseño	Costos y valores tanto en especie como en efectivo de los profesionales que intervendrían en el proceso de diseño
Calidad	11	Cambios solicitados	Cantidad de cambios que solicita el especialista para llegar a un resultado final. Comunicación entre los actores en el proceso de desarrollo.
	12	Satisfacción del cirujano	Nivel de satisfacción expresado por el cirujano cuando obtiene los resultados finales

En función de dar cumplimiento a los objetivos del proyecto y de diseñar el servicio de pre-planeación quirúrgica, se configuraron los requerimientos adaptados a la indagación y relacionamiento con el personal médico. Se tuvieron en cuenta las necesidades, problemas y expectativas que expresaron las personas, el contexto general del sistema de salud y la oportunidad de contribuir a la mejora de los procesos para la toma de decisiones en el sector salud.

Con la finalidad de medir objetivamente los procesos de diseño de este proyecto de investigación, para cada requerimiento se estableció el KPI relacionado de manera directa, permitiendo evaluar el proceso de diseño que se estaba ejecutando. En la siguiente tabla se relaciona la categoría, el requerimiento y el KPI para medición durante el diseño del servicio.

**Tabla 15.** *Relación de KPI's con los requerimientos establecidos.*

Relación con el servicio	KPI	Categoría	Requerimiento
Front	12	Calidad	Se requiere que en los procesos de empatía con el usuario, se indiquen las necesidades del especialista respecto al caso, el tipo de dispositivos médicos que se implementarían de forma complementaria y como este contribuiría a la toma de decisiones en el proceso prequirúrgico. Es clave establecer lineamientos para tratar con casos estándar y con casos experimentales, según sea la patología del paciente a tratar

Front	11 Y 4	Calidad y tiempo	Se debe evaluar la pertinencia del caso para ejecutar el servicio de planeación quirúrgica en función de los recursos, procesos y capacidades necesarios para la ejecución. Es clave que durante el proceso de diseño y desarrollo de los dispositivos complementarios, se establezca un límite de cambios en función de los requerimientos específicos del caso y como consecuencia los tiempos aproximados para la entrega final de resultados.
Front	12 Y 10	Calidad y costos	En función de establecer una adecuada comunicación, el diseñador que se encuentre interactuando de manera directa con el especialista posea conocimiento del lenguaje técnico y posterior a las primera reunión de empatía para reconocimiento del caso logre comprender el vocabulario.
Línea de interacción	1	Tiempo	Con la finalidad de llevar a cabo un proceso comparativo, durante los relacionamientos de empatía es muy importante indagar sobre tiempos, tipo y dispositivos implementados en la planeación de casos similares.
Línea de Interacción	12	Calidad	En el proceso de finalización del servicio, se debe realizar una valoración de satisfacción para tener referencia de cada uno de los servicios prestados y ejecutar de manera constante procesos de mejora continua.
Back	7, 8, 9 Y 10	Costos	En función de establecer valores para el proceso de pre-planeación quirúrgica en este proyecto de investigación es de suma importancia la definición de costos intrínsecos a los procesos de diseño, desarrollo y manufactura para la prestación del servicio complementario.
Back	2,4 Y 5	Tiempo	Con la finalidad de establecer tiempos de referencia para cada proceso en el diseño y desarrollo de dispositivos médicos complementarios a la etapa de planeación quirúrgica, se requiere la medición de tiempos implementados a lo largo de todo el servicio.
Back	3	Tiempo	En función de mapear situaciones y contextos que generen tiempos improductivos, es clave mapear motivos, situaciones o procesos que generen atrasos en la prestación del servicio. Estos pueden venir de interacciones o situaciones independientes.
Diseño del servicio	-	Calidad	Con la finalidad de establecer un servicio acorde a las necesidades, problemas y expectativas del usuario final (médico especialista), se requieren reuniones de trabajo colaborativo de manera constante, que permitan la evaluación de procesos y la construcción colaborativa de los lineamientos para prestación del servicio.
Diseño del servicio	-	Calidad	En el proceso de diseño, se debe establecer de manera concisa los roles y quienes actúan como Stakeholders en el servicio de pre-planeación quirúrgica, sirviendo como referencia para la toma de decisiones en función de las necesidades, problemas y expectativas de los usuarios clave.

El establecimiento de requerimientos permitió la toma de decisiones en fases de diseño posteriores, especialmente en actividades donde se interactuaba con múltiples actores relacionados al proceso de configuración. Con la finalidad de terminar la delimitación del flujo de procesos que se implementó en el diseño de servicios, se revisaron y eligieron las herramientas que permitieron la definición de una hoja de ruta durante la configuración y desarrollo del servicio.

#### ***1.11.6 Taxonomía de herramientas para el diseño de servicios mediante trabajo colaborativo.***

Con la finalidad de definir una ruta de trabajo adecuada para el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica, se construyó una taxonomía que guía la elección de herramientas en cada una de las fases que comprende el “Diseño de Servicios”. Se partió de la necesidad de dar respuesta a preguntas como: ¿Cuáles herramientas se deben implementar?, ¿En qué fases del diseño de servicios puede aportarme más información cada herramienta?, ¿Cuáles son los resultados que puedo esperar al implementar en pruebas?

Durante la documentación se tuvieron en cuenta artículos científicos que mencionan la implementación de estas herramientas, páginas web, cursos, estrategias usadas en la industria relacionadas al proceso de diseño de servicios de manera complementaria. En la siguiente imagen se muestra de manera sintética cuales son las herramientas que son adecuadas para la implementación en el diseño de servicios en salud y las etapas para el proceso de configuración y desarrollo del servicio de pre-planeación quirúrgicos.

**Figura 26.** Taxonomía para el diseño de servicios en el sector salud y las elegidas para este proyecto.

Taxonomía para el diseño de Servicios enfocada en el sector salud				Herramientas implementadas en el proceso		
Analizar y Problematizar		Card Sorting		Plan de investigación		Service Blueprint
		Diario de estudio		Mapa de Síntesis		Éxito de métricas
		Mapa de Ecosistema		Concept Walkthrough		User stories
		Entrevistas		Matriz de evaluación		Mapa mental
		Customer Journey Map		Principios de Experiencia		
Identificar y comprender		Diario de estudio		Customer Journey Map		Principios de Experiencia
		Mapa de Ecosistema		Observation Notes		Escenarios de usuarios
		Safari de servicios		Stakeholders Map		Service Blueprint
		Empathy Map		Plan de investigación		User stories
		Entrevistas		Dynamic Personas		
Conceptualizar y formalizar		Ecosystem Loops		Sistema Escenario		Service Specifications
		Mapa de Ecosistema		Concept Walkthrough		Mapa de impacto
		Customer Journey Map		Matriz de evaluación		Transition Journey
		Safari de servicios		Mapa mental		Value proposition canvas
		Mapa de Síntesis		Service Blueprint		Brainstorming
Testear e intentar		Diario de estudio		Concept Walkthrough		Éxito de métricas
		Mapa de Ecosistema		Principios de Experiencia		Transition Journey
		Emotional Journey		Prototipo de experiencia		Mapa de impacto
		Customer Journey Map		Ecosystem Loops		Business model
		Mapa mental		Service Blueprint		Value proposition canvas
Implementar y evaluar		Ecosystem Loops		Mapa de Síntesis		Service Specifications
		Emotional Journey		Matriz de evaluación		Transition Journey
		Entrevistas		Prototipo de experiencia		Mapa de impacto
		Customer Journey Map		Service Blueprint		Business model
		Observation Notes		Éxito de métricas		User stories
				Entrevistas Mapa de Síntesis Principios de Experiencia Plan de investigación Concept Walkthrough Stakeholders Map Mapa de Ecosistema Entrevistas Observation Notes User stories Customer Journey Map Service Specifications Mapa de Síntesis Service Blueprint Brainstorming Matriz de evaluación Customer Journey Map Principios de Experiencia Prototipo de experiencia Ecosystem Loops Service Blueprint Ecosystem Loops Mapa de Síntesis Matriz de evaluación Customer Journey Map Éxito de métricas Service Specifications Entrevistas		

**Nota:** Herramientas organizadas según la pertinencia. La documentación teórica fue obtenida en la literatura y consignadas la referencia en la tabla 16.

Cada una de las herramientas fue identificada mediante lectura de artículos que mencionaban los resultados, proceso y actividades implementadas durante la aplicación de la herramienta evaluada. Con la revisión, se buscó que mediante experiencias documentadas se tuviese una preselección de herramientas que puedan contribuir al diseño de servicios en salud.

**Tabla 16.** *Literatura relacionada al uso de Herramientas en el diseño de servicios.*

Herramienta	Citación de artículo	Herramienta	Citación
Card Sorting	(Palomino et al., 2023)	Matriz de Evaluación	(Ahmad et al., 2018; Fatras et al., 2022)
Diario de estudio	(Kong & Tan, 2023)	Principios de Experiencia	(Bolton et al., 2018; van Vooren et al., 2020)
Mapa de Ecosistema	(Urbina-Cardona et al., 2023)	Mapa mental	(Dimberger, 2016)
Ecosystem Loops	(Zeeuw Van Der Laan & Aurisicchio, 2019)	Prototipado de experiencia	(Ruvald et al., 2018)
Emotional Journey	(Näsström et al., 2023)	Escenario de usuarios	(Ahmad et al., 2018)
Empathy Map	(C. Y. Huang et al., 2023)	Service Blueprint	(Ceric et al., 2016; Hossain et al., 2017; H. M. Silva et al., 2021b)
Entrevistas	(Mitchell et al., 2018)	Éxito de métricas	(Mahato et al., 2021; Smuck et al., 2021)
Issue Cards	(Talegaonkar et al., 2023)	Service Specifications	(Holma et al., 2020; Stojanovic et al., 2010b)
Customer Journey Map	(Rosenbaum et al., 2017)	Transition Journey	(Dokter et al., 2021; A. Silva et al., 2017)
Observation Notes	(Hunter et al., 2023; John et al., 2016)	Mapa de impacto	(Z. Wang et al., 2020)
Personas	(Ortbal et al., 2016)	Dynamic Personas	(Bonnardel & Pichot, 2020)
Plan de Investigación	(Rafael & Sierra, 2013)	User Stories	(Xu et al., 2023)
Safari de Servicios	<a href="#">Service Design</a>	Value proposition canvas	(Meng et al., 2020; Skálén et al., 2015)
Stakeholders Map	(Jørgensen et al., 2018)	Business model canvas	(Pollard et al., 2023)
Mapa de Síntesis	(Shepherd et al., 2013)	Concept walktrough	(Darsa et al., n.d.)
Mapa del sistema	(Stuart et al., 2023)	Brainstorming	(Prominski & Tian, 2020)
Sistema Escenario	(Y. Wang et al., 2021)		

En el proceso de indagación de las herramientas implementadas al diseño de servicios, se consultaron artículos o sitios web que ilustraban la implementación adecuada. Entre los procesos de selección, algunas herramientas como el Service Blueprint o Customer Journey Map, tienen

aplicaciones transversales en todo el proceso y sirve como insumo principal para la toma de decisiones, por este motivo su uso se propuso a lo largo del diseño del servicio.

El diseño de la taxonomía se realizó con la finalidad de facilitar los procesos de trabajo colaborativo entre el equipo requerido para la construcción del servicio de pre-planeación quirúrgica y mediante lineamientos probados anteriormente, tener una comunicación asertiva e interacción adecuada. La organización de herramientas permitió tomar decisiones alineadas a los requerimientos propios del servicio, adaptación a las actividades de co-creación y comunicación asertiva entre los actores involucrados.

#### ***1.11.7 Conclusiones del capítulo- Analizar y problematizar***

En esta etapa de Analizar y problematizar, se ejecutó un análisis exhaustivo que permitió el establecimiento de un panorama general en el que se enmarcó el servicio, reconociendo los problemas, necesidades y expectativas de los usuarios directos o indirectos que puedan ser beneficiarios. En esta etapa se logró analizar diversas prácticas que se realizan para el diseño de servicios, procesos comunicativos y enfoque en el que el diseño de servicios orientado a la mejora considerable de la interacción de los usuarios con el sistema de salud.

Durante el proceso de indagación, se destacó considerablemente la identificación de investigaciones referentes, donde los participantes eran usuarios directos y su conocimiento fue clave en procesos de diseño o rediseño incremental de servicios de salud, demostrando que el trabajo colaborativo entre usuarios y equipo de diseño contribuye a la construcción de un artefacto acorde a las necesidades, experiencias y expectativas que poseen las personas beneficiadas (Bakker et al., 2021; Borgstrom & Barclay, 2019; Dietrich et al., 2017).

En la vigilancia tecnológica, se identificó que tanto a nivel nacional como a nivel internacional el sector salud y la industria se han ido fortaleciendo en los últimos años, generando un ambiente propicio para el crecimiento de iniciativas en pro de mejorar el sector salud. Es clave

resaltar que en Colombia la industria relacionada con la configuración, desarrollo y manufactura de dispositivos médicos no se encuentra consolidada entre las organizaciones más fuertes en su industrial, pero la calidad del sistema de salud junto con las instituciones prestadoras de servicios, han ido generando un ecosistema fuerte en la región latinoamericana.

Es clave resaltar que el ecosistema a nivel regional se ha ido fortaleciendo gracias a la calidad del servicio de salud, que junto al modelo económico pro-turismo médico, ha ampliado el mercado y la necesidad de innovación para la prestación del servicio. Por este nicho de mercado se identificó la necesidad de contribuir con la configuración de artefactos de diseño que garanticen una adecuada toma de decisiones y aumenten la calidad como estrategia de mejora continua.

Posterior al reconocimiento del mercado, se establecieron los requerimientos y KPI's que fueron aplicados al desarrollo de este proyecto, teniendo así métricas concisas que permiten una medición objetiva del flujo de procesos y el diseño del servicio que se ejecutó en esta investigación. De manera complementaria, se generó una taxonomía basada en literatura, que permitió la consolidación de herramientas que se implementaron durante el diseño de servicios y aportaron a los procesos de co-creación mediante una estructura que guía el proceso de interacción con los usuarios. La clasificación de herramientas permitió la toma de decisiones respecto a cuál y en qué procesos del diseño de servicios se debe implementar.

### **1.12 Conceptualizar y formalizar**

Durante la etapa de “Conceptualizar y formalizar” se inició la configuración del servicio de pre-planeación quirúrgica implementando las herramientas seleccionadas para trabajo colaborativo y co-creación. Cada uno de los procesos realizados fue enfocados a la finalidad de satisfacer las necesidades identificadas y consignadas en los requerimientos establecidos para el diseño del servicio.

En este apartado se consignó la aplicación de las actividades de trabajo colaborativo y co-creación, que contribuyeron al reconocimiento del sistema de salud, análisis de los servicios quirúrgicos y como se puede contribuir al aumento de la percepción de seguridad en la toma de decisiones por medio de elementos de apoyo en las fases preoperatorias. Durante la conceptualización, se seleccionaron actores clave que contribuyeron a la construcción de flujos de servicios y la definición de dispositivos que aportan a los procesos diagnósticos y prequirúrgicos.

En la etapa de conceptualizar y formalizar, fue clave la comunicación asertiva con los actores clave, pues del lenguaje común y el canal de interacción, dependió considerablemente el avance en el proyecto. Cara uno de los actores involucrados demostró interés y disposición para la participación, siendo un factor determinante en la evaluación y valoración de avances.

#### ***1.12.1 Identificación de actores mediante Stakeholders Map***

Los “*Stakeholders*” son definidos como actores clave que juegan un papel importante en el diseño de servicio, pues son considerados usuarios que impactan, determinan, condicionan o ayudan a modificar un servicio. La identificación y consideración de los Stakeholders para el diseño del servicio es un proceso crucial para asegurar el cumplimiento de las expectativas, objetivos y necesidades que estos determinan relevantes en función de la experiencia.

El mapeo de Stakeholders se encuentra delimitado por el contexto y el tipo de servicio, por esta razón los actores clave vinculados a esta investigación se encuentran relacionados de manera directa al servicio de salud colombiano. El mapeo de actores en este contexto se realizó teniendo en cuenta los flujos de procesos para la ejecución de procedimientos quirúrgicos, el sistema de salud y las organizaciones involucradas en este ecosistema. En el siguiente gráfico se evidencian los actores y actores clave que serían beneficiados por el servicio de pre-planeación quirúrgica.

**Figura 27.** Clasificación de actores relacionados al servicio de pre-planeación quirúrgica.



Los actores que intervienen en el flujo de procesos en la toma de decisiones y que son catalogados como stakeholders, destacan: El médico especialista encargado del caso con el grupo de investigación como el prestador del servicio. Los demás actores cumplen funciones como usuarios indirectos, ordenadores del gasto, prestadores del servicio, cuidador o vigilancia en los procesos, siendo labores múltiples que no determinan directamente la configuración del artefacto.

La identificación de actores clave contribuyó a la delimitación de personas que intervendrían en la toma de decisiones, respecto al flujo de procesos que debe ejecutarse para dar cumplimiento a los requerimientos planteados para el servicio en la etapa prequirúrgica. Posterior al establecimiento de Stakeholders se identificaron los principios de experiencia que debieron garantizar el servicio durante la implementación de este.

### 1.12.2 Estructuración del servicio a través de los principios de experiencia

Durante el proceso de relacionamiento con actores clave, se identificaron necesidades y expectativas que debían cumplir con ciertos valores que compartieran la visión común a través del diseño de servicios de pre-planeación. La definición de principios de experiencia se llevó a cabo con la finalidad de tener una visión común durante la ejecución del diseño de servicios, teniendo metas claras y permitiendo como consecuencia la identificación de objetivos comunes en el diseño del servicio de pre-planeación quirúrgica.

**Tabla 17.** Principios de experiencia definidos para la construcción del servicio.

Principios de experiencia	Relacionamiento con el servicio de pre-planeación
Enfoque en el usuario	Este servicio se desarrolló con la finalidad de soportar la toma de decisiones en las etapas de diagnóstico y planeación quirúrgica, por esta razón los médicos como usuarios principales fueron definidos como foco principal para determinar el curso del artefacto que se estaba configurando.
Personalización	Durante los procesos de interacción con los médicos especialistas, se identificó la necesidad de este tipo de servicios complementarios en casos de alta complejidad, por esta razón el servicio debía poseer un alto nivel de personalización y que se adapten a las necesidades de visualización que poseen los especialistas.
Co-creación	Al ser un trabajo interdisciplinar y el proceso estar liderado desde el área de diseño, se hizo indispensable la interacción mediante co-creación para desarrollar actividades de trabajo colaborativo que permitieran tomar decisiones en pro de cumplir con las expectativas y responder a las necesidades del personal médico.
Feedback y mejora continua	El servicio al ser considerado como experimental, donde la implementación del flujo de procesos está delimitada por la disponibilidad de casos se requieren tratamiento especializado con cambios constantes para mejorar el desarrollo. Este principio debe ser tenido en cuenta especialmente para el diseño de dispositivos de soporte que se encuentran en el servicio.
Flexibilidad y adaptabilidad	En función de generar un servicio que sea adaptable a las necesidades de los especialistas en casos de alta complejidad, la flexibilidad de los procesos y la adaptabilidad a los casos fue un factor fundamental para considerar el servicio como una alternativa de soporte.

Estos principios de experiencia fueron definidos con base en los problemas y necesidades que expresaron los especialistas durante las entrevistas, se definieron los principios de experiencia que debían acompañar el servicio durante los procesos de prueba para la valoración del flujo propuesto. Cada principio se implementó con la finalidad de generar interacciones positivas tanto en la construcción de servicio como en el uso que repercutan en experiencias significativas y satisfactorias.

### ***1.12.3 El viaje de usuario a través del Customer Journey Map***

La herramienta Customer Journey Map, fue implementada con la finalidad de representar de manera detallada el flujo de procesos que sigue el usuario directo (médico especialista) al definir el diagnóstico y realizar la planeación quirúrgica. Con esta herramienta visual, se mapearon las actividades, situaciones críticas y contextos para la toma de decisiones en la etapa prequirúrgica.

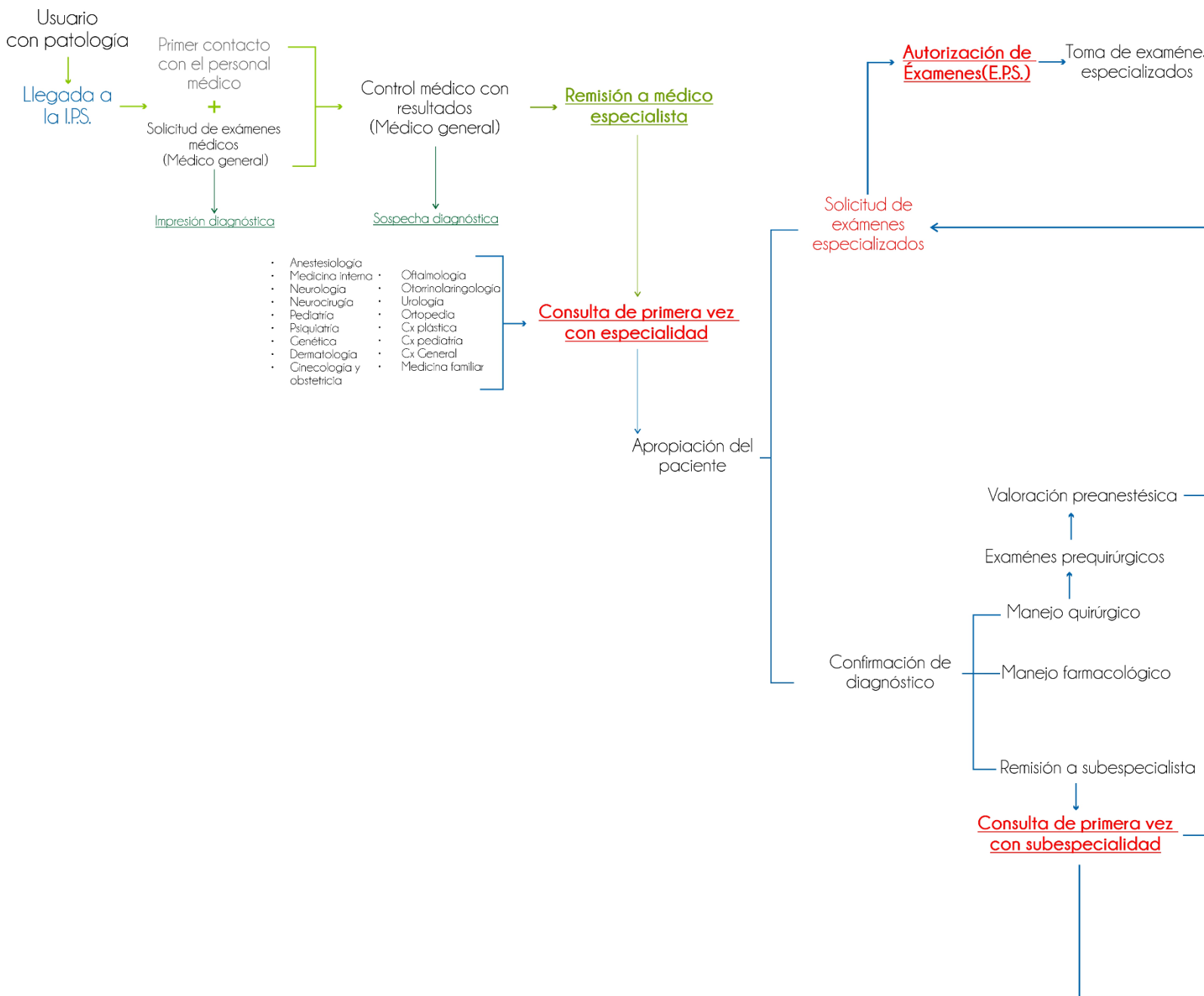
Durante la diagramación se identificaron los procesos clave que son determinantes para la configuración del servicio en fases posteriores, teniendo en cuenta las necesidades de soporte durante el proceso diagnóstico y de pre-planeación en casos de alta complejidad. En el proceso de interacción se mapearon puntos de contacto claves que fueron determinantes para una adecuada ejecución del servicio complementario y la estructuración de este como una experiencia positiva de apoyo o soporte.

Es clave resaltar que la evaluación de los flujos de servicios se da de manera específica en función de cirugías programadas, pues estas no son directamente determinadas por el tiempo, la necesidad de estabilizar la crisis que está viviendo el paciente y tratar adecuadamente la urgencia del momento. Por esta razón y dado que el servicio de pre-planeación requiere de tiempos más amplios que los necesarios para estabilizar un paciente durante situaciones de urgencia se descartó la posibilidad de tener en cuenta ese flujo de proceso en específico.

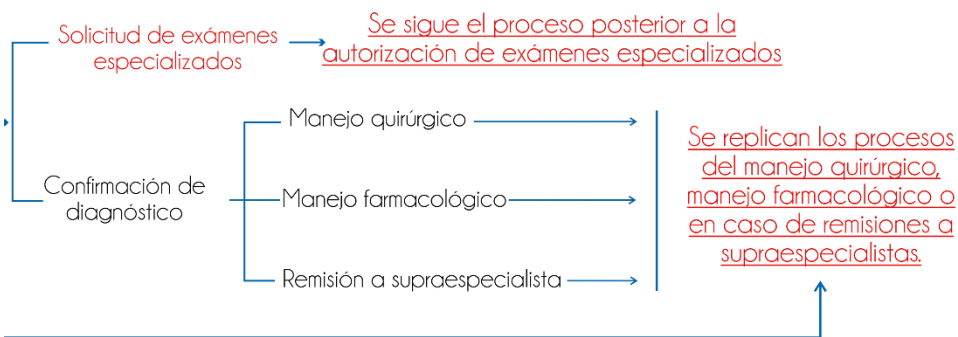
En el siguiente gráfico se presentó el Customer Journey Map a través de la visión y las actividades que desempeñan los médicos y especialistas en el actual servicio de salud. En este proceso de mapeo se tuvo en cuenta el médico especialistas como usuario indirecto y el paciente como usuario directo, puesto que el flujo de procesos requiere de las dos figuras para evaluar todo el proceso.

**Figura 28.** Mapeo de Customer Journey Map en casos de alta complejidad.

# Proceso del Servicio



*Nota: Imagen a dos páginas, visualizar en modo lectura*



*Nota: Imagen a dos páginas, visualizar en modo lectura*



Es clave que se generen herramientas que reduzcan la posibilidad de reprocesos, especialmente en situaciones tan determinantes como el diagnóstico o la decisión de la conducta médica, pues la incertidumbre y el aumento en tiempos son factores de incidencia en el deterioro físico del paciente. En el diseño del servicio se debe buscar minimizar las iteraciones y reducir la inseguridad del médico encargado del caso al tomar decisiones.

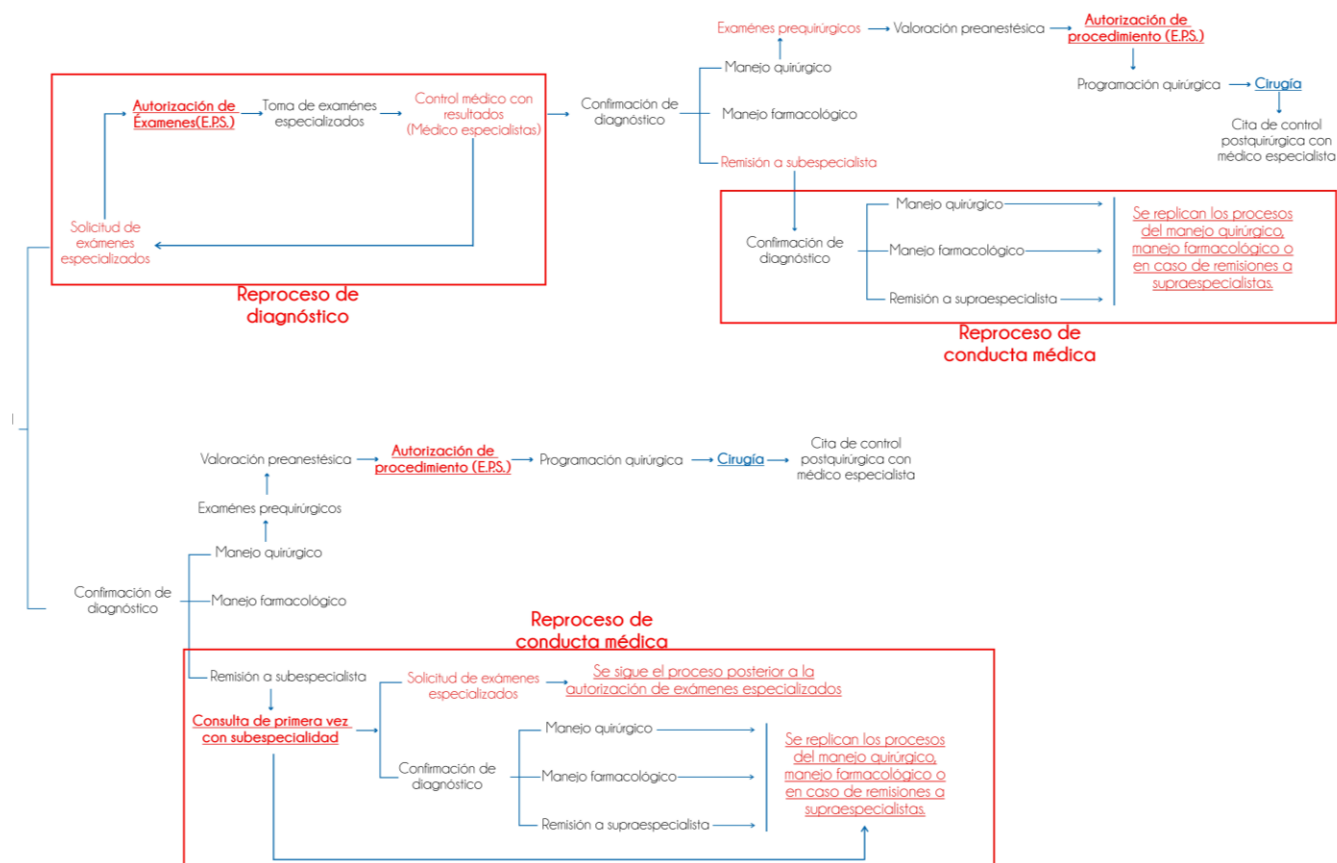
#### ***1.12.4 Identificación de reprocesos usando la herramienta “Ecosystem Loops”***

En los servicios, las repeticiones de procesos pueden ser un constante, especialmente si hay inseguridad o se requieren elementos adicionales para continuar con el proceso. En la configuración de un servicio, las repeticiones pueden considerarse como un error u oportunidad de mejora, en otros las repeticiones pueden ser la base estructural del servicio, por esta razón es de suma importancia que se evalúen los reprocesos y si se pueden mitigar en pro de mejorar la calidad.

Con la finalidad de identificar prácticas y actividades repetitivas en el flujo de procesos relacionado con cirugías electivas en el servicio de salud colombiano, se revisó el mapeo del Customer Journey Map en compañía de la cirujana y se evidenciaron “Loops” o reprocesos que se presentan en el actual servicio de cirugía. En la actividad de trabajo colaborativo ejecutada junto con un médico general, se identificaron fases en la toma de decisiones clínicas donde el diagnóstico no es claro y se deriva a especialidades, subespecialidades o supraespecialidades.

En la siguiente imagen se evidencia la derivación en la toma de decisiones en función de obtener un diagnóstico y el tratamiento para el paciente. Este modelo se realizó teniendo en cuenta los flujos de procesos mencionados por el médico general y los condicionantes evaluados con el especialista. Las secciones delimitadas por el contorno rojo son posibles reprocesos que se pueden presentar y se da especialmente cuando el paciente posee una patología rara o con múltiples variables condicionantes.

**Figura 30.** *Reprocesos encontrados en la determinación de conducta médica.*



Durante la identificación de reprocesos, variables como anatomías, fisiologías o patologías muy complejas pueden determinar la cantidad de procesos y especificidad del conocimiento que debe tener el médico encargado de tratar al paciente. Posterior al diagnóstico, se encuentran dos conductas a tomar basados en el conocimiento médico y son los tratamientos quirúrgicos o el manejo farmacológico, decisión que determina el procedimiento a seguir.

En caso de que el especialista evidencie la posibilidad de reconfirmar los procesos, se solicitarán más exámenes especializados que confirmen la sospecha diagnóstica y pueda emitirse un tratamiento según las necesidades del paciente. En estos procesos tanto de remisión como de toma de decisiones con un alto nivel de incertidumbre, se evidencia la necesidad de generar artefactos que complementen esta actividad y les permita a los médicos decidir de manera segura y que beneficie en reducción de tiempos al tratamiento adecuado de la enfermedad.

### ***1.12.5 Definición de portafolio de productos para pacientes específicos en tejido blando***

El “*Offering Map*” o mapa de oferta, se enfoca en visualizar la oferta que el servicio le puede brindar al usuario y cómo los servicios pueden brindarle un beneficio directo a quien use el servicio. En este proyecto de investigación, el mapa de oferta se implementó con la finalidad de reconocer los diversos artefactos que pueden contribuir a la adecuada prestación del servicio de pre-planeación quirúrgica.

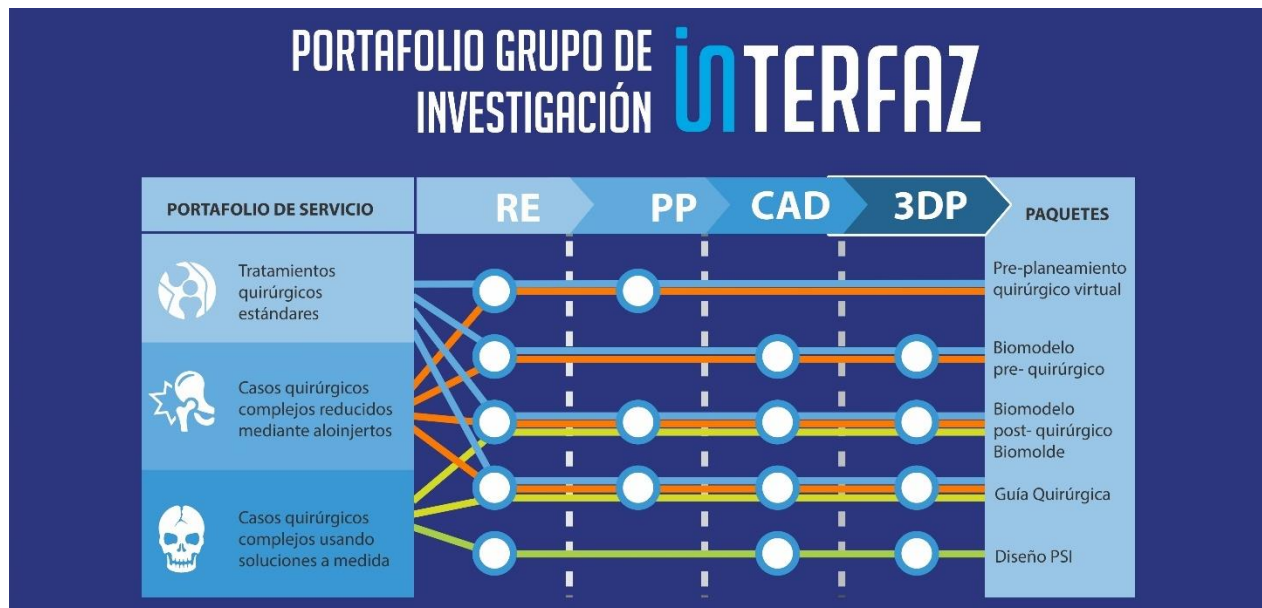
Esta actividad se realizó mediante trabajo colaborativo con miembros del grupo de investigación, basándose en trabajos de investigación anteriores y el flujo de procesos configurado para el desarrollo de dispositivos médicos. Mediante el mapa de oferta, se identificaron posibles desarrollos que pueden implementarse de manera complementaria a los desarrollos generados anteriormente y que pueden resolver problemas expuestos por los médicos relacionados con la toma de decisiones en la fase prequirúrgica.

Durante esta actividad se realizaron procesos de co-creación con demás diseñadores industriales pertenecientes al grupo de investigación interfaz que se encuentren relacionados con el desarrollo de dispositivos médicos y se realizaron sugerencias respecto a los productos desarrollados anteriormente. Con este panorama y basados en las entrevistas realizadas a médicos especialistas, se exploró la posibilidad de aplicar los desarrollos de dispositivos médicos para planeación quirúrgica a casos de tejido blando, ya que el grupo de investigación no ha tenido experiencia directa con este tipo de procesos.

En el siguiente gráfico se pueden evidenciar los dispositivos médicos que el grupo de investigación INTERFAZ desde el trabajo de doctorado: “*Estrategias de innovación para la construcción de la capacidad de creación de valor híbrido, en el sector médico ortopédico*” (López, 2019), se mapearon las diferentes posibilidades de dispositivos médicos en función de 3 tipologías de casos, derivándose la implementación de procesos mediados por tecnologías

convergentes para la oferta de productos en casos de ortopedia y traumatología como: pre-planeación quirúrgica virtual; biomodelos impresos 3D; diseño de guías quirúrgicas y biomoldes.

**Figura 31.** Portafolio base para la oferta de productos biomédicos del grupo de investigación INTERFAZ.



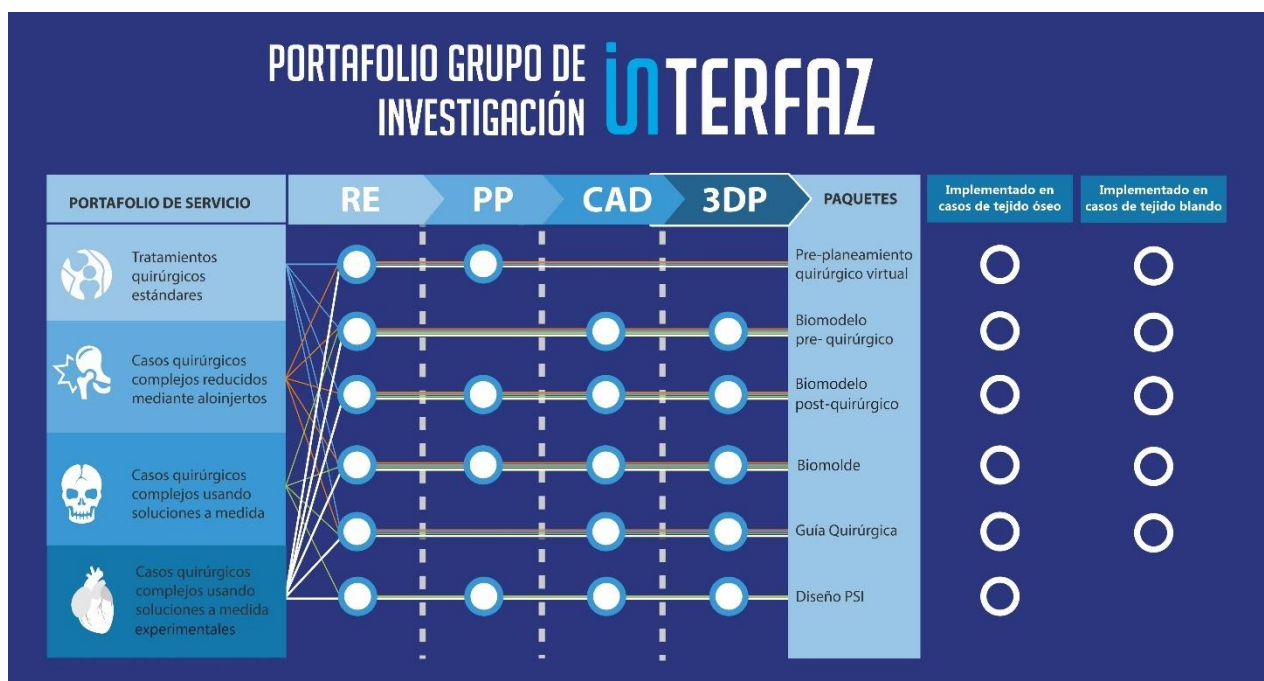
*Nota: gráfico tomado de (López, 2019).*

Basados en esta experiencia, se tomó como referencia el portafolio de productos, para extrapolar y complementar los diagnósticos o tratamiento de tipo quirúrgico asociados a tejido blando en función de las necesidades y requerimientos. Esta oportunidad de relacionamiento con médicos de múltiples especialidades diferentes a ortopedia y traumatología o cirugía maxilofacial, se evidenció como consecuencia de la incertidumbre en la toma de decisiones en casos de alta complejidad relacionada con tejido blando.

Entre las necesidades identificadas, se requiere adicional al portafolio establecido, generar un biomolde que permita el corte de tejido blando en colgajos, producto específico que al ser generado puede mejorar las condiciones para ejecutar procedimientos de alta complejidad en condiciones adversas para visibilidad.

En el siguiente gráfico se pueden evidenciar modificaciones en los productos que ofrece el grupo de investigación y una división entre los productos que se pueden desarrollar para casos de tejido blando y tejido óseo.

**Figura 32.** Propuesta de portafolio del grupo Interfaz contemplando dispositivos para cirugías en tejido blando.



Nota: gráfico basado en (López, 2019).

En concordancia al portafolio de investigación que se ha construido en el grupo INTERFAZ y complementado con los desarrollos que se pueden implementar en casos quirúrgicos de alta complejidad, se le dio mayor importancia a diferentes productos que permiten facilitar la práctica médica a través de productos digitales y físicos.

#### 1.12.6 Definiendo el servicio a través del Service Blueprint y el trabajo colaborativo.

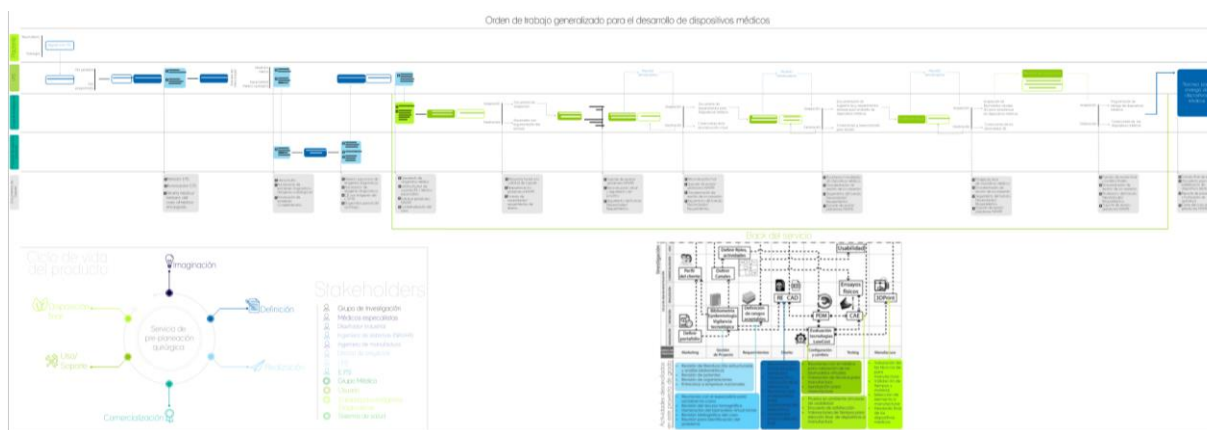
El “Service Blueprint” es una representación gráfica detallada de un servicio, obedeciendo las líneas temporales y los procedimientos necesarios para prestarlo. Esta herramienta fue aplicada a

este proyecto con la finalidad de mapear y visualizar la implementación del servicio complementario de pre-planeación quirúrgica en fases posteriores.

La construcción del “Service Blueprint” se ejecutó con médicos especialista y personal involucrado con el grupo de investigación que tenían conocimiento en el desarrollo de dispositivos médicos de soporte. Durante el proceso de trabajo colaborativo se identificaron puntos clave donde se interactúa de manera directa entre las organizaciones o actores clave, teniendo en cuenta cuales puntos de contacto del servicio de pre-planeación pueden ser críticos para la toma de decisiones.

Los procesos de relacionamiento para la construcción de manera colaborativa se llevaron a cabo con 3 reuniones parciales con los médicos y 2 con el grupo INTERFAZ, donde se evaluaron los avances relacionados a la construcción del servicio, líneas de interacción y actividades desarrolladas para cumplir tanto con los procesos de planeación quirúrgica en un servicio complementario. Con base en la construcción del servicio se implementó el “Customer Journey Map” que se había realizado anteriormente y se adaptaron las actividades de desarrollos propios del servicio de planeación quirúrgica.

**Figura 33. Visualización de la generalidad del mapeo en el Service Blueprint.**

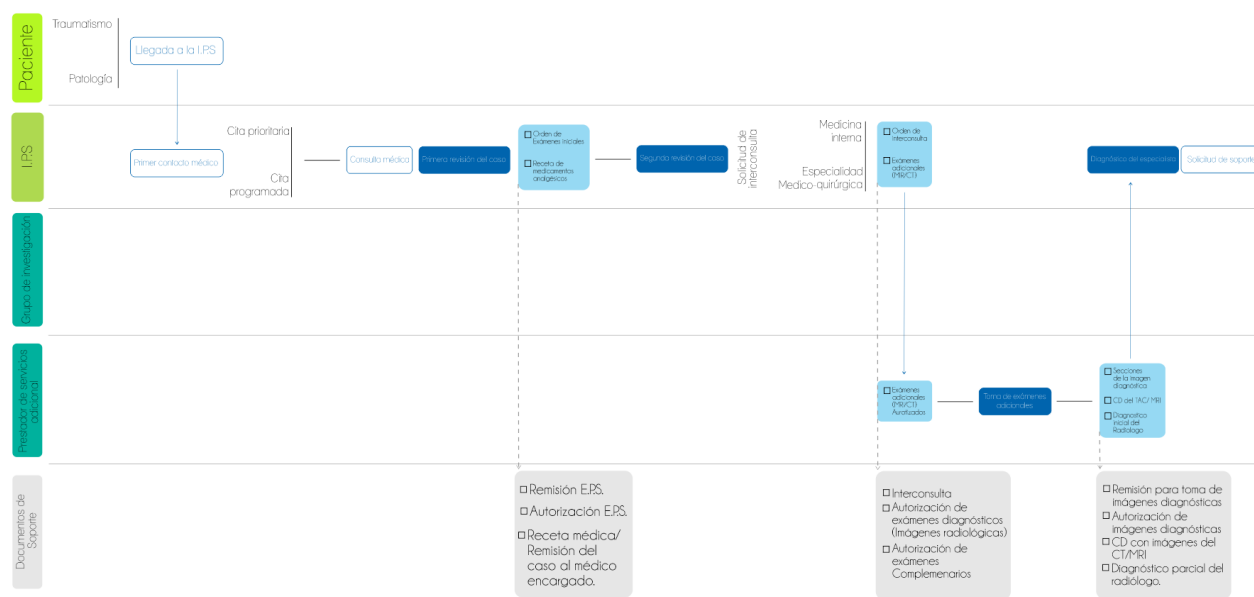


*Nota: El gráfico está diseñado en tamaño real entre 200 cm x 70 cm.*

Estos procesos de integración de herramientas implementando evaluaciones con los usuarios de manera colaborativa, permitieron generar un flujo de procesos que permitieran tests basados

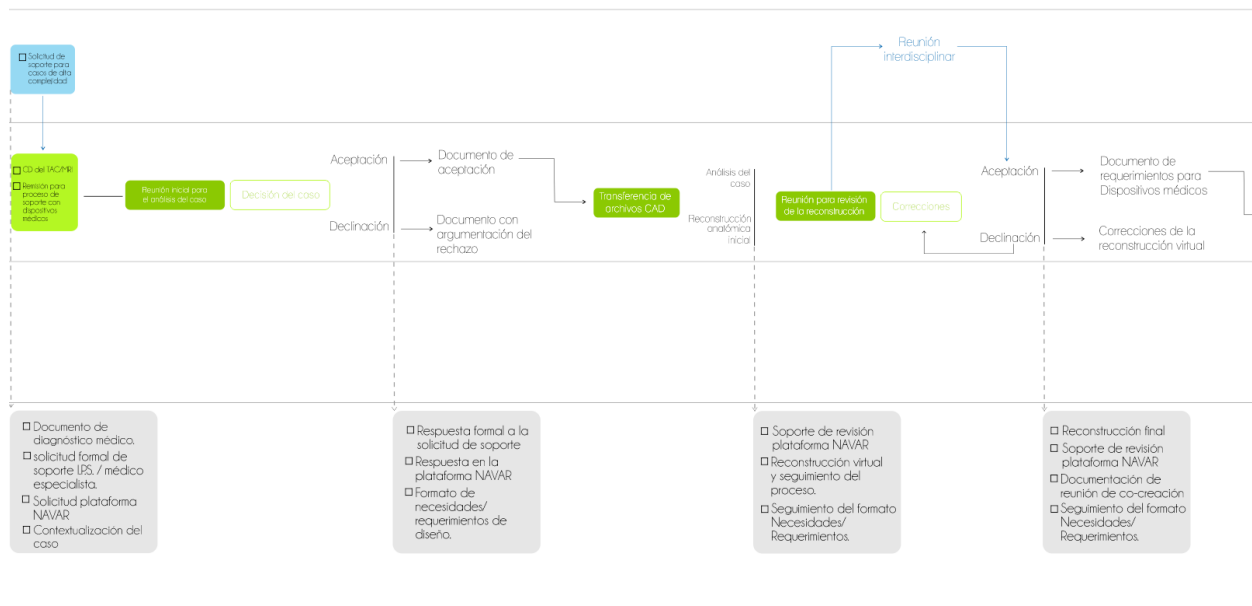
en la experiencia de los usuarios y mapeo de reprocesos de manera sencilla. En la figura 33 se muestra el mapeo realizado en función del Service Blueprint y la integración de los procesos a la etapa prequirúrgica, enfocándose en la construcción del servicio complementario. Es clave resaltar que los procesos de mapeo incrementales permitieron interacciones de comunicación constantes que garantizaran un diseño acorde a las expectativas, necesidades y problemas de los usuarios.

**Figura 34.** Fase clínica del servicio de pre-planeación quirúrgica-Actor clave: médico especialista.

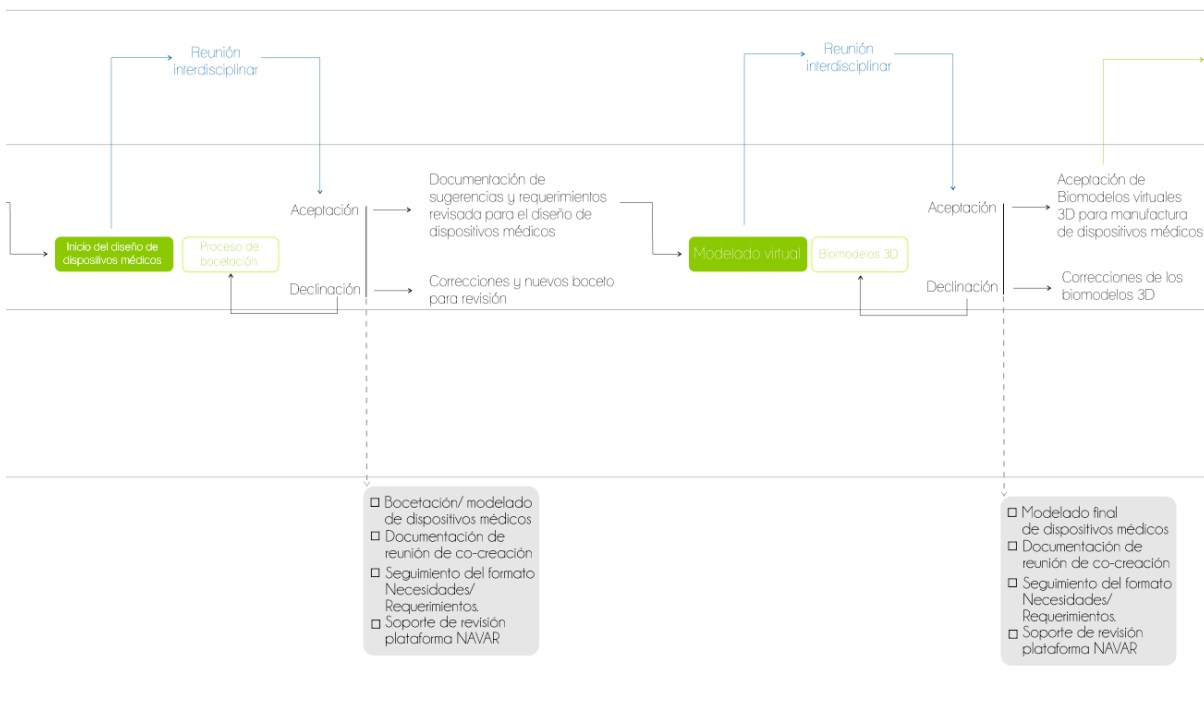


Se mapearon los procesos relacionados al flujo de procesos que siguen los usuarios tanto directos como indirectos para implementar el servicio de pre-planeación quirúrgica de manera complementaria. El mapa generado durante la configuración del Service Blueprint también tuvo en cuenta los actores clave y el flujo de procesos que posee el grupo de investigación INTERFAZ para el desarrollo de dispositivos médicos, articulando los desarrollos generados anteriormente con el servicio complementario en la etapa prequirúrgica. Durante el proceso se realizaron actividades de co-creación con el grupo de investigación, donde se hicieron sugerencias de documentación para tener en cuenta y los procesos de seguimiento a realizarse en compañía con el especialista para responder a las solicitudes realizadas.

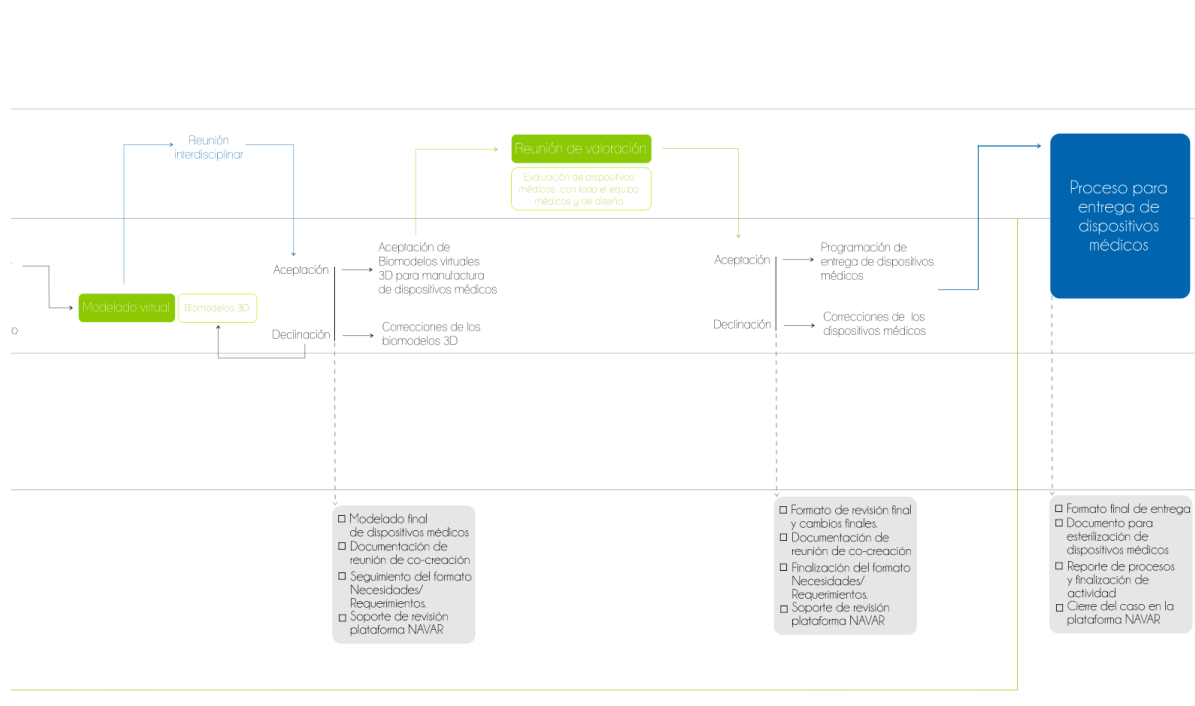
**Figura 35.** Fase de aceptación y primeras iteraciones del servicio de pre-planeación quirúrgica.



**Figura 36.** Fase de reconstrucción e iteraciones para definir los biomodelos virtuales.



**Figura 37. Fase final para entrega de dispositivos médicos.**



Es clave resaltar que el proceso colaborativo con los médicos o personal de la salud, generaba expectativa respecto a la identificación de posibles oportunidades de implementación, como lo son: Casos donde el ruido radiográfico es alto, pacientes con baja posibilidad de sedación, pacientes con condiciones médicas atípicas, oportunidades de socialización con los padres de los niños y enseñanza de habilidades en la toma de decisiones a médicos en formación.

### **1.12.7 Conclusiones del capítulo- Conceptualizar y formalizar**

Durante esta etapa clave en el diseño de servicios, el proceso de trabajo colaborativo con diversos actores que intervienen en la cadena de valor, contribuyó de manera activa a la toma de decisiones. Las actividades de co-creación se realizaron principalmente de manera presencial, pues era como se obtenían mayores niveles de atención a la tarea que se estaba realizando y los resultados que se buscaban, durante la implementación de la herramienta aplicada al diseño de servicios.

Cabe resaltar que la identificación de variables relacionadas al flujo de procesos que siguen los usuarios directos, es determinante para la precepción de relevancia respecto del servicio que se está construyendo y el interés de implementarlo a las actividades tradicionales que este ejecuta. Entre los actores clave, algunos poseen opiniones que contribuyen directamente a la configuración del servicio, especialmente si son los tomadores de decisiones y si el proceso depende de su labor, en este caso los médicos especialistas son actuadores en la solicitud del servicio y quien decide la implementación según los condicionantes del caso.

En el mapeo de procesos, fue relevante la identificación de reprocesos que se presentan en el sistema de salud y la interacción entre el paciente con el especialista en casos donde el diagnóstico o el planeamiento de la cirugía es de alta dificultad. En función de evitar reprocesos, si el nivel de incertidumbre es alto, los médicos especialistas expresaban mayor interés en tener soporte para evaluar adecuadamente el caso cuando la cirugía representa un alto riesgo o los exámenes especializados no brindan suficiente información.

Durante los mapeos del servicio, se hizo explícita la necesidad de contar con el apoyo del usuario directo del proceso, pues este es el encargado de evaluar la asertividad del diseño, los beneficios y posibles aplicaciones donde implementaría los recursos complementarios que le brinda el servicio.

### **1.13 Testear e iterar**

Durante el proceso de testear e iterar se buscó evaluar de manera colaborativa el flujo de procesos diseñado en las fases anteriores, comparar las interacciones entre los procesos repetitivos identificados en el Customer Journey Map y como se puede reducir la incertidumbre en la toma de decisiones por parte del especialista durante la etapa prequirúrgica. En función de mantener la cohesión del proceso, tanto en el back como en el front, además de la evaluación del Service

Blueprint mapeado, también se evaluaron los procesos de manufactura necesarios y se ajustaron a las nuevas necesidades identificadas.

Con la finalidad de evaluar el servicio, respecto a las dificultades que este puede presentar en la etapa de implementación y poder emitir soluciones previas a posibles situaciones que se presenten como consecuencia de la etapa experimental. Durante este proceso se realizaron actividades de trabajo colaborativo mediante matrices de riesgo, tanto con el personal médico como con los integrantes del grupo de investigación que se encuentran vinculados con el flujo de procesos necesario para el desarrollo de dispositivos médicos complementarios.

En esta etapa se evaluó de manera heurísticas los flujos de procesos, estableciendo un precedente de concordancia entre lo diseñado y la experiencia de los médicos en las etapas prequirúrgicas. En el proceso de valoración se analizaron las acotaciones y correcciones mencionadas, donde se propusieron soluciones al riesgo que implementar este servicio puede representar tanto para los actores claves como para las organizaciones.

### ***1.13.1 Evaluación de riesgos en la articulación del servicio.***

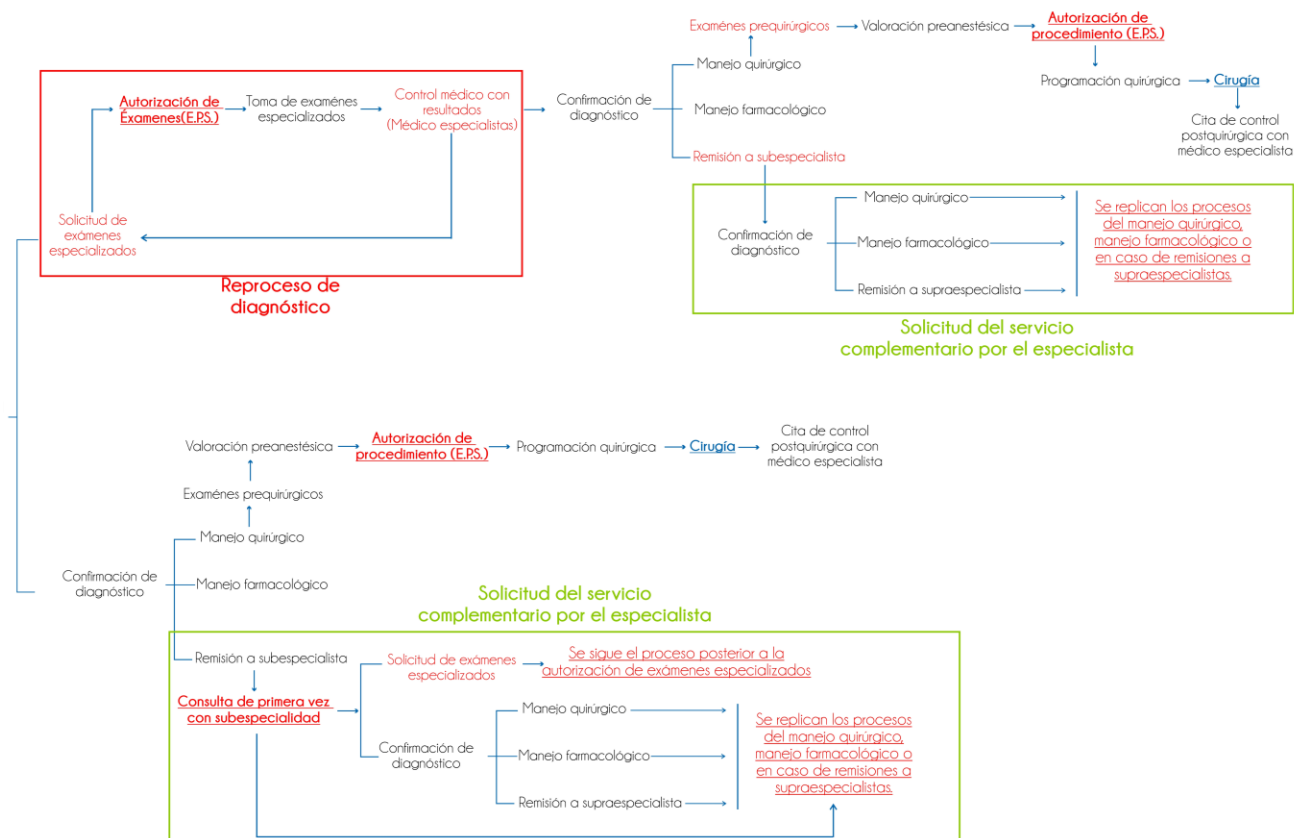
En esta etapa se realizó un análisis mediante una actividad de trabajo colaborativo para establecer los puntos de interés que pueden ser objeto de oportunidad de mejora. El proceso de evaluación del Customer Journey Map inició desde la etapa anterior, donde los médicos que contribuyeron de manera directa en los procesos de co-creación manifestaban reprocesos en el servicio y lo perjudicial que esto puede ser en casos donde el tiempo es determinante y hay alta dificultad en la toma de decisiones por la complejidad anatómica o fisiológica.

Durante la configuración del Customer Journey Map, los médicos generales y especialistas que intervinieron en la actividad de trabajo colaborativo manifestaron la necesidad de reducir la incertidumbre mediante elementos complementarios de bajo costo, pues en múltiples organizaciones el ordenar exámenes de alta complejidad puede ser una variable de observación a

los procesos laborales y seguimiento a las actividades médicas por los altos costos que tanto la I.P.S. como la E.P.S. deben asumir para emitir un veredicto final respecto al paciente que se está tratando.

Cada uno de los reprocesos que se realizan en el servicio, aumentan los costos de tratar un paciente de manera directa, pues al requerir tratamientos altamente especializados, aumentan los costos y tiempos inherentes al servicio, reduciendo como consecuencia la percepción de calidad. Por este motivo en la indagación se identificó la etapa de definición de la conducta médica como determinante para la petición del servicio complementario.

**Figura 38.** Identificación de procesos donde el especialista puede hacer el ordenamiento del servicio complementario.



Durante la revaloración del mapeo, se trabajó junto dos médicos generales que se encontraban en el ámbito hospitalario y una médica especialista en cirugía. Estos profesionales poseen conocimiento en el ámbito hospitalario y emitieron juicios acerca las actividades y procesos

donde se debía intervenir el servicio para obtener mejoras considerables. Cada uno de los procesos se marcaron en amarillo si es un problema sencillo, naranja de mediana complejidad y rojo si es complejo.

Cada uno de los reprocesos se evaluaron teniendo en cuenta el criterio médico de cada uno. Se mencionaron las preguntas y ellos respondieron el por qué estas situaciones son consideradas como críticas y altamente vigiladas durante el tratamiento del paciente. El proceso de evaluación permitió el establecimiento de puntos clave que el servicio de pre-planeación quirúrgica debe cuidar y se puedan bajar los tiempos de demora, aumentar la calidad en la prestación del servicio y reducción de costos como consecuencia de una adecuada toma de decisiones.

**Tabla 18.** Evaluación de procesos clave que son considerados riesgosos para llevar a reprocesos.

Reprocesos para evaluar	Evaluador	Sencillo	Medio	Complejo	¿Por qué es considerado como situación problema?
Autorización de exámenes especializados durante la sospecha diagnóstica emitida por el médico general	Médico general 1				Al ser exámenes de alto costo y los médicos generales solamente emitir una sospecha diagnóstica, quienes están encargados de ello son los especialistas
	Médico general 2				
	Médico especialista				
Solicitud de citas con múltiples especialistas	Médico general 1				Las citas con médicos especialistas representan un aumento en los costos y en los tiempos de espera.
	Médico general 2				
	Médico especialista				
Solicitud de múltiples exámenes médicos de alto costos de manera constante y repetitiva para un mismo paciente	Médico general 1				En casos donde se soliciten de manera constante exámenes por los bajos indicios de diagnóstico, la selección debe hacerse con sumo cuidado
	Médico general 2				
	Médico especialista				
Remisión directa a un médico con alta especialidad sin una sospecha diagnóstica certera	Médico general 1				En el caso de los médicos generales, es clave seguir el conducto regular y remitirlo adecuadamente. Los especialistas deben velar por emitir una sospecha diagnóstica básica por confirmar
	Médico general 2				
	Médico especialista				
Solicitud de exámenes médicos complementarios de alto costo por sub o supra especialista	Médico general 1				En función de confirmar la sospecha diagnóstica se pueden solicitar más exámenes, se deben validar los que ya tiene el paciente y complementarlos.
	Médico general 2				
	Médico especialista				
Múltiples controles con especialista, subespecialista y supra especialista sin diagnóstico certero	Médico general 1				En función de poder mantener controles con especialista, se debe emitir un juicio que permita realizar revisiones constantes y seguimiento de las indicaciones dadas para el tratamiento
	Médico general 2				
	Médico especialista				
Necesidad de procedimiento quirúrgico para emitir un juicio diagnóstico o verificación de las condiciones anatómicas/fisiológicas	Médico general 1				Se pueden indicar procesos complementarios de diagnóstico mediante intervención pero son altamente vigilados, evaluados y deben ser necesarios por la complejidad del caso
	Médico general 2				
	Médico especialista				
	Médico general 1				

Intervención quirúrgica a paciente para tratamiento parcial	Médico general 2		En casos donde el paciente solo puede recibir tratamiento de manera parcial se pueden indicar múltiples intervenciones parciales
	Médico especialista		
Indicación de medicación de alto costo con procedimiento quirúrgico al mismo paciente	Médico general 1		En casos donde el paciente requiera medicamento e intervención, debe ser evaluada considerando las necesidades farmacológicas y el tratamiento quirúrgico a implementarse
	Médico general 2		
	Médico especialista		

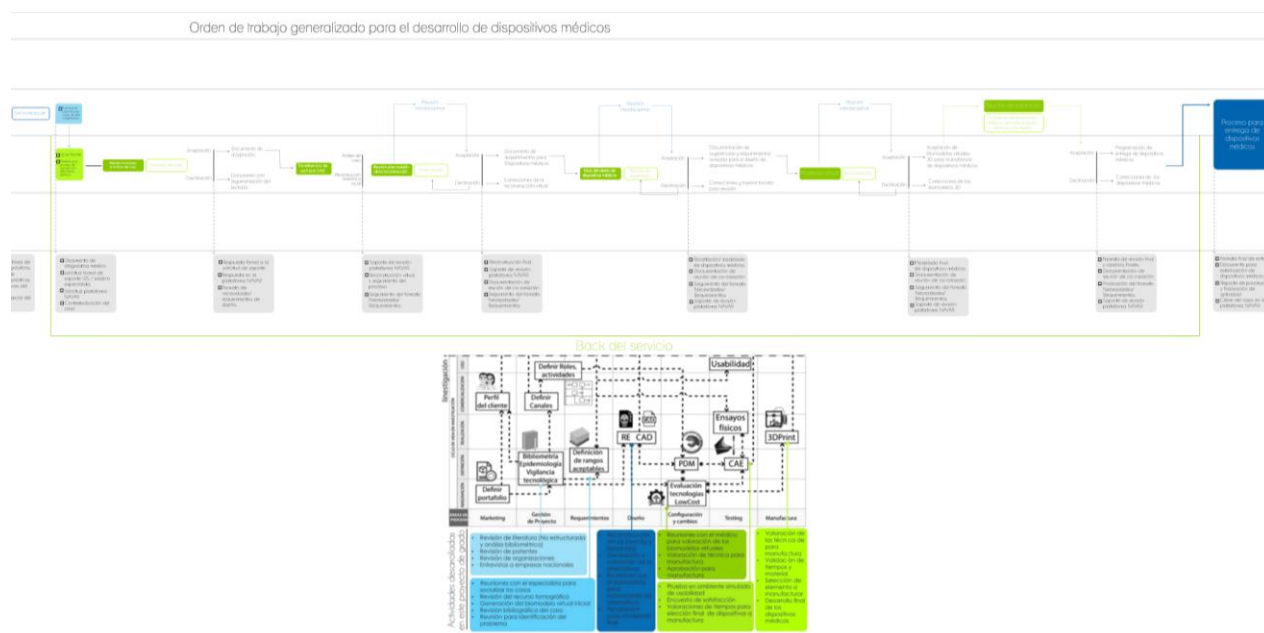
Cada una de las valoraciones anteriores, fueron situaciones reportadas durante el Customer Journey Map como críticas, teniendo en cuenta los niveles de complejidad y los seguimientos, desde observación del procedimiento o conducta médica tomada, revisión en junta médica o sanciones al médico según sea consideradas por la entidad donde este labora. Por este motivo, es clave la reducción de incertidumbre en la toma de decisiones, buscando garantizar procesos asertivos tanto en el diagnóstico del paciente como previamente a la intervención quirúrgica que se realizaría en el paciente.

### ***1.13.2 Evaluación del flujo de procesos para el servicio de pre-planeación quirúrgica***

El proceso de evaluación del Service Blueprint, se realizó mediante actividades de trabajo colaborativo, con la finalidad de detectar de manera temprana posibles situaciones, que puedan presentar el flujo de procesos diseñado durante la implementación de esta herramienta. El proceso de valoración tuvo 3 validaciones con médicos y 2 con investigadores del grupo INTERFAZ, llegando a una propuesta de actividades que fue evaluada en la fase de implementación.

La valoración previa a la implementación, permitió la identificación de situaciones que se pudiesen presentar durante la etapa de implementación, anticipando situaciones problemáticas, mediciones basadas en los KPI's y acciones preventivas desde la conceptualización. Este tipo de actividades de trabajo colaborativo para validación de los conceptos contribuyeron activamente a la interacción con los profesionales de la salud que aportaban ideas de aplicaciones basadas en su experiencia.

**Figura 39.** Flujo de procesos completo a evaluar con investigadores INTERFAZ y médicos.



La base del Service Blueprint aportó considerablemente en la construcción del servicio, pues permitió seguir un proceso pensado y diseñado en función de las necesidades expresadas por el usuario. Las fases mapeadas durante el testeo como situaciones de cuidado, se encuentran relacionadas con la planeación quirúrgica que realiza el especialista y cómo el grupo de investigación contribuye mediante el desarrollo de dispositivos médicos a la toma de decisiones sin incidir en la extensión de tiempos prequirúrgicos por reprocesos inherentes al grupo.

Se mapearon también, puntos de conexión específicos relacionados con apreciaciones de los médicos especialistas respecto a los KPI's del servicio y cuáles son las acciones de cuidado que deben para generar para evitar a una situación de riesgo o insatisfacción. Cada una de las fases se evaluó mediante una matriz de riesgo, donde se revisaron los procesos con la finalidad de mitigar situaciones adversas, malas interacciones o resultados no acordes a las expectativas o necesidades del especialista que solicita el servicio.

En el proceso de evaluación, se identificaron 16 situaciones consideradas como riesgosas o condicionantes para la prestación del servicio. Este proceso de identificación y valuación se realizó

con 2 médicos generales y una médica especialista, teniendo en cuenta los criterios de interacción en el servicio, calidad y tiempos de desarrollo, pues fueron estas las variables, riesgos o barreras consideradas como determinantes.

**Tabla 19.** Variables que representan un potencial riesgo para la prestación de un servicio de pre-planeación quirúrgica.

Código	Riesgo, variables o barreras del servicio
R1	Sospecha diagnóstica sin confirmar y las remisiones no son confirmadas por ningún especialista o profesional de la salud
R2	El diagnóstico del radiólogo no concuerda con la sospecha diagnóstica del médico encargado del caso
R3	Los recursos imagenológicos indicados para efectos del proceso de pre-planeación, no se pueden tomar por las capacidades de la I.P.S. o las condiciones médicas del paciente
R4	Evaluación de la junta médica sin concordancia en el diagnóstico o conducta médica
R5	La solicitud del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica no se encuentra definida completamente y los requerimientos no se estructuran desde la fase inicial
R6	Los tiempos de reunión para revisión del caso, seguimiento y procesos de co-creación son muy extensos.
R7	Las imágenes diagnósticas para el proceso de reconstrucción no se encuentran en el formato adecuado o no cumplen los estándares de calidad
R8	Tiempos extendidos para revisión entre avances en el proceso de reconstrucción
R9	Los tiempos de desarrollo del servicio complementario son más extensos que los tiempos para cumplir criterios de salud para la cirugía.
R10	El proveedor no genera modelos con suficiente fiabilidad anatómica.
R11	Falta de comunicación asertiva en las reuniones o interacciones con los médicos especialistas
R12	En casos experimentales, múltiples iteraciones sin avance en la toma de decisiones respecto al caso por falta de la adecuada comprensión de la patología.
R13	No adecuada documentación del caso, así como los procesos realizados durante el desarrollo del servicio y manufactura de los dispositivos médicos
R14	Daño considerable en alguna máquina de impresión 3D o procesos de manufactura incompletos
R15	Falta de información suficiente que permita generar biomodelos que cumplan con los requerimientos esperados para el proceso de pre-planeación.
R16	No se realiza medición de satisfacción y seguimiento al cliente como estrategia de servicio posventa.

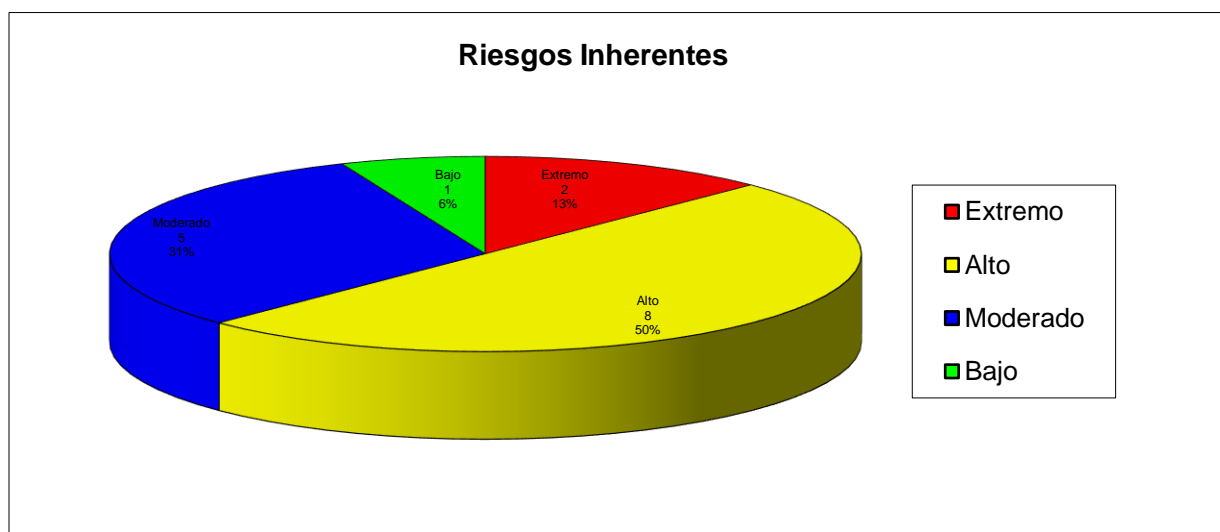
Cada variable independiente establecida de manera colaborativa en la tabla anterior, fue evaluada mediante una matriz de riesgo. Esta fue programada para clasificar el riesgo por urgencia en corrección de manera numérica y gráfica, evidenciando así los condicionantes de urgencia. Las variables dependientes tenidas en cuenta durante la valoración fueron: Tipo de evento, causa, factor de riesgo, probabilidad, impacto y severidad en el riesgo inherente, como en el siguiente gráfico.

**Figura 40. Matriz de posibles riesgos a presentarse en el servicio de pre-planeación quirúrgica.**

Análisis de riesgos del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica											
<span style="float: right;">Borrar Todas las</span> <span style="float: right;">Calificar Riesgos</span>											
Macro proceso	Proceso	Objetivo	No.	Riesgos del Proceso	Tipo de evento (nivel 1)	Tipo de evento (nivel 2)	Causa	Factor de riesgo	Probabilidad	Impacto	Severidad del Riesgo Inherente
Servicio de salud	Diagnóstico del paciente	1	R1	Sospecha diagnóstica sin confirmar y las remisiones no son confirmadas por ningún especialista o profesional de la salud	7. Ejecución y administración de procesos	7.6. Fallos de Proveedores o Outsourcing	La Especialistas no pueden generar un diagnóstico o flujo de procesos estable para el tratamiento del paciente Los exámenes complementarios no generan resultados concluyentes	Recurso Humano Tecnológico	Probable	Bajo	Moderado
Servicio de salud	Diagnóstico del paciente	1	R2	El diagnóstico del radiólogo no concuerda con la sospecha diagnóstica del médico encargado del caso	7. Ejecución y administración de procesos	7.2. Inoportunidad o inexactitud en la generación de información y reportes	La sospecha diagnóstica no es confirmada por el reporte emitido por el especialista en radiología Las imágenes diagnósticas poseen ruido radiográfico y distorsionan los comportamientos fisiológicos	Recurso Humano Tecnológico	Ocasional	Alto	Alto
Servicio de salud	Diagnóstico del paciente	1	R3	Los recursos imageneológicos indicados no se pueden tomar por las capacidades de la I.P.S. o las condiciones médicas del paciente	6. Fallas tecnológicas	7.6. Fallos de Proveedores o Outsourcing	No se cuentan con los equipos complementarios que garantizan la adecuada toma de recursos Los pacientes no se encuentran en condiciones médicas para la toma de las imágenes diagnósticas	Infraestructura Física Evento Externo	Probable	Significativo	Moderado
Servicio de salud	Conducta médica a seguir	1	R4	Evaluación de la junta médica sin concordancia en el diagnóstico o conducta médica	7. Ejecución y administración de procesos	7.2. Inoportunidad o inexactitud en la generación de información y reportes	La evaluación para toma de decisiones en casos de alta complejidad no encuentra n común acuerdo entre los integrantes de la junta médica	Procesos	Ocasional	Significativo	Moderado
Solicitud del servicio complementario	Solicitud del servicio	2	R5	La solicitud del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica no se encuentra definida completamente y los	3. Relaciones Laborales	7.1. Fallos en el diseño, ejecución y mantenimiento	El diseñador encargado del levantamiento de requerimientos obvia variables relacionadas con costos, tiempos y calidad No se tienen cuenta los KPI's del proceso	Procesos Procesos	Ocasional	Alto	Alto

En el análisis de variables intrínsecas de los riesgos, se identificaron prácticas, procesos, actividades y documentos necesarios para mitigar el riesgo, estas medidas preventivas se pensaron y diseñaron con la finalidad de prevenir situaciones que comprometan el buen flujo de trabajo diseñado para el servicio, la satisfacción del usuario y la calidad durante el proceso de interacciones.

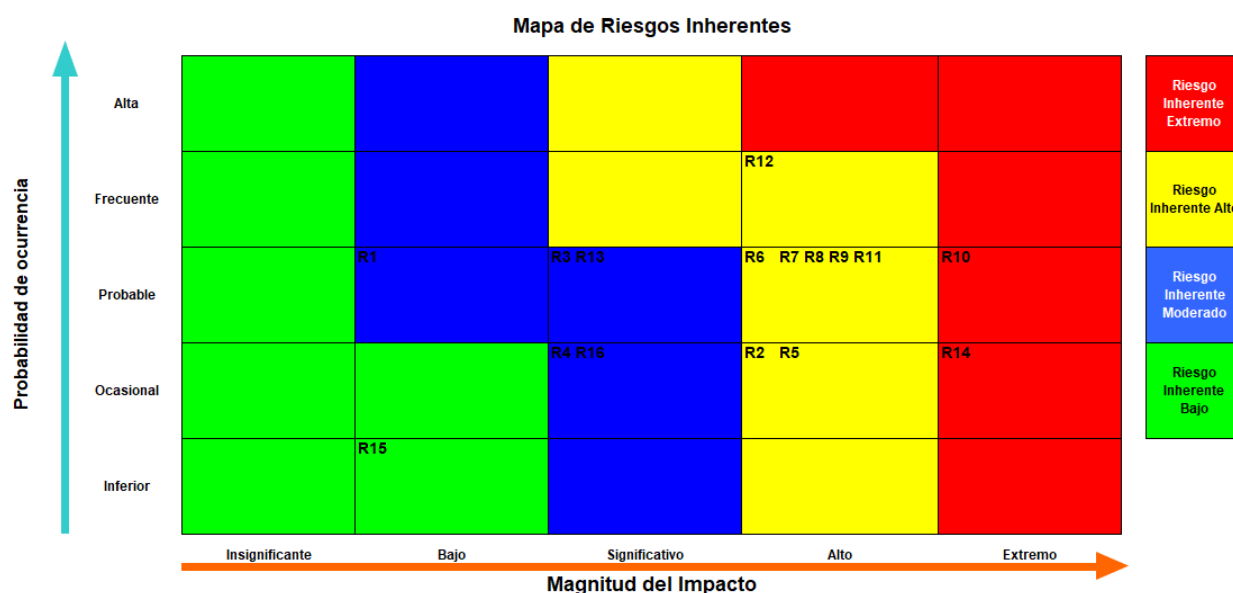
**Figura 41. Clasificación de riesgos a mitigar en la implementación del servicio.**



En el anterior gráfico se visualizaron los resultados en función de los datos obtenidos en el análisis de los riesgos inherentes al servicio. Con este gráfico se evidencia que el 13% de las

variables debe ser mitigada de manera inminente y el 50% deben cuidadas durante la ejecución del servicio. Cada posee acciones preventivas enfocadas en disminuir el impacto en el proceso de implementación y uso adecuado del servicio. En la figura 42, se muestra la distribución en el mapa de riesgos con su ubicación según variables durante el análisis y de manera gráfica se evidencia la necesidad de mitigar estas situaciones problemáticas.

**Figura 42. Mapa de riesgos inherentes vs magnitud de impacto.**



**Tabla 20. Evaluación de riesgos a mitigar y estrategias preventivas.**

Código	Riesgo del proceso	Severidad del riesgo inherente	Estrategias para mitigar el riesgo
R2	El diagnóstico del radiólogo no concuerda con la sospecha diagnóstica del médico encargado del caso	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de que los diagnósticos no concuerden, se puede realizar una reunión colaborativa entre especialistas que les permita revisar las condiciones del caso y el porqué del diagnóstico final.</li> </ul>
R5	La solicitud del servicio complementario para pre-planeación quirúrgica no se encuentra definida completamente y los requerimientos no se estructuran desde la fase inicial	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe realizar una reunión inicial donde se revise el caso, se analicen las condiciones médicas, se identifiquen necesidades, expectativas y problemas que posee el especialista en la toma de decisiones.</li> <li>Se debe generar un formato que permita la recolección de información de manera ordenada y siguiendo un orden específico.</li> </ul>
R6	Los tiempos de reunión para revisión del caso, seguimiento y procesos de co-creación son muy extensos.	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se deben establecer horarios de reunión en función de los horarios del médico especialista y los avances del proyecto. Las reuniones deben estar socializadas y con previo aviso antes del encuentro para su debida confirmación.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe llevar un seguimiento o bitácora de reuniones con las que se lleve la trazabilidad del proceso y los cambios solicitados.</li> </ul>
R7	Las imágenes diagnósticas para el proceso de reconstrucción no se encuentran en el formato adecuado o no cumplen los estándares de calidad.	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe hacer entrega de un protocolo que permita la recolección de imágenes diagnósticas de manera adecuada y que permitan un proceso de reconstrucción adecuados.</li> <li>• La revisión de calidad de los archivos no debe superar las 48 horas para emitir un juicio o solicitar cambio del archivo</li> </ul>
R8	Tiempos extendidos para revisión entre avances en el proceso de reconstrucción	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe establecer un calendario en función de los avances solicitados por el especialista y las preguntas respecto la anatomía y la fisiología del paciente.</li> </ul>
R9	Los tiempos de desarrollo del servicio complementario son más extensos que los tiempos para cumplir criterios de salud para la cirugía.	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En función de tener concordancia entre los tiempos de desarrollo de los dispositivos médicos y el tratamiento del caso, se debe hacer un análisis de escenarios respecto al caso, posibles emergencia y los tiempos normales de tratamiento del paciente.</li> </ul>
R10	Falta de comunicación asertiva en las reuniones o interacciones con los médicos especialistas	Extremo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe mantener los criterios anatómicos y se deben realizar revisiones periódicas de avance con el médico especialista, especialmente en casos donde la anatomía no es normal en el paciente.</li> </ul>
R11	Falta de comunicación asertiva en las reuniones o interacciones con los médicos especialistas	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los diseñadores e ingenieros que se relacionen con casos médicos, deben estar en contacto directo con los términos que usan los médicos especialistas y adaptarlos a los términos usados en el servicio.</li> <li>• Las capacitaciones deben ser acordes a los temas y el caso que se está trabajando, donde se capaciten en la anatomía y la fisiología del paciente.</li> </ul>
R12	En casos experimentales, múltiples iteraciones sin avance en la toma de decisiones respecto al caso por falta de la adecuada comprensión de la patología.	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En este casos se debe buscar generar interacciones secuenciales en función de los avances que se vayan teniendo en el proceso de reconstrucción virtual y si es acertado el avance realizado.</li> <li>• Se debe llevar control de cambios y versiones en caso de que algún avance no sea el adecuado y se requiera volver al punto inicial.</li> </ul>
R14	Daño considerable en alguna máquina de impresión 3D o procesos de manufactura incompletos	Extremo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe realizar mantenimiento preventivo de las máquinas y garantizar el stock necesario para los procesos productivos, teniendo en cuenta las condiciones, necesidades y requerimientos establecidos en la etapa anterior.</li> <li>• Se deben identificar proveedores con capacidades similares, puesto que en casos extremos se debe cubrir la situación con condiciones de manufactura similares y que permitan garantizar el proceso de desarrollo final.</li> </ul>

Con la finalidad de reducir los riesgos inherentes, se crearon estrategias que permitan mitigar el impacto de estas variables o evitar las situaciones de riesgo en la prestación del servicio, estos procesos fueron configurados con los actores clave que intervienen en el flujo del servicio y los usuarios directos. Según el proceso de identificación, las complicaciones pueden provenir directamente de los insumos que generan los médicos especialistas, exámenes especializados y los condicionantes del sistema de salud, por este motivo se debe lograr una integración desde el trabajo colaborativo.

### ***1.13.3 Conclusiones del capítulo – Testear e iterar***

En el proceso de testear, se identificaron variables que contribuyen de manera directa a la prestación de un servicio de manera consciente, teniendo en cuenta los riesgos y oportunidades de mejora propuestas. Con estos insumos identificados durante esta valoración, se buscó medir de manera objetiva los posibles riesgos que puede presentar el servicio en la etapa de implementación y prevenir situaciones que afecten la percepción de calidad en las interacciones con el cliente.

La valoración a través del Customer Journey Map como del Service Blueprint, permitió tener una visión holística del servicio, reconocer fortalezas y debilidades que en procesos de implementación pueden repercutir en brindar una mejor experiencia en la integración del servicio y el establecimiento de oportunidades de un modelo de negocio basados en la experimentación. Cada evaluación sirvió como base de análisis en los resultados generados durante la fase de implementación, respecto a los riesgos que sucedieron en el caso de prueba y según los resultados cuales fueron las medidas que se tomaron para mitigar el impacto del riesgo mapeado en esta fase.

En el siguiente apartado se colocó a prueba el flujo de procesos diseñado con un estudio de caso experimental y de alta complejidad en tejido blando y paciente pediátrico, variables que no se habían abordado en ningún procedimiento o intervención realizada por el grupo de investigación INTERFAZ a etapas de pre-planeación quirúrgica.

### **1.14 Implementar y evaluar**

En este capítulo se evidencia el cómo se realizó el proceso de implementación del servicio complementario de pre-planeación quirúrgica en un caso de alta complejidad. Cada una de las etapas fueron mapeadas de forma rigurosa mediado por trabajo colaborativo entre el equipo de diseño y la médica especialista encargada del caso. Los dispositivos médicos de soporte se diseñaron teniendo en cuenta las necesidades, expectativas y problemas identificados en el caso, reconstruyendo el órgano basándose en imágenes diagnósticas y contribuyendo de manera efectiva al entendimiento espacial mediante la fabricación de biomodelos físicos.

En las interacciones con la médica especialista, se realizaron procesos de validación constantes, seguimientos al caso, revisiones de control de calidad en la reconstrucción, pruebas de los dispositivos médicos, evaluación del caso y toma de decisiones de manera individual colaborativa en junta médica. De manera paralela se evaluaron los KPI's y requerimientos que se identificaron en la etapa de Analizar y problematizar en función de verificar el cumplimiento y satisfacción de necesidades.

En esta etapa también se evaluaron riesgos identificados en la etapa de Testear e Iterar, teniendo en cuenta las estrategias para el desarrollo actividades determinadas y la conducta a seguida según los lineamientos establecidos de manera preventiva. En este apartado se consignó información específica de las condiciones del caso, relacionamientos, proceso, implementación de plataformas PDM, procesos de reconstrucción, modelado, desarrollo y manufactura, teniendo múltiples actores en la cadena de valor y la colaboración cercana por parte de la usuaria directa, en este caso la médica especialista.

Cada etapas fue gestionada mediante un modelo de toma de decisiones que se basó en la definición de la actividad y factor barrera que podría presentarse; mitigación de la barrera orientado al análisis y planteamiento de acciones que permitan en primera instancia resolver la situación o un

abordaje empírico de aprendizaje frente a la acción realizada. La toma de decisiones, obedece al momento en que se definen lineamientos para establecer que flujos de proceso o acciones serán las que demarcarán esta fase del servicio. Oportunidades de mejora para la prestación del servicio, es la valoración de la toma de decisiones desde la perspectiva de los KPI como calidad o tiempo o costos.

#### ***1.14.1 Contextualización***

La Universidad Industrial de Santander mediante el grupo de investigación INTERFAZ en múltiples ocasiones ha tenido acercamiento a actores clave en el sector salud del departamento de Santander, dando a conocer desarrollos y capacidades que se han construido con la finalidad de contribuir activamente a la mejora en los servicios de salud. Uno de esos actores es la Fundación Cardiovascular de Colombia (FCV), con quienes se ha desarrollado proyectos y actividades en común, teniendo un trato cercano y de relaciones interinstitucionales constantes que han derivado en resultados como una patente de mascarilla respiratoria.

Basados en esta trayectoria y múltiples reuniones donde se han expuesto los desarrollos generados en el grupo de investigación, la FCV tuvo interés en colaborar durante la toma de decisiones médicas a través del desarrollo de dispositivos médicos dado que contaban con un caso de alta complejidad con un alto nivel de incertidumbre anatómico. Durante la primera reunión de acercamiento se expuso la posibilidad de realizar procesos de implementación de servicio de pre-planeación complementaria a través del desarrollo de dispositivos médicos.

Dada la complejidad del caso y el carácter experimental se decidió proceder teniendo en cuenta el flujo de procesos diseñado para el servicio, pero con un alto nivel de incertidumbre respecto a la reconstrucción de la geometría anatómica del corazón, pues las experiencias previas fueron ejecutadas sobre tejido óseo. Al tener un proceso experimental y la dificultad de poder colocar a prueba el servicio, se aceptó el caso y se procedieron con las reuniones iniciales de trabajo

colaborativo, entre la diseñadora y la médica encargada del caso. La solicitud del caso se realizó de manera interinstitucional como un proyecto de trabajo colaborativo, sin aporte económico y uso de material propio de la universidad.

### 1.14.2 Análisis del caso

La primera reunión de trabajo colaborativo entre la diseñadora Industrial y la médica cirujana, se realizó con la finalidad de establecer el contacto inicial para tener un mayor contexto del personal con quien se relacionaría en el proceso y el acercamiento al caso. Durante la entrevista se realizó el reconocimiento de las médicas que estarían trabajando en el proceso y sus roles.

**Tabla 21.** Cargos y roles de las médicas relacionadas con el servicio de pre-planeación quirúrgica.

Nombre	Dra. Diana Patricia Fajardo Jaramillo	Dra. Sara Elena Mendoza Crespo	Dra. Melina Acevedo Rojas
Cargo	Médica encargada del caso Cirujana Cardiovascular	Jefe de Cirugía Cardiovascular Pediátrica y Congénita	Médica General Médica Hospitalaria
Tipo de actor	Usuario directo	Usuario indirecto- Control de procesos	Usuario indirecto- Asistencial
Presentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médica Cirujana – Universidad Nacional de Colombia (UNAL)</li> <li>• Cirujana General – Universidad Militar Nueva Granada (UMNG)</li> <li>• Cirujana Cardiovascular – Universidad Pontificia Bolivariana (UPB)</li> <li>• Fellowship en Cirugía Cardíaca Valvular de Adultos – Herz und Gefassl Klinik GMBH, Bad Neustadt A. D. Saale,</li> <li>• Fellowship en Cirugía Cardiorácica Pediátrica – Great Ormond Street Hospital for Children</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico General – Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)</li> <li>• Cirujana General – Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)</li> <li>• Cirujana Cardiovascular – Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)</li> <li>• Fellowship en Cirugía Cardíaca Pediátrica – University of Pittsburgh</li> <li>• Profesora Asistente – University of Pittsburgh. Pittsburgh</li> <li>• Profesora Asistente – The University of Texas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médica y Cirujana – Universidad Industrial de Santander (UIS)</li> <li>• Máster en Integración del Conocimiento Médico y su aplicación a la Resolución de Problemas Clínicos – Universidad Católica San Antonio (UCM). Murcia, España</li> </ul>

Posterior al reconocimiento de las doctoras con quienes se tendría alguna relación de manera directa o indirecta, se procedió al análisis y explicación del caso, las dificultades, complicaciones y procedimientos que se habían ejecutado por parte del equipo médico hasta el momento. Cabe

resaltar que los antecedentes médicos de la paciente fueron actualizados constantemente en función de los procedimientos, manejo farmacológico y terapias que se le realizaban de manera constante.

#### 1.14.2.1

#### Antecedentes del caso

Femenina de 4 meses de edad, consulta por primera por una falla de medro, desaturación y cianosis. En la remisión a la Fundación Cardiovascular de Colombia, se realizaron exámenes diagnósticos, procesos de acompañamiento a la paciente y revisión del caso por parte de los especialistas en el área pediátrica y cardiológica.

En los hallazgos obtenidos en los exámenes diagnósticos, se observó lo siguiente: *“yuxtaposición de auriculillas a la derecha, corazón ligeramente rotado a la izquierda, Aorta anterior a la derecha, Arteria Pulmonar posterior a la izquierda neovascularización de la adventicia entre aorta y pulmonar. En la inspección intracardiaca se observa septo interauricular grueso se realizó atrioseptotomía. El ventrículo anterior conectado a la aurícula derecha tiene válvula de apariencia bivalva con músculos papilares al parecer de origen en el ápex, no hay cuerdas tendinosas provenientes del septo. ventrículo muy trabéculado con trabéculas gruesas. Se observa a través de la comunicación interatrial la válvula Auriculoventricular posterior de apariencia trivalva, con cuerdas tendinosas provenientes del septo, ventrículo de paredes más lisas y cavidad ventricular más pequeña”*. La información fue suministrada por la médica cirujana encargada del caso, manteniendo el anonimato de la paciente y sus familiares, durante el proceso de relacionamiento se realizó una explicación detallada de la patología y se suministró información para el debido estudio del caso.

Entre los procedimientos subsecuentes se encontraron 3 cateterismos, seguimiento con medicamentos, análisis constante del caso y la ejecución de una angiografía de tórax que sería la base de información para el proceso de reconstrucción. El caso tuvo 3 revisiones en junta médica

del caso, donde se tomaron decisiones quirúrgicas que proponían la mejora de las condiciones anatómicas del corazón de la paciente.

### ***1.14.3 Definición de actividades clave para el desarrollo del servicio***

Actividad: definir lineamientos para toma de imágenes diagnósticas. Dada la naturaleza del caso y la oportunidad de aprendizaje sobre procesos de reconstrucción virtual de tejido blando, se establecieron los parámetros mediante un análisis de procedimientos para la toma de imágenes diagnósticas. Este proceso se realizó mediante una revisión exploratoria de la literatura, donde en artículos recientes se identificaban las mejores imágenes diagnósticas para tejido blando y los debidos cuidados que se debían tener durante la ejecución del procedimiento.

Como resultado de la revisión, identificó la resonancia magnética nuclear como el tipo de examen no invasivo por excelencia para la toma de imágenes diagnósticas que permitan la adecuada visualización del tejido blando. Esta técnica era pertinente, pues acelera las partículas de oxígeno, haciendo resonar las partículas de agua en el tejido humano permite la visualización más definida de órganos blandos (Mahadappa et al., 2021; Tiwari et al., 2021).

Posterior al proceso de indagación y la revisión de múltiples libros de medicina donde se indicaba los IRM (Imagen por Resonancia Magnética) como el examen a implementar. Con base en estos insights, se realizó una reunión de trabajo colaborativo con la cirujana de la FCV. A continuación se describe la fase desarrollada (Campbell et al., n.d.; Mavrogeni et al., 2023; O'Halloran et al., 2022).

**Factor de barrera:** No se contaba con el equipo de soporte anestésico adecuado para niños inferiores a 5 años y que estuviese indicado para trabajar en las condiciones o para realizar el soporte vital al paciente durante el tiempo en tomógrafo.

**Mitigación de la barrera:** Dadas las indicaciones de la cirujana y del equipo técnico radiográfico, se debía trabajar con Angiotomografía Computarizada (ATAC) por los condicionantes

específicos del caso. En consecuencia se indagaron los valores ideales de distancia para realizar reconstrucción virtual entre slice y slice para tener un alto nivel de calidad en la reconstrucción. El valor identificado es de 0.625 mm de distancia entre slice y slice (D. D. Wang et al., 2021), dado que permite una reconstrucción entre slice/ slice con más información y genera una reconstrucción con alta calidad en la visualización de la anatomía del corazón.

**Toma de decisión:** Por las condiciones de la paciente y en una evaluación por parte de la radióloga, se llegó a un punto en común de 0.92mm con interpolación del software a 0.625mm.

**Oportunidad de mejora para el prestador del servicio:** Con base en los valores identificados para este tipo de casos con los valores de referencia identificados, cuidando siempre del bienestar y la salud de la paciente. Se debe analizar la pertinencia de los datos en función de la escalabilidad a un protocolo de calidad en la toma de imágenes diagnósticas.

**Tabla 22.** Especificaciones de las imágenes diagnósticas en casos pediátricos sin posibilidad de sedación.

Especificaciones de las imágenes diagnósticas	
Condiciones establecidas para el ATAC	Criterios de selección simplificados
<p><b>Tipo de imagen:</b> Angiotomografía de tórax contrastada.</p> <p><b>Tomógrafo:</b> Light Speed VCT 64</p> <p>Cantidad de Slices (originales): 1680 imágenes</p> <p>Distancia (original): 0.92 mm</p> <p><b>Intervalos:</b> 7.6 mSv/ 8.8 mSv (8.2 mSv promedio)</p> <p>Dosis de contraste: 8.672 mGy</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se seleccionó el AngioTAC por la necesidad de alta resolución respecto al tórax de la niña</li> <li>• Se descartó el IRM por la larga exposición de la paciente a sedación y disminución de los latidos del corazón, ya que podría</li> </ul>
<p>Interpolación (generadas): 2475 imágenes</p> <p>Distancia (generada): 0.625 mm</p>	<p>afectar la cardio patología y complicar el estado de salud</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se descartó el IRM porque los recursos de apoyo en la sedación</li> </ul> <p>en pacientes pediátricos son de tipo ferromagnético y no pueden estar en contacto para el resonador.</p>

**Valoración de la decisión:** La identificación de patrones para la toma de exámenes diagnósticos mediante actividades de trabajo colaborativo permitió la identificación de variables para la toma de decisiones al prestar el servicio de pre-planeación quirúrgica como: la identificación de parámetros individualizados para la toma de imágenes diagnósticas, procesos para sedación en caso de ser necesario y balance en las distancias entre slice y slice.

Posterior a la toma de imágenes diagnósticas, se hizo entrega por parte del equipo médico al equipo de diseño y se procedió a realizar una revisión de rutina para aceptar el caso a reconstrucción. Se solicitaron 2 cambios por el formato y posterior a la revisión donde se cumplían con los criterios del software para reconstruir, se aceptaron las imágenes.

#### ***1.14.4 Implementación de un PDM para la gestión del servicio***

##### **Actividad: Gestión de la información para entrega de imágenes diagnósticas.**

En función de realizar procesos de trabajo colaborativo con respuesta y seguimiento constante a lo largo del ciclo de vida del proyecto, se quiso implementar un software PDM para la gestión del servicio, con el fin de mantener la trazabilidad de manera constante y colaborativa. En el grupo de investigación, el Prof. Luis Eduardo Bautista con su grupo de colaboradores, desarrolló un PDM (Product Data Management) especializado para el desarrollo de dispositivos médicos tanto para paciente especializado como soluciones estándar según el caso que se esté tratando, en esta fase se buscó emplear la herramienta NAVAR como proceso de prueba y análisis del proceso.

**Figura 43.** Pantalla de inicio del software PDM Navar.



Con NAVAR se buscó configurar un flujo de procesos que contemplara las fases específicas del caso con el que se estaba tratando y cuáles serían las interacciones con el personal médico. En la primera fase, se socializó esta herramienta y se realizó una primera comunicación para establecer el proceso de capacitación la cirujana, ella designó a su médica hospitalaria como la encargada de realizar esta interacción, pues ella sería quien realizaría la entrega de las imágenes diagnósticas.

En la disposición de NAVAR como plataforma, se establecieron actividades propias del proceso y se creó un perfil basado en los datos del paciente con el que se trabajaría. En esta actividad, la configuración estuvo a cargo de la diseñadora que realizaría el seguimiento a los desarrollos y quien ejecutaría la actividad. En las siguientes imágenes se logran visualizar algunos de los procesos que debió ejecutar la diseñadora, en la sección donde se llenaron los datos se coloca una imagen de referencia para protección de la información de la menor.

**Figura 44.** Actividades ejecutadas en la plataforma Navar.

The image shows two parts of the NAVAR platform interface. On the left is a dashboard with a sidebar menu and a grid of ten activity cards. On the right is a 'Crear paciente' (Create patient) form.

**Dashboard Activities:**

- Actividad 2: Reunion CoCreacion** - Levantamiento de requerimientos y parámetros.
- Actividad 3: Sesión de Diseño colaborativo** - Sesión para la creación del dispositivo PDI.
- Actividad 4: Entrega de imágenes diagnósticas** - Entrega de imágenes diagnósticas para reconstrucción inicial.
- Actividad 5: Solicitud servicio de pre-planación quirúrgica** - Solicitud del servicio de pre-planación quirúrgica con detalles sobre: Patología/ Trauma, talla, requerimientos del proce...
- Actividad 6: Reunión para evaluación del caso** - Reunión para valoración de capacidades y posibilidades de ejecución del caso.
- Actividad 7: Reconstrucción inicial** - Reconstrucción inicial para valoración de necesidades y solicitud de dispositivos médicos específicos.
- Actividad 8: Corrección del modelado anatómico** - Correcciones del modelado inicial por parte del diseñador, siguiendo las indicaciones del especialista y sostiene al formulario...
- Actividad 9: Sesión para valoración del modelado inicial** - Levantamiento de requerimientos, necesidades y oportunidades basados en el modelado inicial.
- Actividad 10: Modelado anatómico final** - Modelado virtual final para el desarrollo de dispositivos médicos personalizados.

**Crear paciente Form:**

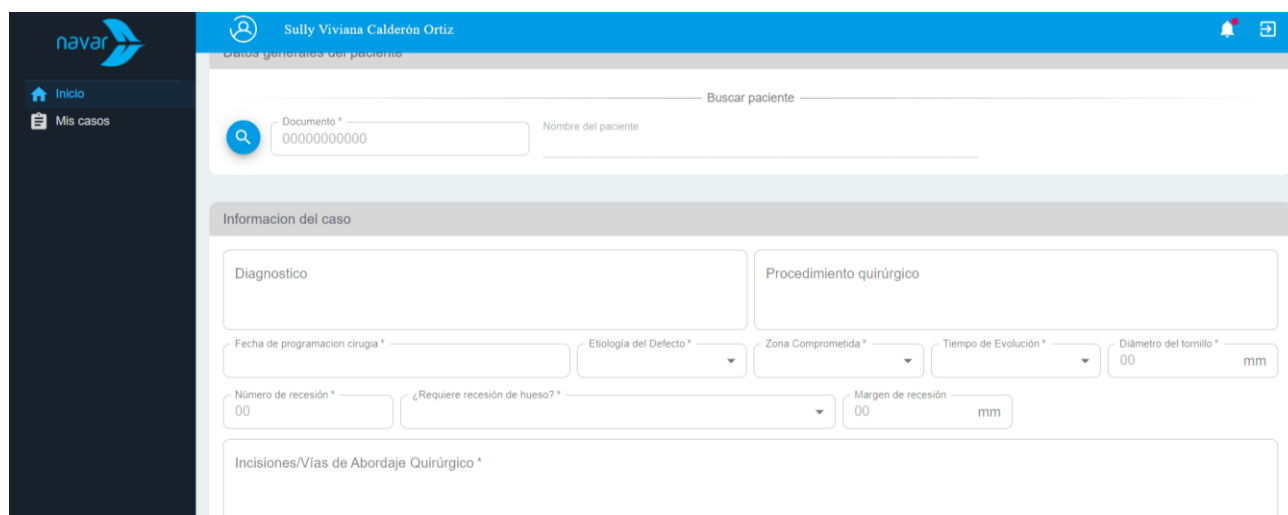
- Nombre completo \***: Juan David Matamoros Diaz
- Tipo T1 \***: [Dropdown]
- Documento \***: 0000000000
- Fecha de nacimiento \***: [Field]
- Sexo \***: [Dropdown]
- Dirección**: 0000000000
- Ciudad**: Floridablanca
- Telefono**: 000000000
- Datos del acudiente**:
  - Nombre acudiente**: Blanca Nidia Reyes Garcia
  - Telefono acudiente**: 3162678355
- Crear paciente** [Button]

En uso de Navar se crearon los roles de quienes interactuarían como actores clave en el trabajo colaborativo mediado por software PDM, requiriendo la configuraron roles según las actividades donde estos intervendrían. De manera paralela, se capacitaron a las médicas en el uso de la plataforma y en la interacción con las herramientas, teniendo actividades como el llenado de la historia clínica, carga de información y revisión de las actividades realizadas para emitir retroalimentación constante a los avances en el proceso de desarrollo.

**Factor Barrera:** A lo largo del relacionamiento con la herramienta, la cirujana y la médica hospitalaria reportaban una alta dificultad para realizar las actividades de cargue y actualización de información del paciente que se estaba tratando. La plataforma, cuando fue diseñada estaba pensada netamente a casos relacionados con el sistema esquelético, las patologías o traumas que este pudiese sufrir, por esto la información solicitada no estaba acorde a un caso cardio infantil y en algunos apartados los datos no eran relevantes para el caso o simplemente no se tenía la información.

**Mitigación de la barrera:** En la carga de información, la plataforma presentaba errores por el tipo de imágenes diagnósticas y el peso de estas al ser cargadas, por este motivo las médicas manifestaron inconformismo y solicitaron enviar las imágenes con los datos relevantes, la sospecha diagnóstica y la conducta médica en físico, así el reconocimiento del paciente se haría más rápido y no estaría sometido a una herramienta que no estaba diseñada para este tipo de casos.

**Figura 45.** Ejemplo de datos solicitados para documentar el caso en la plataforma Navar.



The screenshot displays the Navar platform interface. At the top, there is a blue header with the user's name 'Sully Viviana Calderón Ortiz' and a search bar labeled 'Buscar paciente'. Below the header, there is a search bar with a magnifying glass icon and a text input field containing '0000000000'. The main content area is titled 'Información del caso' and contains several form fields: 'Diagnostico', 'Procedimiento quirúrgico', 'Fecha de programación cirugía \*', 'Etiología del Defecto \*', 'Zona Comprometida \*', 'Tiempo de Evolución \*', 'Diámetro del tornillo \* mm' (with '00' entered), 'Número de recesión \*', '¿Requiere recesión de hueso? \*', and 'Margen de recesión mm' (with '00' entered). At the bottom, there is a text area for 'Incisiones/Vías de Abordaje Quirúrgico \*'. A dark sidebar on the left contains the 'navar' logo and navigation options: 'Inicio' and 'Mis casos'.

**Toma de decisión:** Dadas las condiciones y situaciones que se presentaron durante la interacción y por el contexto del PDM, el personal médico solicitó no implementar la plataforma hasta no tener una versión actualizada, que permita un flujo de procesos más amigable con el usuario.

**Oportunidad de mejora para el prestador del servicio:** La plataforma presenta un alto potencial para transferencia, revisión y análisis de datos respecto al proceso de desarrollo del servicio, pero debe ser adaptada y ajustada a las necesidades de la diversidad de casos. En la evaluación de la herramienta Navar mediante reunión, las médicas que interactuaron con la herramienta mencionaron se realizaron las siguientes modificaciones:

- Generalizar la información para no tener especificidades, mencionando en una nota como en los sistemas internos de la clínica y tener en cuenta opciones relacionadas con tejido óseo y en tejido blando, donde la información se pueda clasificarse en función de la patología, condición o el trauma.
- Se recomienda la adaptación o ajuste para subir imágenes DICOM a la plataforma pues presenta error en el proceso.
- Se recomienda realizar una capacitación o manual para la interacción con la plataforma por primera vez por parte del médico especialista.
- Se sugiere la construcción del rol (médico hospitalario), pues este es el que realiza seguimiento de los procedimientos de reconstrucción cuando el cirujano no puede estar pendiente del proceso.
- Es necesario delimitar las variables que son requerimiento para solicitar un proceso, pues algunos flujos de trabajo no se posee la información completa y esto delimita el realizar solicitudes rápidas.

**Valoración de la decisión:** Este tipo de herramientas correctamente configurada, permitirá reestructurar la configuración del PDM en función de su implementación para casos como el presente. Entre tanto se realiza la actualización el proceso del servicio puede realizarse de forma manual y por interacción directa entre diseñador y especialistas.

#### ***1.14.5 Identificación de requerimientos y necesidades.***

**Actividad: requerimientos para el desarrollo del caso.** En la identificación de requerimientos, necesidades y expectativas, se realizaron actividades de trabajo colaborativo con la cirujana encargada del caso. En las reuniones la interacción se centró en el reconocimiento de las actividades en las etapas prequirúrgicas, cuáles son las regiones anatómicas que le generan incertidumbre, el por qué ha sido complejo definir el procedimiento y cuáles son sus expectativas respecto a los alcances de fidelidad entre el modelo anatómico con la anatomía de la paciente.

En este proceso se realizaron 2 reuniones y un acompañamiento a un procedimiento quirúrgico como observador.

**Factor Barrera:** el lenguaje especializado, la patología compleja del caso dificultaba la comunicación con el equipo interdisciplinario. En cada uno de los ambientes o actividades realizadas, se clarificaron inquietudes pues la anatomía de la paciente no se asemejaba a un corazón en condiciones normales.

**Mitigación de la barrera:** Durante las interacciones de trabajo colaborativo, la cirujana realizó la invitación a asistir a un procedimiento quirúrgico de un paciente diferente para poder visualizar el procedimiento, las condiciones y oportunidades de nuevos desarrollos.

**Figura 46.** *Asistencia a reconocimiento de procedimientos cardiológicos infantiles.*

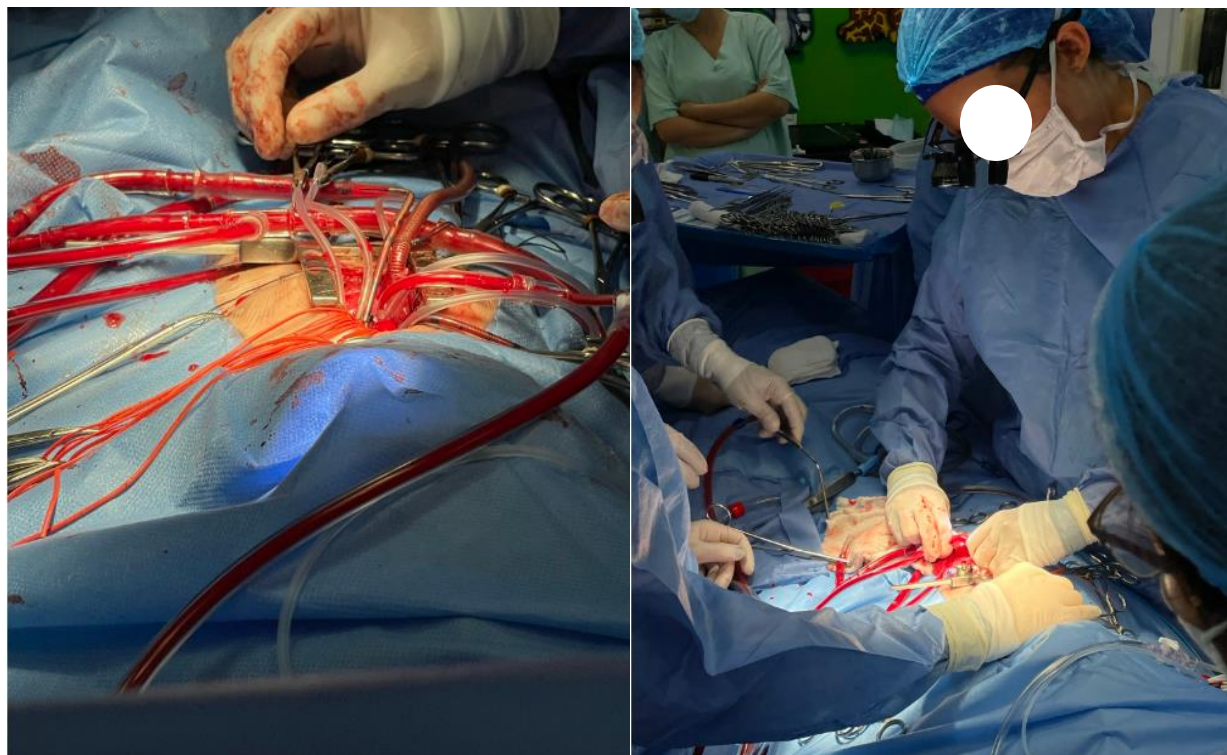


*Nota:* Agradecimiento a la FCV y a la Dra. Diana Fajardo por la disposición de colaboración.

**Toma de decisión:** La asistencia a este procedimiento se realizó en calidad de observador, donde se identificó los procesos realizados durante el procedimiento, la preparación del paciente, el alistamiento del instrumental, coordinación del personal de soporte, el seguimiento por la anestesióloga y el acompañamiento de hemodinamia. Cabe resaltar que este tipo de experiencias

previas permitieron reconocer procesos complementarios a la cirugía, que son inherentes a los procedimientos quirúrgicos en la especialidad de cardiología a cómo se interviene al paciente.

**Figura 47.** *Ejecución y ambiente de procedimientos quirúrgicos cardiológicos pediátricos.*



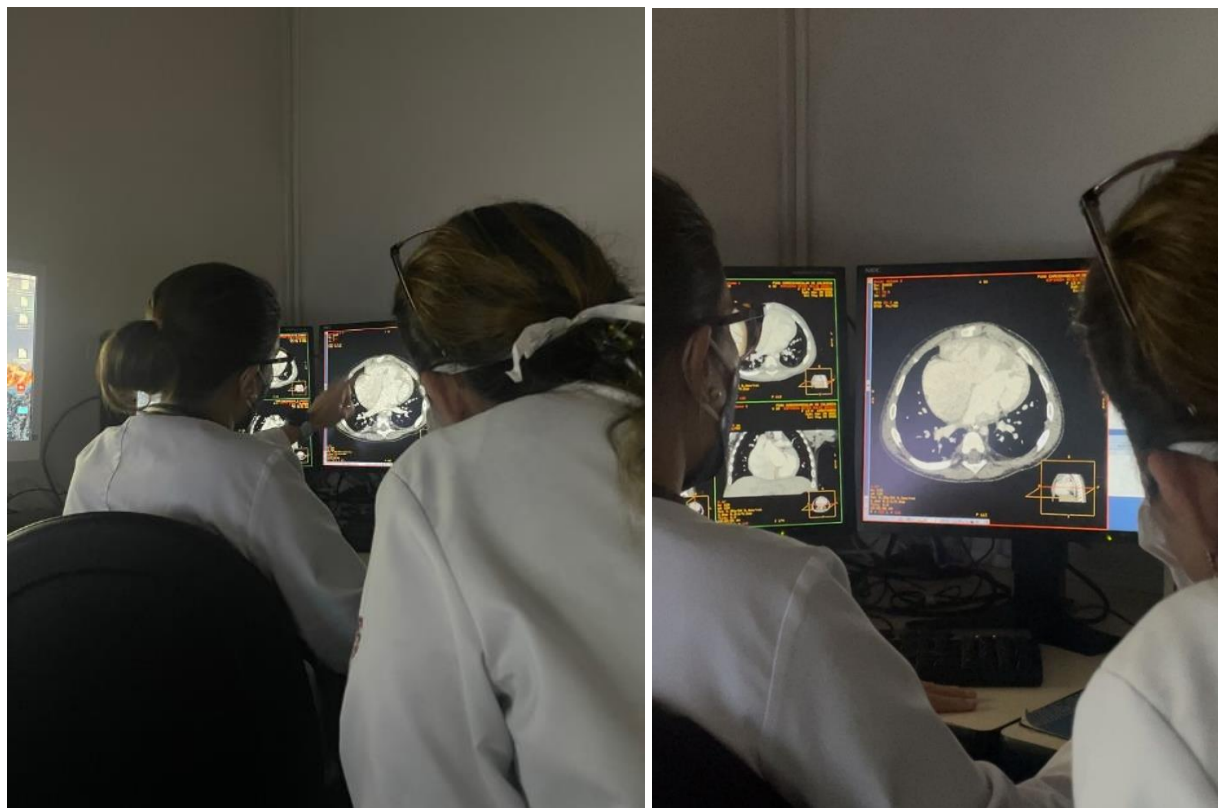
En el proceso de observación, se evidenciaron actividades repetitivas que aumentaban los tiempos quirúrgicos, entre ellos destacó el corte y medición en repetidas ocasiones de un parche bobino para la reconstrucción del corazón. Durante este procedimiento se identificó la oportunidad de realizar el diseño del parche bobino con espacio para sutura mediante la reconstrucción virtual y una guía quirúrgica que permita agilizar el procedimiento y reduzca el tiempo en el que detienen el corazón durante la intervención.

**Oportunidad de mejora para la prestación del servicio:** Se debe realizar el proceso de empatía mediante participación como observador en procedimientos quirúrgicos equivalentes al caso a desarrollar, o la observación de videos para el análisis de las actividades que permitan establecer los requerimientos y la definición de posibles soluciones de pre-planeación. Se debe

establecer un aproximado de posibles encuentros para aclaración de inquietudes y orientación del enfoque del abordaje quirúrgico en aras de definir la estrategia de pre-planeación.

La participación en el procedimiento quirúrgico fue un espacio para la generación de ideas como una oportunidad para contribuir a la ejecución del procedimiento quirúrgico y puede ser implementado al caso en el marco del servicio de pre-planeación. En función del análisis del caso, se realizó una reunión para la revisión colaborativa de los hallazgos en el AngioTAC de la paciente junto la cirujana encargada del caso y la radióloga que realizó el análisis.

**Figura 48.** *Revisión del dictamen y análisis en cooperación con la radióloga.*



En esta reunión se identificaron secciones anatómicas del corazón que no concuerdan con una sección normal, se revisaron las particularidades del caso y se observaron los puntos clave donde el proceso de reconstrucción debía ser lo más preciso posible. Durante el reconocimiento se analizó la fisiología y el flujo sanguíneo Inter cameral donde la paciente estaba sufriendo

complicaciones que influían directamente con su salud. En el análisis, explicaron a la diseñadora el análisis anatómico y la interpretación de regiones del corazón respecto a una anatomía normal, clarificándose dudas respecto al tejido blando a reconstruirse.

En un siguiente encuentro con la cirujana encargada se definieron en función de la traducción de las necesidades y requerimientos manifestados por la cirujana. Estos fueron consignados en la siguiente tabla.

**Tabla 23.** Estructuración de requerimientos acorde a las necesidades.

Necesidades	Requerimientos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesitaba visualizar de manera tridimensional las regiones anatómicas externas de la paciente dado que el corazón poseía una configuración anormal que dificultaba visualizar las secciones.</li> <li>• La cirujana necesitaba poder distinguir las cavidades internas en el corazón, las conexiones, cavidades y tamaños reales</li> <li>• La cirujana mostraba la inquietud para encontrar una perforación en el corazón que permitía la combinación entre sangre venosa y arterial</li> <li>• Se necesitaba retirar las cavidades que se relacionaban o tenían conexión con el pulmón.</li> <li>• Se necesitaba evaluar la intervención de la paciente sin necesidad de realizar intervenciones de prueba donde se arriesgaba la vida de la paciente</li> <li>• Deseable que los materiales de los modelos sean semejantes al músculo de la paciente y sean flexibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requería la reducción de ruido radiográfico entre tejidos y flujo sanguíneo para poder visualizar las cavidades, condiciones musculares, interacciones fisiológicas y las condiciones generales del corazón.</li> <li>• Se requería una delimitación de ciertas regiones que en la visualización virtual no se percibían como una sección definida por el movimiento constante que este ejerce para la conservación de esas secciones (Válvula pulmonar, Válvula mitral, Válvula tricúspide y Válvula mitral)</li> <li>• Se requiere la reducción de los grandes vasos y secciones que comunican con el pulmón.</li> <li>• Generación de modelos que permitan la visualización completa del corazón y modelos que permitan visualizar la ubicación real de las cavidades además de la Reproducción en escala 1:1 del corazón.</li> <li>• Se requiere que los biomodelos se realicen en material flexible que permita realizar pruebas previas al procedimiento quirúrgico.</li> <li>• Se deben generar biomodelos de corte para la planeación del cirujano respecto a la intervención de la paciente, estos biomodelos deben estar asesorados por la cirujana y las consideraciones.</li> </ul>

**Valoración de la decisión:** Las consideraciones de las necesidades y requerimientos facilitó la orientación para el direccionamiento de las actividades posteriores. El proceso debe abordarse de manera colaborativa entre los actores que aporten la información requerida respecto al abordaje quirúrgico, la interpretación imagenológica y el conocimiento del caso clínico. Este caso debe considerar el AngioTAC en función de las condiciones anatómicas y secciones del corazón que presentaban más dificultad para la toma de decisiones en diseño.

### 1.14.6 Proceso de reconstrucción virtual

El proceso de reconstrucción virtual es clave en el desarrollo de dispositivos médicos a la medida de un caso de alta complejidad, pues es donde se define y visualiza la anatomía.

**Actividad:** Representar de manera tridimensional las características anatómicas basándose en las imágenes diagnósticas del paciente. En este caso, se realizó el proceso de reconstrucción virtual implementando el software Mimics® que es especializado en generar interpolación de imágenes médicas bidimensionales y generar un volumen con altos niveles de precisión anatómica.

**Proceso:** La reconstrucción inició con la importación de los archivos DICOM al software para reconstrucción biomédica. El software sugiere algunas alternativas de cantidad de imágenes a seleccionar y se debe respetar el criterio que a mayor cantidad de imágenes diagnósticas, mayor será la definición de la reconstrucción final, pues a menor entre dos slices del AngioTAC, menor distancia anatómica entre sección y sección que se está reconstruyendo. En la siguiente tabla se consignan algunos tiempos de la importación de imágenes y los criterios que se tuvieron en cuenta.

**Tabla 24.** Criterios de importación de imágenes diagnósticas implementados.

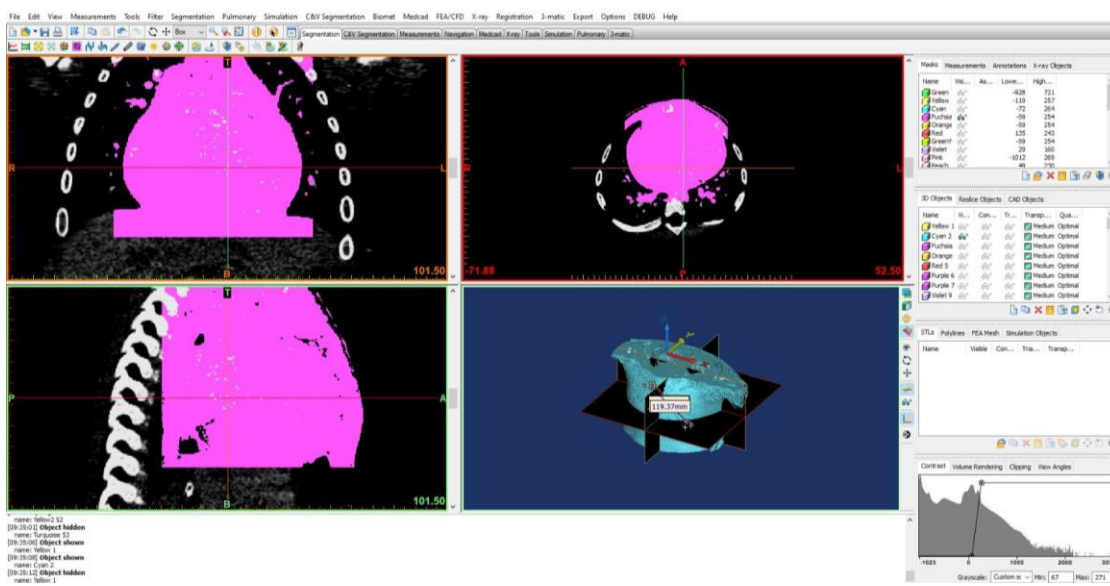
Datos de la paciente			
Edad: 1 año		Sexo: Femenino	
Tipo de patología: Congénita			
Imágenes diagnósticas Iniciales			
Tipo de imagen	Extensión	Equipo documento CT	
Angiotac de tórax	DICOM	Advantage Workstation (AW 4.7 ext. 16)	
Equipo	Slices	¿Se utilizó medio de contraste?	
Multidetector 128 canales	1680	Si	
Metadatos del archivo DICOM			
Anchura: 512 Altura: 512		Calidad: 0.92mm con reconstrucción interpolada a 0.625	
Reconstrucción final			
Tiempo de importación		20 min	Actividad: Apertura del TAC en el software
Tiempo de conversión	8,23 min	Actividad: Conversión de las imágenes y selección del general de las condiciones de la tomografía. Se seleccionaron todos los estudios para tener referencia general de la tomografía y se visualizara en totalidad el contraste. Selección: Burst 40% Plus / 5%-95% usable	
Capa 1	Tipo de capa: Visibilidad general	Escala HU: -928 UH/ 721 UH	Tiempo: 6 min
Actividad: Visualización de capa guía y referencia para depuración posterior. Capa base con todos los tejidos que componen el cuerpo además de contener ruido radiográfico externo, propios del tomógrafo. Se generaron capas de referencia donde se redujo la escala Hounsfield para tener mejor referencia de los órganos y tejidos que contenía el AngioTAC			

El proceso de reconstrucción inició la depuración y la elección del rango en la escala Hounsfield para reducción del ruido radiográfico. En la reconstrucción, se generaron 2 capas iniciales donde se redujo el ruido radiográfico y se generó una referencia para la reconstrucción. En las primeras fases de delimitación del tejido muscular, se eliminaron elementos como huesos (columna y costillas), órganos, secciones de grasa, tejido cartilaginoso, aire y sangre en función de delimitar los órganos que se podían visualizar en el AngioTAC.

**Factor barrera:** En la depuración, la adecuada selección de la escala Hounsfield define el tejido con el que se está trabajando por los niveles de radiodensidad. El proceso de selección implica un riesgo en la calidad, debido a que el valor de escala Hounsfield de los tejidos blandos, representa valores de escala de grises similares a la sangre por su contenido de agua.

**Mitigación de la barrera:** Mediante procesos de iteración constantes se redujo el rango de la escala Hounsfield y se obtuvo un rango para tejido blando, muscular, el pericardio y las regiones de conexión entre el pulmón con el corazón además de múltiples órganos que debían eliminarse.

**Figura 49.** Reducción de tejidos no relacionados con el corazón en el CT.

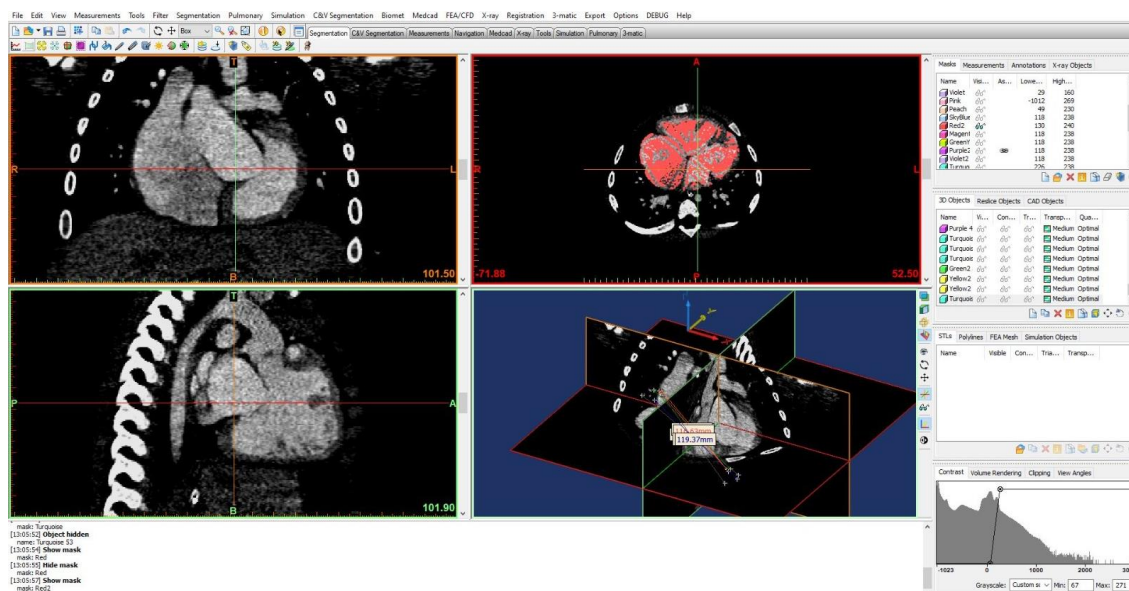


Es clave resaltar que la columna vertebral no se eliminó por completo en la primera fase, por el riesgo de generar una delimitación inadecuada de los grandes vasos y realizándose en fases

posteriores de forma manual, teniendo en cuenta los límites de las secciones que se encuentran irrigados por los grandes vasos. En este proceso de depuración, también se eliminaron las secciones de órganos y costillas que rodeaban el tórax del paciente.

La delimitación manual de la región anatómica, permitió limpiar las secciones que se logran visualizar en la escala de grises del órgano, por este motivo capa a capa se revisa y precisan los contornos. Durante este proceso es clave la ubicación espacial y dependiendo de la solicitud realizada por el médico, se puede enfocar en mostrar las regiones internas, externas o en conjunto, determinando si se requieren múltiples alternativas de reconstrucción como fue requerido en este caso.

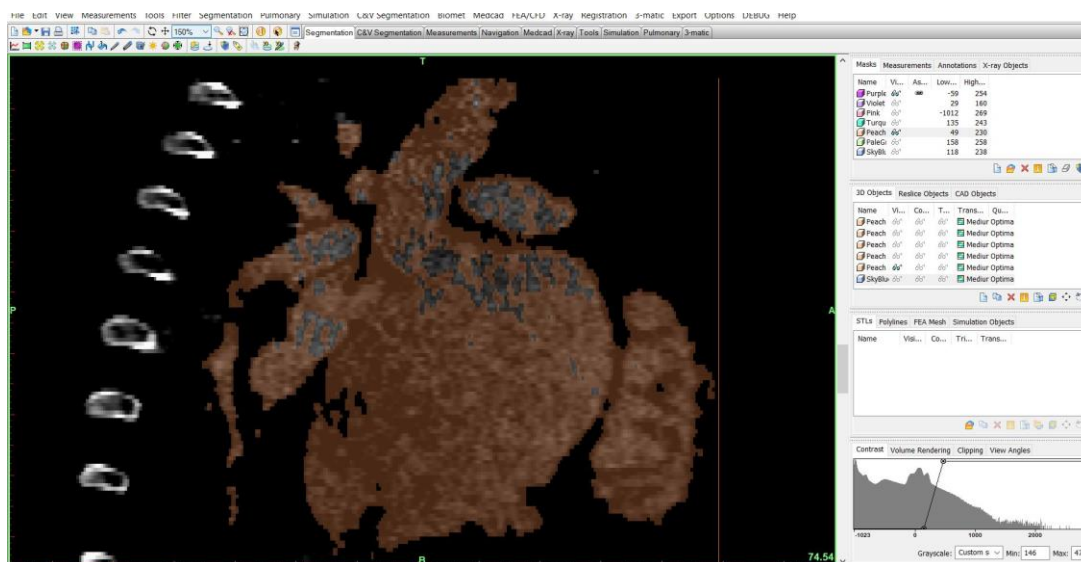
**Figura 50.** *delimitación de un plano sagital teniendo en cuenta las cavidades, grandes vasos y secciones del corazón.*



Durante la reconstrucción tanto la región externa como la interna eran importantes para reconstruirse, pues en consecuencia a la cardiomegalia de la paciente, se dificultaba el pensamiento espacial y el reconocimiento anatómico respecto al tamaño del corazón. En consecuencia, se

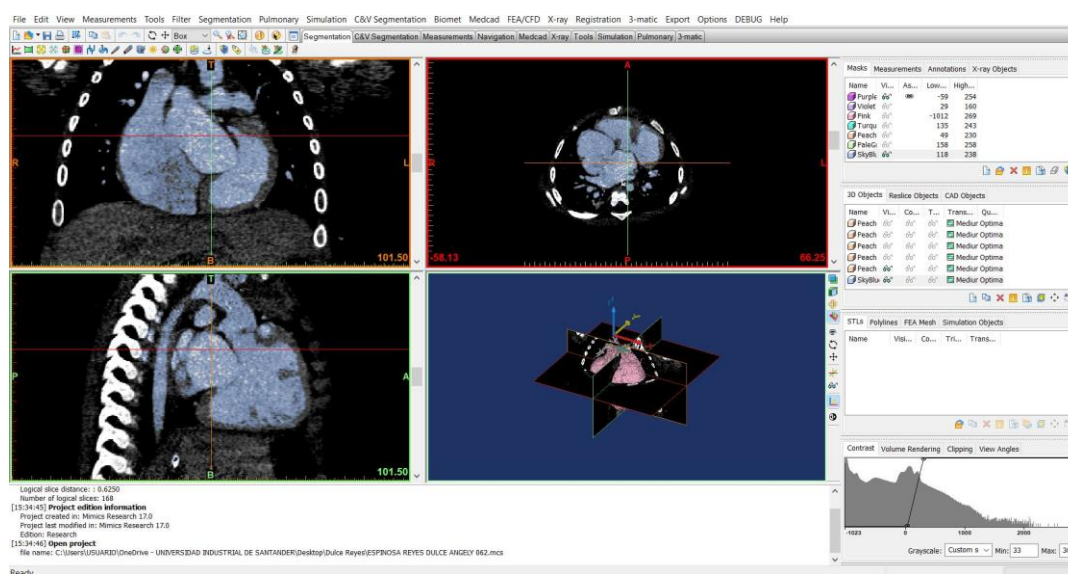
realizaron procesos de reconstrucción y depuración del modelo del corazón, para generar volúmenes de referencia en función de la delimitación anatómica del volumen cardiaco.

**Figura 51.** Ilustración de la delimitación capa a capa para definir los contornos anatómicos.



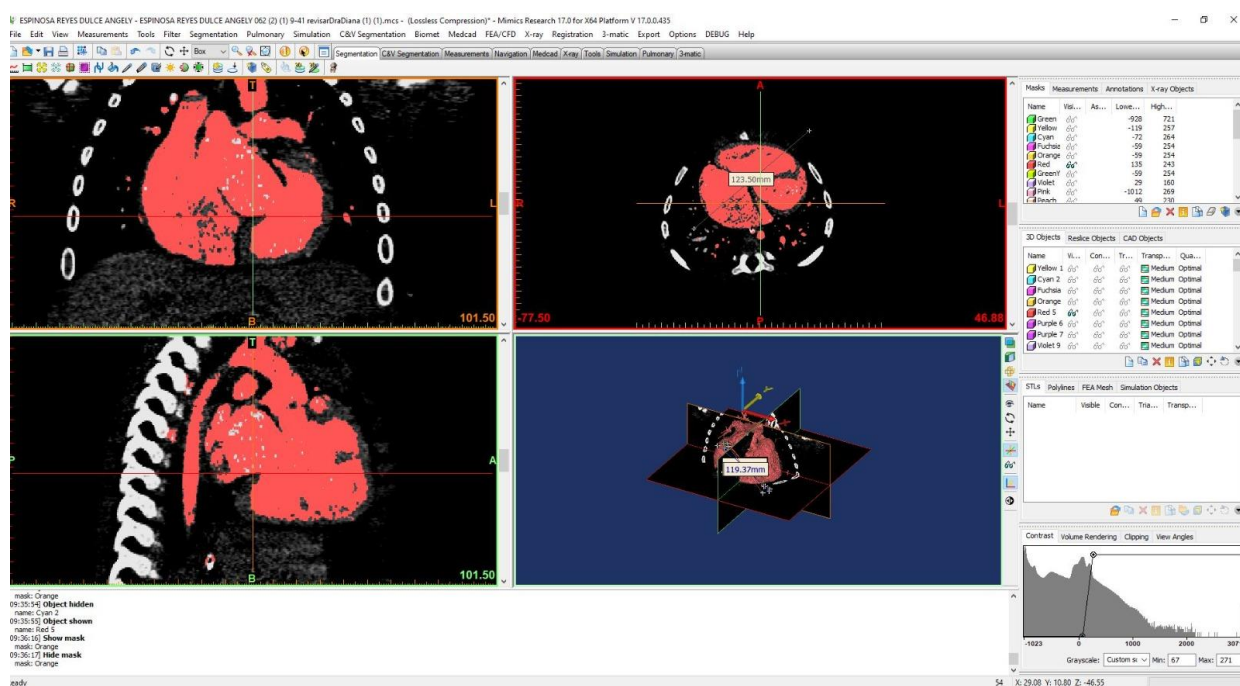
En el proceso de reconstrucción tanto interna como externa, se generaron 26 capas de referencia y en 12 de ellas se realizaron procesos de depuración slice por slice. Se verificó de manera constante que los avances en las capas fuesen acordes a la anatomía visualizada en la tomografía teniendo en cuenta la región y generando un volumen tridimensional para comprobación.

**Figura 52.** Depuración capa a capa para reconstrucción virtual.



La revisión de proceso fue constante en los 3 ejes de la tomografía (Axial, Sagital y Coronal), comprobando en conjunto con la cirujana que no se dañaba ninguna sección anatómica. Durante el proceso de reconstrucción se generaban volúmenes tridimensionales de referencia que permitían evaluar de manera acertada si la reconstrucción presentaba irregularidades o daños a causa de la limpieza, pudiendo modificar errores con un buen marco de referencia.

**Figura 53.** Depuración final del corazón con aprobación anatómica de la cirujana.

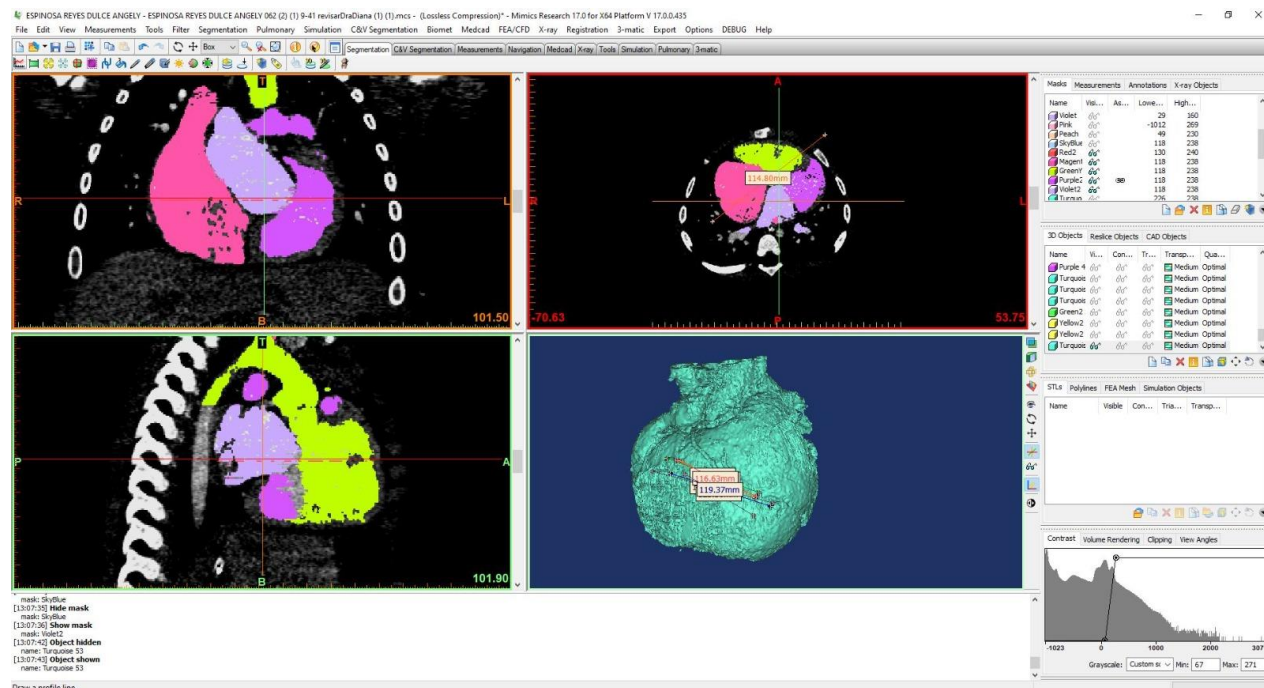


**Oportunidades de mejora para la prestación del servicio:** De acuerdo con la descripción del proceso de reconstrucción, en términos de calidad se deben establecer marcadores que contribuyan en reducir el riesgo de una reconstrucción fallida. Durante la reconstrucción se delimitan los puntos y regiones donde la tomografía presentaba irregularidades por el movimiento del corazón. Esta actividad debe realizarse de forma colaborativa, donde se demarcaron secciones específicas y se explicaron las indicaciones de cómo deben ir las regiones anatómicas.

**Valoración de la decisión:** La reconstrucción en detalle teniendo en cuenta aspectos como la referenciación delimitó las aurículas y ventrículos, este proceso permitió la generación de un

biomodelo físico de referencia espacial donde la cirujana pudo visualizar los tamaños de las cavidades cardiacas y la distribución anatómica para comparación con una anatomía normal. La distribución de las 4 cavidades se puede visualizar en la siguiente imagen

**Figura 54. Subdivisión por regiones y secciones del corazón.**



Posterior a la delimitación anatómica, se generaron iteraciones y modificaciones en las reconstrucciones respecto a los avances que la cirujana solicitaba para los biomodelos físicos. Esta experiencia genera un punto donde el proceso de pre-planeación es iterativo entre fases y se generan fases paralelas entre el modelado o diseño de biomodelo basado en la anatomía con respecto al requerimiento de impresión 3D como guía de visualización física.

#### **1.14.7 Bucle del servicio: Iteraciones entre reconstrucción y manufactura de biomodelos**

Generalmente cuando se habla de iteraciones y bucles entre etapas o durante una misma, se deriva una la evaluación del resultado donde se evidencia la necesidad de aportar más insumos para lograr una mejor solución. El desarrollo del caso en este punto ha evidenciado la necesidad de establecer un bucle, puesto involucra la definición del biomodelo virtual, su manufactura, la

verificación y la depuración de calidad del biomodelo para garantizar que se cuenta con un referente confiable para la toma de decisiones sobre la actividad quirúrgica a realizar.

La manufactura de los dispositivos médicos para procesos de pre-planeación quirúrgica, se realizó de manera paralela y en función del proceso colaborativo, enfocado en resolver dudas de la especialista respecto al caso y satisfacer las necesidades de dispositivos para tomar decisiones. Cada uno de los biomodelos, cumplió una función específica en el proceso durante la resolución de dudas y ayudó a tomar decisiones de manera informada durante el proceso de junta médica.

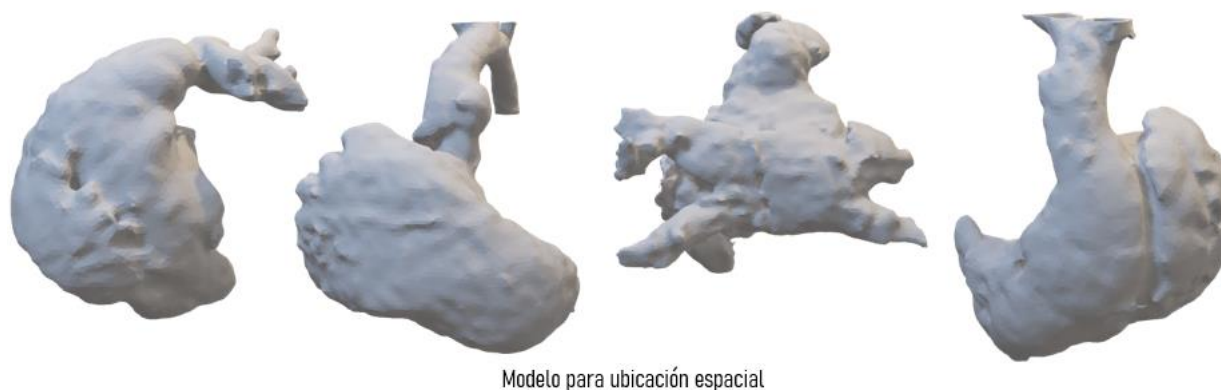
Los Biomodelos le permitieron a la cirujana realizar diversas pruebas, siendo un flujo de trabajo evolutivo que permitió de manera experimental el análisis de las regiones en el corazón y la representación anatómica. El desarrollo de los biomodelos, se consignó en los siguientes apartados según los momentos de desarrollo y cuáles fueron los aportes al proceso de pre-planeación quirúrgica, sirviendo como trazabilidad en el diseño, modelado y la demostración del flujo de actividades para mejoras incrementales durante la ejecución.

#### **1.14.7.1**

#### **Biomodelo físico de referencia espacial.**

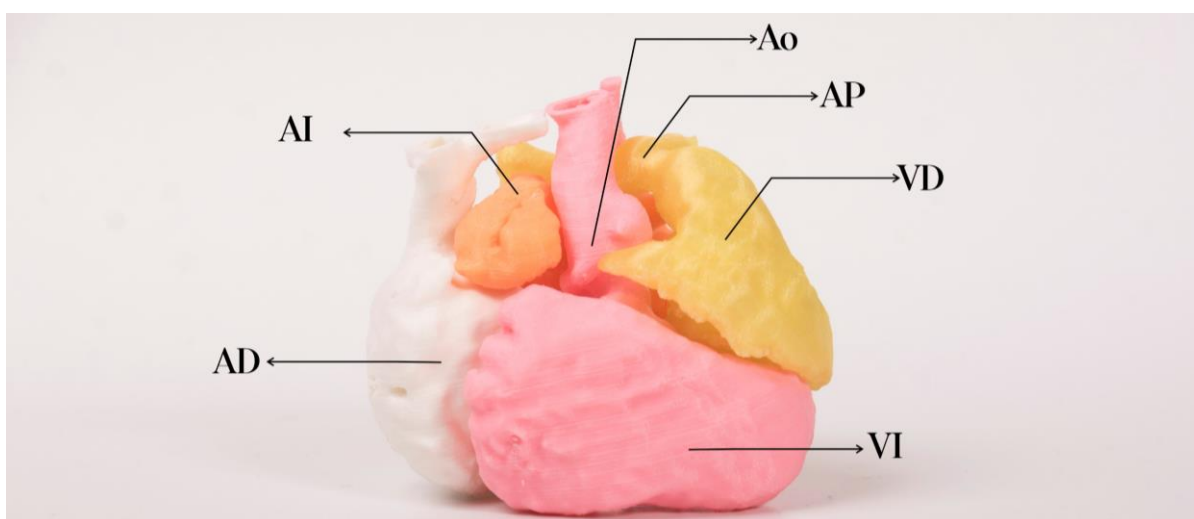
Este Biomodelo fue solicitado por la especialista durante el levantamiento de requerimientos como consecuencia a las condiciones erróneas en la anatomía del corazón, pues tenía una distribución anormal de las cavidades, requiriendo de un prototipo que permitiera identificar de manera espacial las ubicaciones reales de las aurículas y los ventrículos, además de las conexiones entre ellas. Durante la reconstrucción 3D, se delimitaron en conjunto las cavidades del corazón con la cirujana y se realizaron los procesos de vaciado con depurado de la malla en el software 3Matic®, esto como consecuencia de que se necesitaba netamente la estructura externa del corazón y no la anatomía interna.

**Figura 55.** *Subdivisión de las regiones anatómicas del corazón.*



El Biomodelo fue seccionado en 4 partes que componían las regiones anatómicas del corazón, este proceso se realizó sin intervenir o modificar la geometría cardiaca externa y se generó el biomodelo como un ensamble. El proceso de manufactura se llevó a cabo mediante impresión 3D por deposición de PLA fundido, pues al poseer múltiples partes y tener que ensamblarse, este se imprimió en 4 colores que distinguen cada sección y la comunicación entre ellas.

**Figura 56.** *Biomodelo impreso en PLA con 4 colores diferentes.*



Este Biomodelo al ser manufacturado en 4 secciones diferentes, se dio en 4 tiempos según el modelo desarrollado y por el material implementado. En el cuadro se sintetizaron los tiempos y los recursos implementados en el proceso.

**Tabla 25.** *Datos técnicos de la manufactura en el Biomodelo de la geometría anatómica.*

<b>Característica de la máquina para manufactura aditiva- Biomodelo BC001</b>		
Wanhao Duplicator D9/300 Mark II Máquina para manufactura aditiva Temperatura: 100 °C- 300 °C		
<b>AD (Aurícula derecha)</b>	Color: White	Tiempo de manufactura: 10h 8 min - eSun
<b>AI (Aurícula Izquierda)</b>	Color: Orange	Tiempo de manufactura: 5h 49min - eSun
<b>VI (Ventrículo izquierdo)</b>	Color: PINK	Tiempo de manufactura: 11h 8 min - eSun
<b>VD (Ventrículo derecho)</b>	Color: Glass Lemon Yellow	Tiempo de manufactura: 9h 16 min - eSun

La cirujana revisó el biomodelo y expresó interés en continuar con el desarrollo de los demás biomodelos, pues este cumplía su función a cabalidad y le permitía tener una referencia espacial en la toma de decisiones respecto al caso. Este biomodelo que permitió el establecimiento referencias anatómicas espaciales y debe implementarse en casos donde los conocimientos médicos no permiten el reconocimiento total de posiciones, tamaños y formas del órgano que se está analizando.

El biomodelo debe integrarse a los dispositivos médicos de soporte para casos de tejidos blandos, pues facilita la ubicación de las regiones anatómicas y toma relevancia en casos de alta complejidad presentados en órganos como el corazón.

#### **1.14.7.2**

#### **Biomodelo Inicial de referencia- Primera**

#### **intervención.**

El segundo biomodelo desarrollado en este proceso fue solicitado con la finalidad de testear el procedimiento quirúrgico, con este dispositivo médico la cirujana buscaba llevar a cabo la evaluación de la estructura y emular la cirugía en ambiente simulado.

**Figura 57.** *Primer biomodelo impreso en TPU implementado en emulación de cirugía.*



Este biomodelo representó la generalidad del corazón teniendo en cuenta la estructura anatómica interna, las conexiones y cavidades del corazón. En el proceso de la reconstrucción no se eliminaron secciones muy pequeñas con la finalidad de mantener los cordones tendinosos y no afectar las secciones más pequeñas de las cavidades cardíacas, pero en este cuidado se dejó gran cantidad de ruido radiográfico.

Este dispositivo médico fue impreso con la finalidad de emular la cirugía, donde se realizaron procedimientos de cortes, revisión del modelo y simulación de la cirugía. Con este biomodelo, la cirujana solicitó que se eliminara el ruido radiográfico en las secciones internas que la limpieza realizada no habían podido eliminar. La identificación de ruido radiográfico, se obtuvo mediante la simulación de la cirugía y en consecuencia la cirujana no podía visualizar ninguna región sin la distorsión de este.

**Figura 58.** *Simulación del procedimiento y análisis de las necesidades incrementales a mejorar.*



Durante el uso de este biomodelo, la cirujana reportó interés por generar más modelos de soporte y realizar actividades de trabajo colaborativo para indicación de la eliminación del ruido radiográfico, centrándose en generar una reconstrucción acorde al tejido blando sin sacrificar secciones finas o delicadas como los cordones tendinosos. Durante la reunión de evaluación, la cirujana reportó la necesidad de reducir el ruido radiográfico en la aurícula derecha, pues esta sería la región donde se abordaría la paciente y se iniciaría intervención quirúrgica.

La manufactura de este dispositivo médico, no requirió de la generación de bases como condiciona la manufactura aditiva por deposición de filamento fundido, pues al ser un polvo de TPU sinterizado con láser, no requería de bases y permitió generar estructuras internas del corazón sin comprometer la anatomía. Este proceso de manufacturas permite el desarrollo de biomodelos con geometrías anatómicas más complejas y sin comprometer estructuras adicionales que terminan dañando el modelo en el proceso de limpieza final.

**Tabla 26.** Datos de la manufactura del primer biomodelo implementando TPU.

Característica de la máquina para manufactura aditiva		
SINTERIT Lisa PRO - SLS 3D Printer Máquina para manufactura aditiva Sinterizado por rayo láser		
<b>Biomodelo 2: BC002</b>	Material: TPU Flexa Bright – SINTERIT	Tiempo de manufactura: 69h 45min

Esta manufactura es ideal en procesos de desarrollo donde se requieren tejidos blandos con altos niveles de detalle y permite la generación de biomodelos con alto nivel de fidelidad. Se recomienda buscar materiales con un nivel mayor de flexibilidad y faciliten los procesos de intervención por parte del especialista, asemejando más al músculo u órgano que se esté representando tridimensionalmente.

### 1.14.7.3

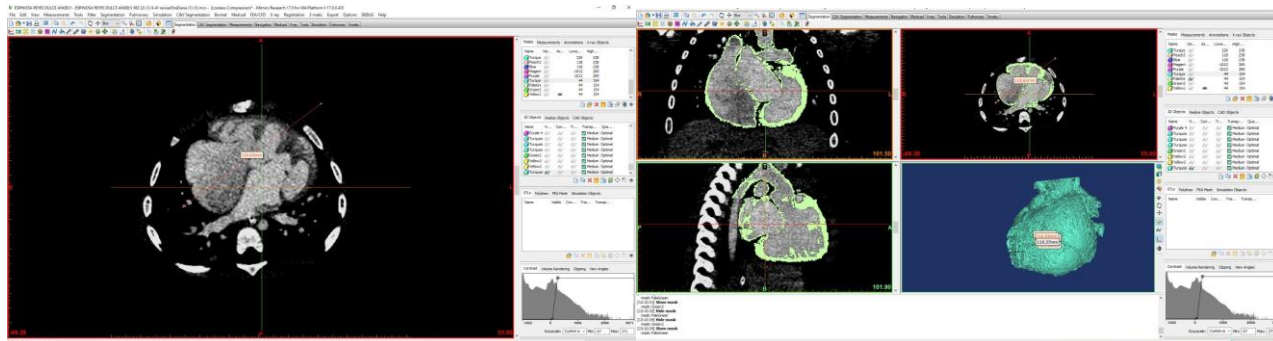
### Biomodelos de corte – reprocesos en la

#### reconstrucción virtual

En este proceso se desarrolló como consecuencia de una necesidad identificada con la cirujana, donde ella manifestaba la necesidad de un modelo que le permitiera ver la CIV (Conexión Interventricular) en una posición en específico. Dadas las apreciaciones del proceso y la necesidad de la especialista, se continuó con la depuración capa a capa de la reconstrucción virtual con la finalidad de mejorar la fidelidad anatómica y la reducción de ruido radiográfico.

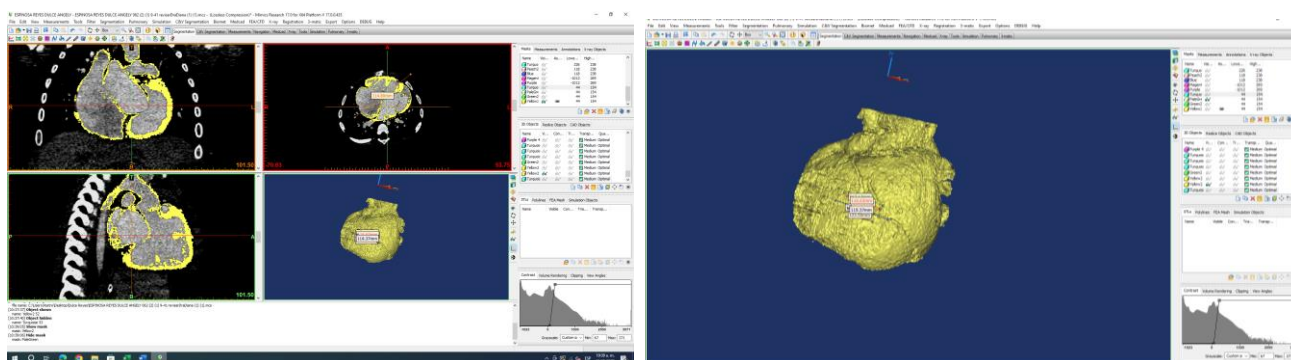
Posterior a la limpieza de la capa, se revisó la nueva iteración de reconstrucción con la cirujana encargada del caso y al observarse un avance considerable en la reducción del ruido se generaron en conjunto líneas de referencia que permitirían hacer el corte. El proceso de establecer referencias se realizó desde la vista axial, pues se lograban visualizar completamente las estructuras anatómicas del corazón, en este proceso se realizaba una verificación desde el plano sagital, donde se revisaba la inclinación del plano de referencia para corte.

**Figura 59.** Líneas de referencia para cortes en trabajo colaborativo con la cirujana.



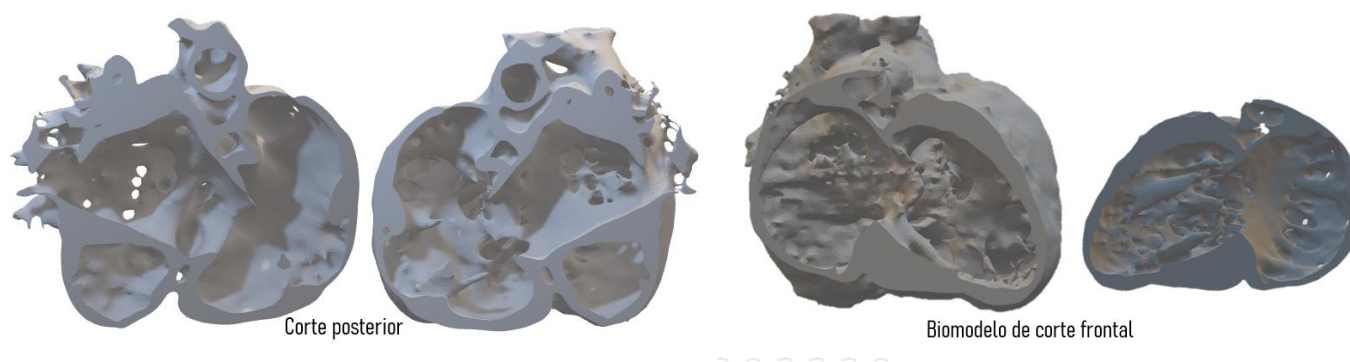
En la reconstrucción 3D, se generaron las líneas de referencia y mediante unas perforaciones guía se mostraban la debida inclinación para realizar los cortes de manera virtual en los biomodelos. Este proceso se llevó a cabo en el software 3Matic ® y se evaluó de manera conjunta con la cirujana, los dos biomodelos mostraban una vista posterior y anterior a la CIV pues en esta región se requeriría del mayor nivel de información para tomar la decisión respecto al procedimiento a ejecutarse.

**Figura 60.** Líneas de referencia para ejecutar el corte virtual.



Los biomodelos brindaron a la cirujana información de la estructura anatómica, distribución de las aurículas y los ventrículos, funcionamiento fisiológico en el paso de sangre, posicionamiento de grandes vasos, además de la visualización de estructuras huecas que poseía el corazón. Aunque los modelos se generaron por la necesidad de la cirujana para visualizar la parte frontal y la parte posterior de las cavidades, estos se evaluaron de manera conjunta, permitiendo tomar decisiones respecto al procedimiento a ejecutarse, la ubicación real de las cavidades internas y la planeación del abordaje quirúrgico implementando el corte de la sección frontal.

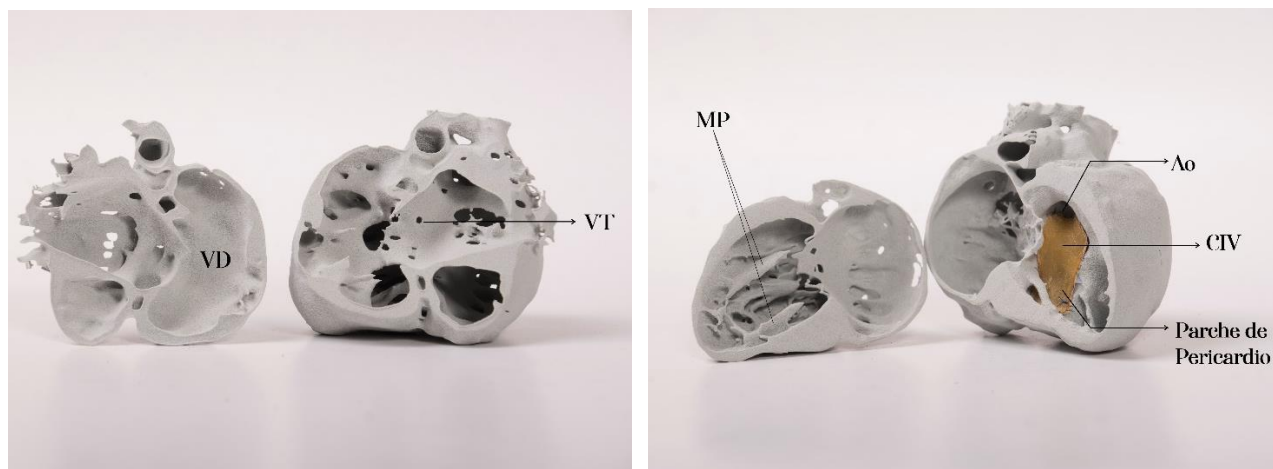
**Figura 61.** Reconstrucción virtual de los cortes frontal y posterior del corazón.



La planeación quirúrgica con el biomodelo de corte frontal, permitió que la cirujana realizara la emulación del procedimiento implementando tejido bobino y suturando las cavidades que debían dividirse, en este proceso la cirujana pudo intervenir el corazón gracias a las condiciones del material, pero se recomendó mejorar la flexibilidad de este para facilitar el suturado en el modelo físico.

Gracias a este proceso la cirujana pudo tomar decisiones claves en pro del beneficio y supervivencia de la paciente al procedimiento quirúrgico, pues con el planeamiento en físico se descartó un proceso de reconstrucción del corazón entero, aunque aún quedaba la duda del abordaje quirúrgico y el procedimiento alternativo que se debía realizar para continuar con la rehabilitación de la paciente.

**Figura 62.** Secciones del corazón con las regiones indicadas.



La manufactura de estos dispositivos médicos se realizó de manera secuencial, realizándose primero el corte posterior, donde se generó incertidumbre respecto a la configuración frontal de la CIV y como se articularía el flujo sanguíneo a través de las cavidades en la región frontal, por este motivo se solicitó el segundo biomodelo. La articulación de estos dos dispositivos médicos permitió tomar decisiones en torno a la anatomía del caso y resuelve dudas desde dos puntos de vista, de esta manera se pudo visualizar el corazón desde dos ángulos complementarios.

**Tabla 27.** *Datos de la manufactura del segundo y tercer biomodelo implementando TPU.*

Característica de la máquina para manufactura aditiva		
SINTERIT Lisa PRO - SLS 3D Printer Máquina para manufactura aditiva Sinterizado por rayo láser		
<b>Biomodelo 3: BC003</b>	Material: TPU Flexa Bright – SINTERIT	Tiempo de manufactura: 53h 12min
<b>Biomodelo 4: BC004</b>	Material: TPU Flexa Bright – SINTERIT	Tiempo de manufactura: 51h 28min

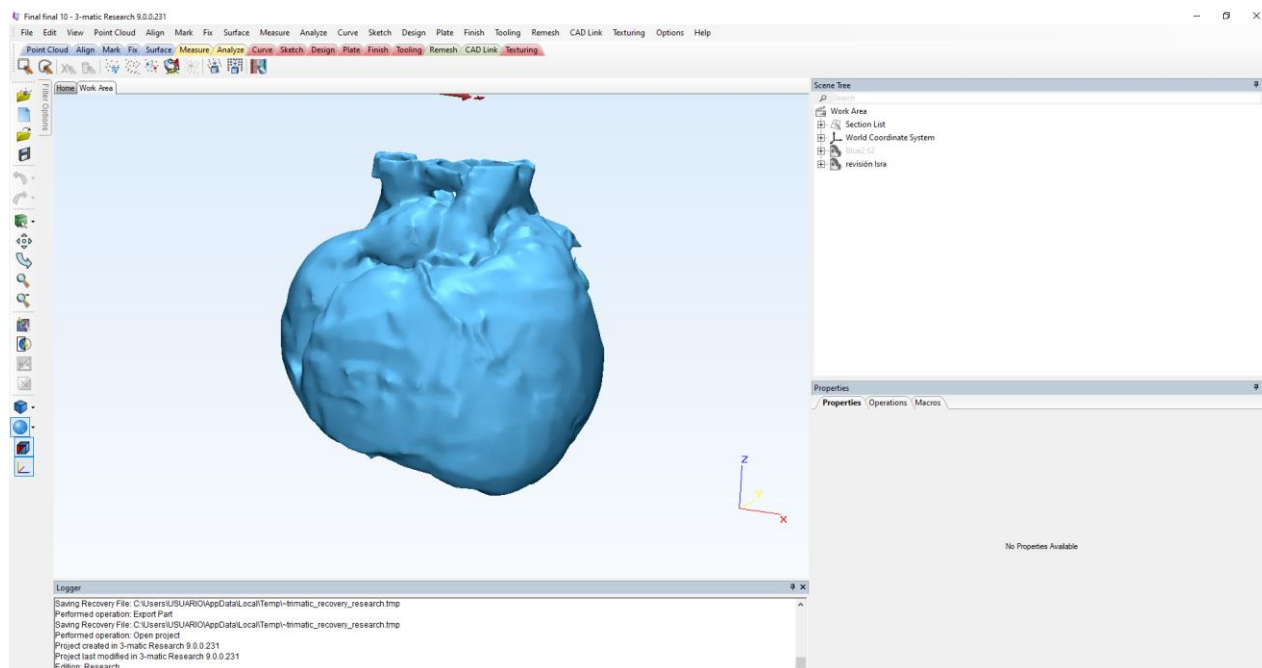
Durante este proceso se identificó la oportunidad de generar dúos de biomodelos que faciliten el proceso de identificación de condiciones médicas, variaciones anatómicas y funcionamiento fisiológico, tendiendo una comparativa entre secciones. Cabe resaltar que dependiendo el caso se puede seleccionar un material más económico.

#### 1.14.7.4

#### Biomodelos para emulación quirúrgica

los avances realizados para la toma de decisiones del procedimiento y la emulación con parche bovino, se solicitó un Biomodelo que permitiera realizar la simulación del procedimiento médico, pues se requería identificar el mejor abordaje quirúrgico posible y la disminución de riesgos en el procedimiento quirúrgico. Este biomodelo requirió un proceso complementario de suavizado que permitió mejorar la visualización externa y la reducción de secciones huecas mediante la rehabilitación de la malla generada por la reconstrucción virtual. Las secciones fueron recuperadas mediante la interpolación de secciones y reconstrucción basada en la visualización de la tomografía.

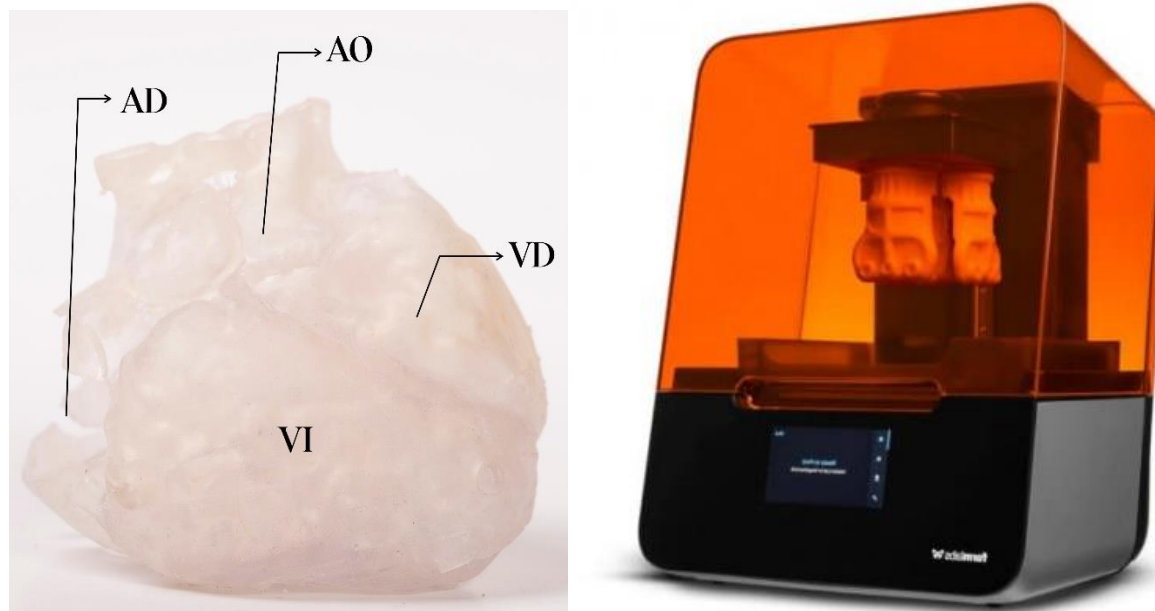
**Figura 63.** *Visualización del biomodelo virtual final para simulación quirúrgica.*



En función a las recomendaciones de la cirujana para mejorar la flexibilidad de los dispositivos médicos que se implementarían en la emulación, se decidió cambiar el proceso de manufactura y el material a usarse en este dispositivo. En este caso, se generó un biomodelo con una resina flexible y transparente, que por sus características permitiría una mejor intervención al material, facilitando las incisiones a realizarse en el abordaje quirúrgico y las suturas.

El cambio de material, requirió modificaciones tanto en el tipo de impresora 3D para la fabricación como en la estructura general del biomodelo. La manufactura realizada con este material requería de la creación de soportes y ser retirados en el postproceso, por este motivo se realizaron orificios que permitieran retirar esta estructura sin comprometer la integridad anatómica del corazón. En la siguiente imagen se puede observar el modelo desarrollado con los nuevos ajustes.

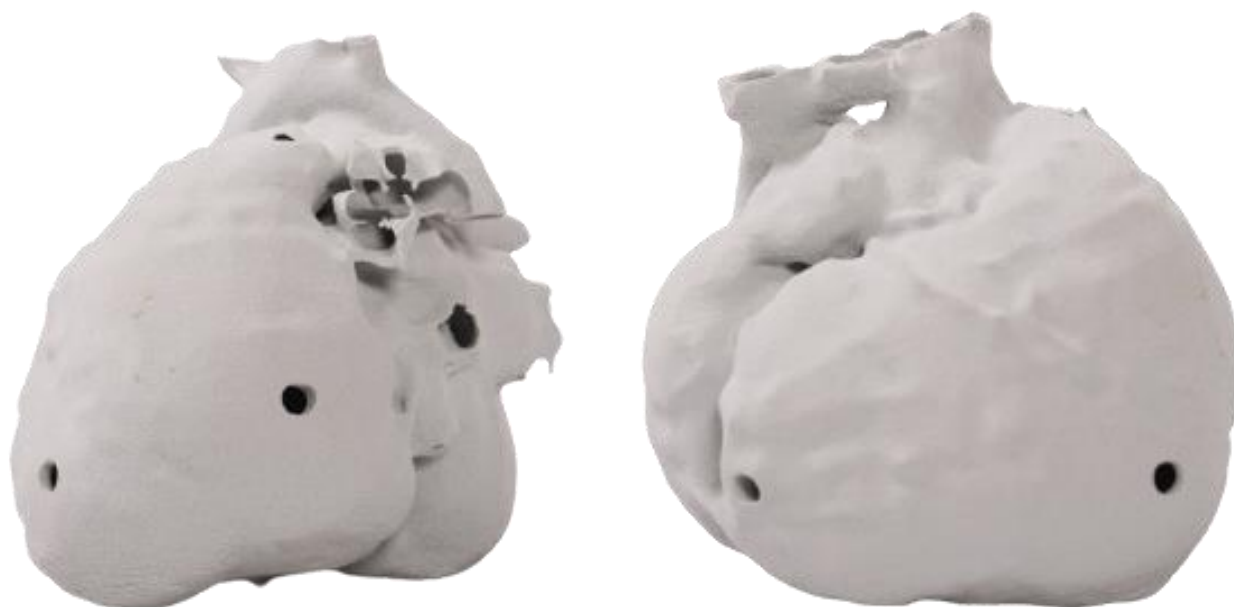
**Figura 64.** *Biomodelo impreso en resina flexible y la maquina implementada.*



La manufactura que implementa resina flexible tiene la particularidad de requerir dos procesos complementarios como lo son el lavado de material residual y el fotocurado, esta fase de postproceso es la encargada de dar el resultado final de la resina y permite el uso del biomodelo flexible. Durante la ejecución de los postprocesos de este biomodelo se presentaron fallas en el lavado y fotocurado pues no se contaba con la maquinaria adecuada para llevar a cabo esta fase, como consecuencia el material falló generando un modelo no apto para ejecutar la actividad.

El biomodelo desarrollado presentó rotura en la aurícula derecha y el ventrículo derecho, imposibilitando la ejecución de la simulación del procedimiento quirúrgico. En la revisión del biomodelo con la cirujana, se manifestó interés en este material por la flexibilidad y las características de transparencia, es clave resaltar que un contra en este tipo de material son los soportes generados que terminan dañando las estructuras internas del corazón, por este motivo se concluyó en la necesidad de replicar este modelo físico en TPU e intentar ejecutar el procedimiento.

**Figura 65.** *Biomodelo final impreso en TPU.*



El biomodelo final para la ejecución del procedimiento se manufacturó en TPU como fue solicitado mediante el modelo virtual aprobado anteriormente. Este biomodelo no se implementó de manera directa a un proceso de planeación quirúrgica pues la cirujana decidió presentar todos los modelos físicos a junta médica donde se evaluaron los dispositivos médicos y se llegó a una conducta medica común de un procedimiento paliativo.

**Tabla 28.** *Manufactura final de los biomodelos 5 y 6 para emulación quirúrgica.*

Característica de la máquina para manufactura aditiva		
SINTERIT Lisa PRO - SLS 3D Printer Máquina para manufactura aditiva Sinterizado por rayo láser		FormLabs- FORM 3+ Máquina para manufactura aditiva Sinterizado por rayo láser
<b>Biomodelo 5: BC005</b>	Material: Elastic 50A- FormLabs	Tiempo de manufactura: 44h 03min
<b>Biomodelo 6: BC006</b>	Material: TPU Flexa Bright – SINTERIT	Tiempo de manufactura: 48h 23min

La evaluación médica con la implementación de dispositivos médicos permitió tomar decisiones para mitigar el riesgo, simular el procedimiento médico, evaluar pros y contras, caracterizar la patología de la paciente, resolver dudas de la geometría anatómica y establecer un reconocimiento del funcionamiento fisiológico sin realizar un abordaje quirúrgico.

### ***1.14.8 Acompañamiento en la toma de decisiones y procedimiento quirúrgico***

Por el condicionamiento experimental en el uso del servicio de pre-planeación quirúrgica implementando dispositivos médicos, requirió de un acompañamiento constante para la toma de decisiones y la explicación de los recursos para el planteamiento de la conducta médica a seguir. Este proceso fue indispensable para el desarrollo de los biomodelos según las necesidades del especialista, aportando recursos para la disminución de incertidumbre durante la toma de decisiones.

**Figura 66.** *Vista general de los modelos implementados en el proceso de planeación quirúrgica.*



La cirujana reportó que en el uso de los biomodelos pudo confirmar la discordancia Atrio-ventricular y revelaron una conexión entre la CIV con la aorta, durante el proceso de evaluación la cirujana reportó que las interpretaciones realizadas con imágenes tomográficas no coincidían con el diagnóstico y se encontraron diferencias significativas en la interpretación al poseer los dispositivos médicos de soporte durante la planeación quirúrgica.

En las pruebas implementando los modelos se pudo simular el cierre de la CIV mediante un parche de pericardio bobino que creaba un túnel entre la aorta y el ventrículo izquierdo, en la ejecución de la emulación del procedimiento se identificó también que el ventrículo derecho era de menor tamaño y bipartito, imposibilitando la ejecución final de la cirugía pues no se generaría una estructura anatómica adecuada. Como resultado se propone una fístula de Blalock- Thomas-Taussing (BTT) modificada enfocada en la procesos de paliación de la paciente.

A lo largo del proceso de planeación, la cirujana identificó factores de incidencia, condiciones anatómicas y funcionamiento fisiológico que debían ser evaluados durante la junta médica para verificar la concordancia de la decisión quirúrgica, por este motivo el caso fue evaluado en junta médica con los demás médicos de esta área.

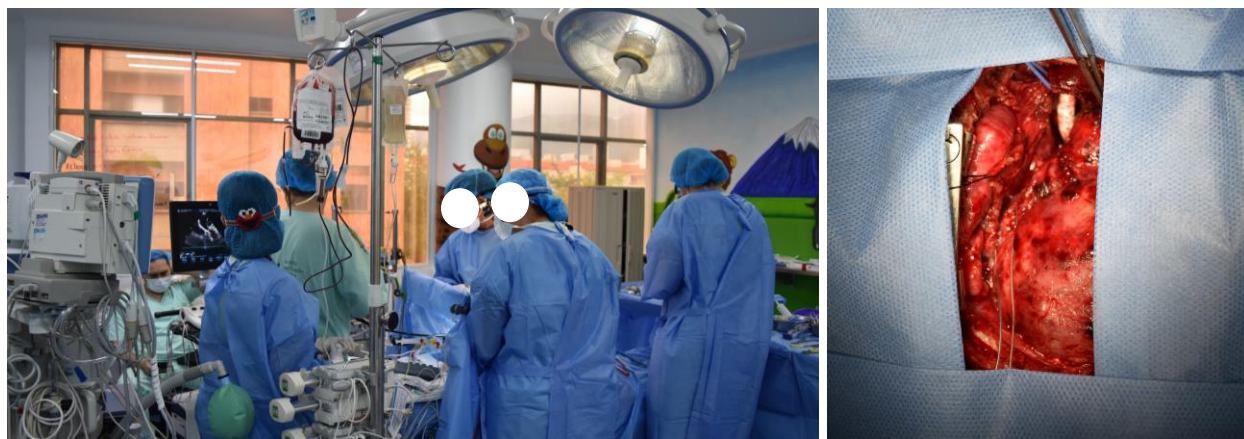
**Figura 67.** *Evaluación del caso en junta médica con los demás especialistas.*



En la evaluación, los demás especialistas conectados de manera virtual y en presencialidad discutieron el caso, revisaron los biomodelos y concordaron en la ejecución de una cirugía paliativa (BTT modificada) que permitiría alargar la expectativa de vida además de la mejora en las condiciones físicas de la paciente. Este procedimiento quirúrgico permitiría alargar la esperanza de vida y convertiría a la paciente en una candidata a receptor de órgano por donación.

El procedimiento quirúrgico fue ejecutado por el equipo de cardiocirugía infantil de la Fundación Cardiovascular de Colombia, siguiendo el planeamiento realizado para la intervención. En el periodo quirúrgico, la cirujana solicitó revisar imágenes de los biomodelos para confirmar la ubicación espacial y el abordaje planeado, reportando la necesidad de esterilizar los biomodelos y poder ingresarlos al quirófano para realizar consultas o confirmaciones de la planeación establecida con los biomodelos.

**Figura 68.** Equipo médico del procedimiento y fístula Bullock Thomas Taussing.



Es clave resaltar y agradecer la disposición por parte del equipo quirúrgico que intervino en el seguimiento de la paciente durante las múltiples iteraciones y procesos ejecutados para llevar a cabo el desarrollo de lo biomodelos, modificaciones, arreglos y mejoras incrementales que permitieran probar el flujo de proceso mediante trabajo colaborativo.

#### ***1.14.9 Evaluación del servicio y KPI's relacionados.***

Posterior a los procesos del testeo y la implementación del servicio, se identificaron procedimientos, actividades y nuevos dispositivos médicos que contribuirían a la toma de decisiones en el marco del servicio para pre-planeación quirúrgica. Al ser un proceso experimental y con una iteración de un caso de alta complejidad, la interacción arrojó resultados que pueden ser mejorados, modificados y adaptados a las necesidades del médico especialista como usuario.

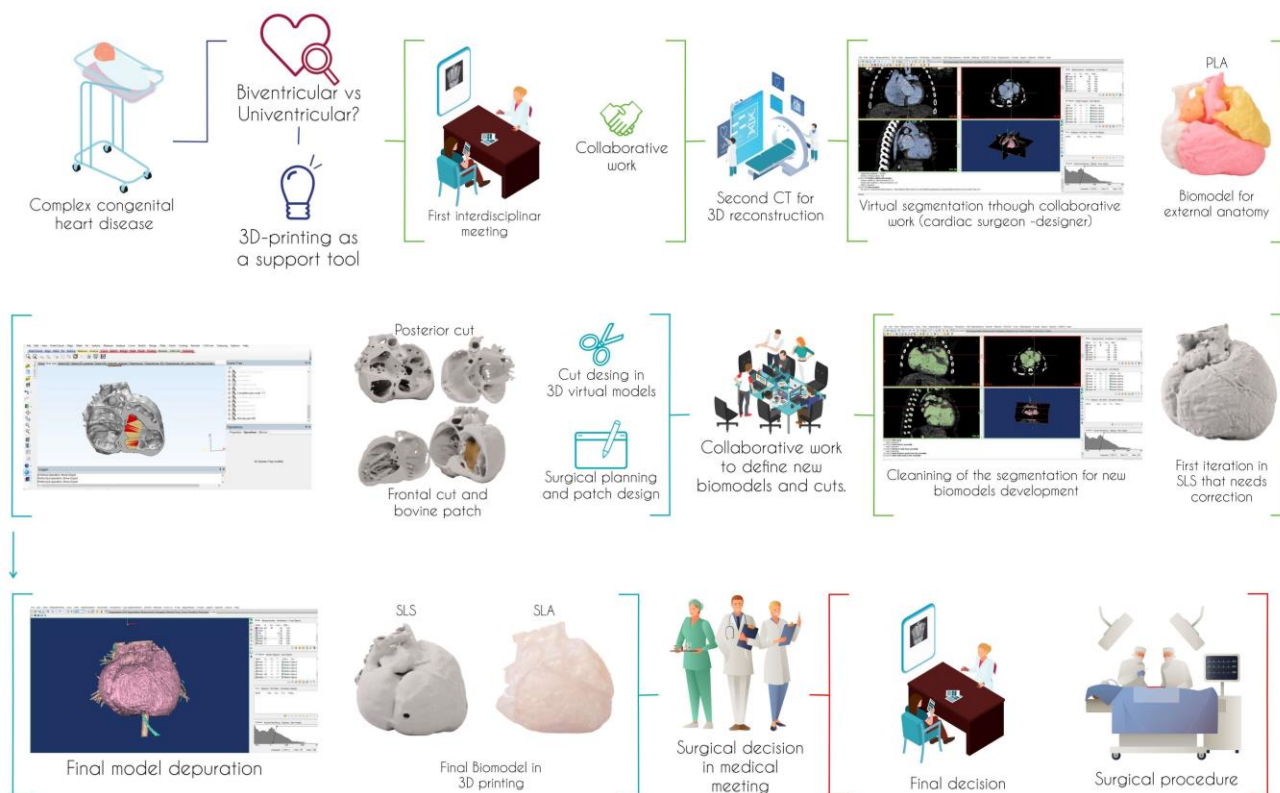
En este apartado se evaluó el flujo de procesos y las variables en función de KPI's, teniendo el mapeo de las variables, situaciones de mejora y las necesidades que se deben tener en cuenta para mejorar el servicio acorde a los requerimientos del mercado. Es clave resaltar que el servicio diseñado llegó hasta fase de implementación experimental, con variables para tener en cuenta para evitar riesgos innecesarios y mitigar el impacto durante el uso del servicio en fases posteriores.

### 1.14.9.1

### Evaluación del servicio.

El servicio de planeación quirúrgica diseñado, tuvo múltiples interacciones de trabajo colaborativo implementando variedad de herramientas que permitieron el reconocimiento de necesidades y el establecimiento de requerimientos en pro de mejorar la toma de decisiones. Durante el proceso de interacción con el personal de salud, los médicos especialistas manifestaron de manera frecuente sus necesidades, cambios solicitados, mejoras incrementales y situaciones a corregir basadas en la experiencia, identificando actividades clave para la prestación de un servicio de pre-planeación en casos experimentales.

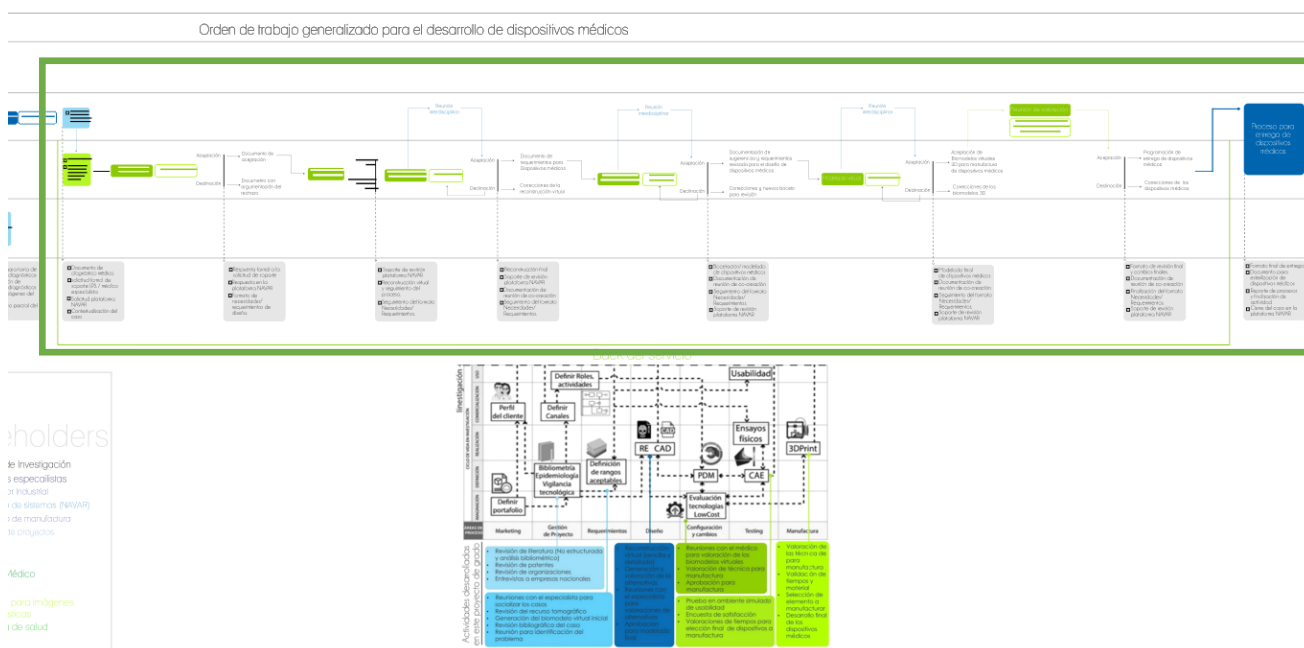
**Figura 69.** Síntesis del flujo de procesos para la toma de decisiones en el servicio de pre-planeación quirúrgica.



Este gráfico sintetizó cada fases del servicio y el relacionamiento entre el equipo de diseño y el equipo médico, especialmente en la ejecución de las actividades de trabajo colaborativo

relacionadas la definición y evaluación en un caso experimental. Este flujo de proceso representa la interacción entre los stakeholders durante la planeación quirúrgica enmarcada en el Service Blueprint.

**Figura 70.** Vista general de las fases donde se generan procesos de co-creación entre grupo de investigación- cirujana.



El mapeo del servicio, permitió el trabajo colaborativo en, la adaptabilidad a las necesidades del caso o las solicitudes del especialista y el testeo acorde a los horarios de la cirujana, pues múltiples decisiones tomadas requerían aprobación por parte del médico encargado, frecuentando las interacciones e iterando los resultados hasta cumplir con las especificaciones o expectativas.

En el desarrollo de las actividades colaborativas, la mejor estrategia para el relacionamiento y establecimiento de agenda fueron las llamadas telefónicas y los mensajes instantáneos con mensajería inmediata para confirmación (WhatsApp®). En casos de revisiones mínimas y de seguimiento los canales de comunicación más efectivos fueron las plataformas para videollamada (Zoom® o Teams®). Cuando las revisiones requerían toma de decisiones por parte de la

especialista, se requirió de reuniones presenciales con soporte de computador que permita la verificación de los avances, discusión y direccionamiento según las consideraciones médicas expresadas con relación al caso.

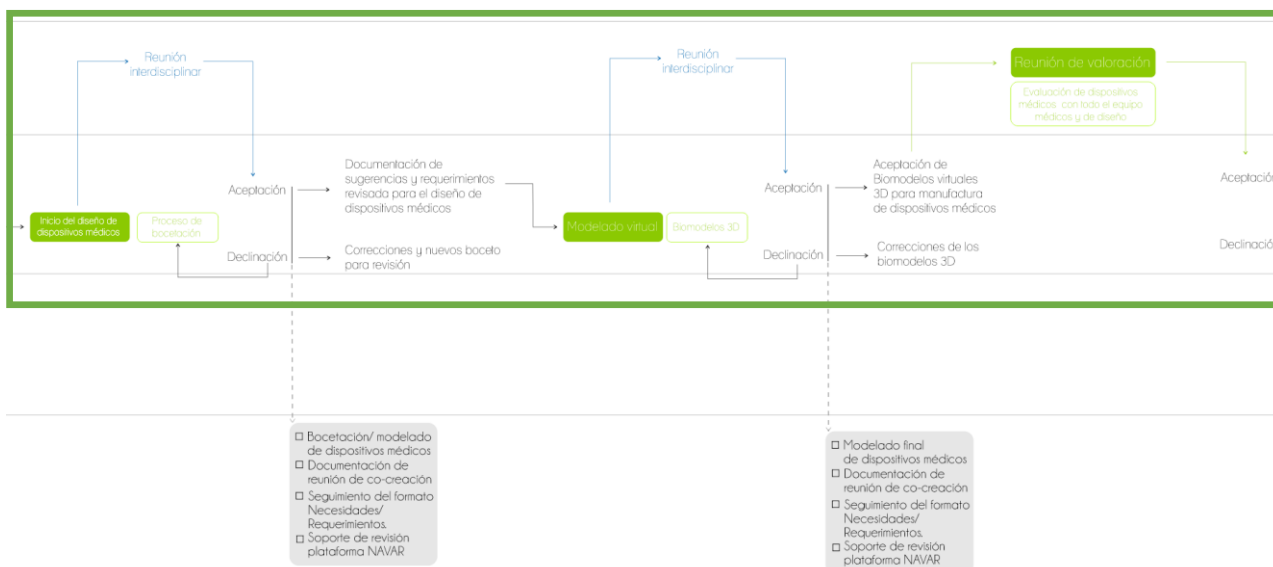
En los procesos realizados mediante trabajo colaborativo, fue clave el aprendizaje del lenguaje y terminología propia de la especialidad medico quirúrgica, pues esto facilitaba el lenguaje asertivo y permitía una interacción en pro de generar dispositivos médicos acorde a la anatomía de la paciente que además respondiera las inquietudes que se presentaban por la incertidumbre y falta de dimensionalidad 3D de las imágenes diagnosticas. Es clave resaltar que la disposición de la cirujana durante la curva de aprendizaje y la enseñanza activa, repercutió positivamente en las interacciones durante la toma de decisiones a lo largo de las actividades de co-creación.

Durante el proceso, se presentaron 22 reuniones y 1 junta médica (9 reuniones virtuales de seguimiento y 13 reuniones presenciales de co-creación) donde se interactuó principalmente con la cirujana y en casos donde era necesario con su equipo de trabajo. En el proceso se identificaron actores clave del servicio médico que son determinantes en puntos clave de incertidumbre, además de los aportes y consideraciones propias del caso.

En esta oportunidad, el soporte de la médica especialista en radiología fue clave para la toma de decisiones respecto a las imágenes diagnósticas y en el caso de la médica hospitalaria para el acompañamiento activo en el avance de procesos internos que estaban relacionados con la paciente. El acercamiento con estas dos médicas se realizó en etapas críticas donde se necesitaban datos específicos o identificar patrones según la enfermedad de la paciente.

**Figura 71.** *Fases que representaron mayor cantidad de iteraciones.*

**21 iteraciones**



El proceso iterativo fue directamente proporcional a la incertidumbre anatómica al ser un caso anatómicamente muy complejo, por este motivo la cirujana también se quiso vincular activamente al proceso y trabajar mancomunadamente para obtener los mejores resultados. Gracias al proceso desarrollado con el servicio de pre-planeación quirúrgica, se recomienda iterar este tipo de casos experimentales en más ocasiones para poder perfeccionar los resultados y mapear cantidad de iteraciones mínimas, reprocesos por errores y claridad en los requerimientos establecidos para llegar al nivel de definición requerido para la toma de decisiones a lo largo del trabajo colaborativo.

Es importante que las iteraciones de todos los casos se mapeen en función de obtener datos de manera objetiva y permitan estructurar un protocolo respecto a los posibles errores, situaciones a mitigar y soluciones prediseñadas, pues cada estrategia permitirá aumentar el control sobre las variables que pueden representar una situación problemática o errores para el proceso.

### 1.14.9.2

### Evaluación de KPI's de tiempo.

En este apartado se evaluaron los indicadores de rendimiento relacionados con las variables tiempo, donde se mapearon procesos, actividades e interacciones con los diferentes actores que

intervienen en la cadena de valor. Los indicadores medidos fueron los mencionados en el apartado de requerimientos para el diseño del servicio y fueron medidos en el proceso experimental llevado a cabo en la implementación del servicio. En el siguiente cuadro se muestran evidencian los KPI's relacionados al tiempo.

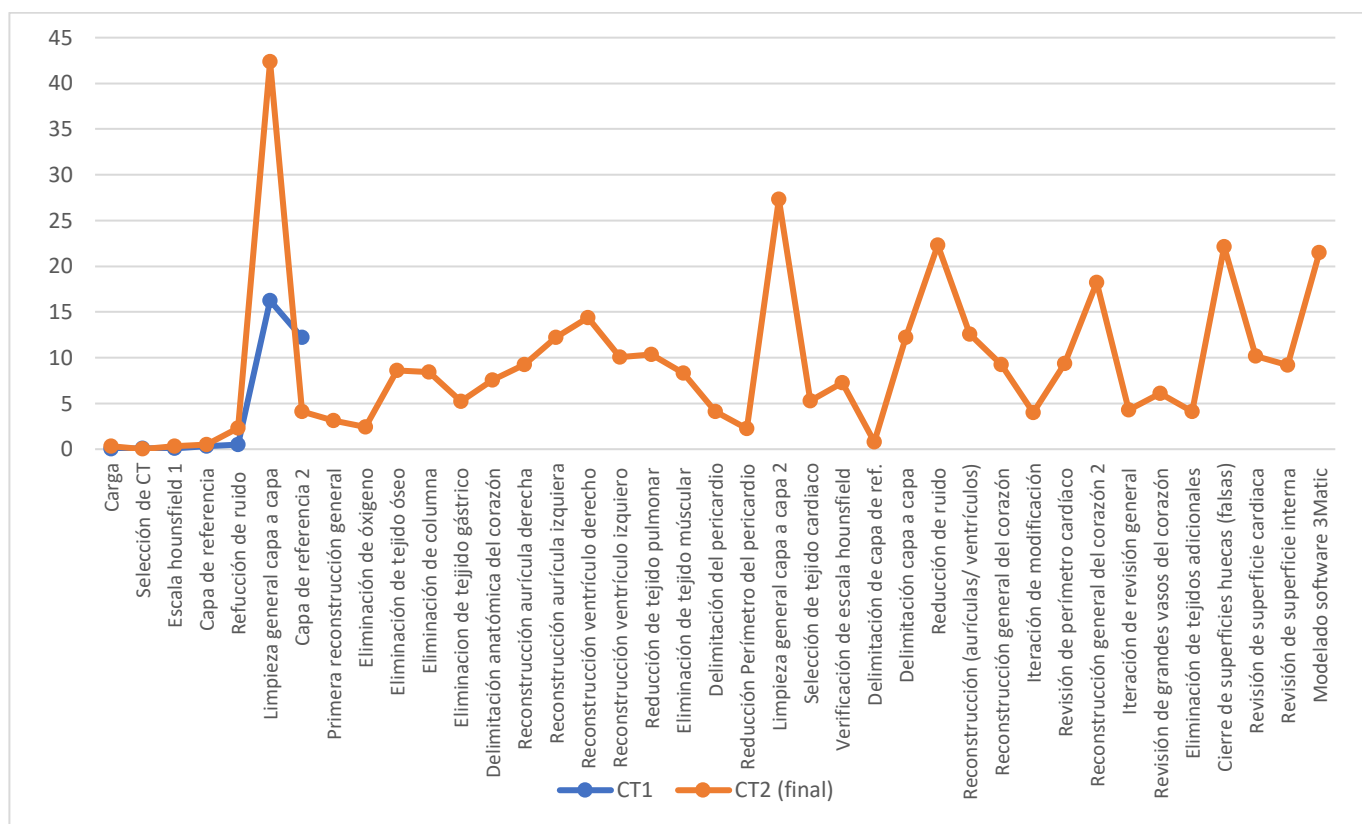
**Tabla 29. KPI's de tiempo evaluados en la implementación.**

Categoría	KPI	Descripción	Medición
Tiempos	1	Tiempo de tratamiento del paciente sin servicio de pre-planeación quirúrgica	Tiempos implementados por el médico especialista para solucionar casos que requieren pre-planeación quirúrgica.
	2	Tiempo de desarrollo del caso	Tiempo desde la solicitud del servicio hasta la entrega final del proceso de pre-planeación quirúrgica
	3	Tiempo improductivo	Tiempos perdidos o muertos en el proceso
	4	Tiempo estimado de desarrollo	Tiempos previstos para el desarrollo
	5	Tiempo implementado en cada etapa del proceso de diseño	Tiempos implementados en cada etapa del proceso de diseño

Durante el proceso y las fases de desarrollo del caso en la etapa previa al proceso de pre-planeación quirúrgica, la cirujana llevaba 7 meses realizándole seguimiento al caso, además de una intervención quirúrgica de rehabilitación a la paciente sin un reconocimiento total de la anatomía, por este motivo se identificó una posible solución mediante la etapa de implementar en el servicio de pre-planeación quirúrgica y mediante esta sinergia testear el proceso diseñado.

Los tiempos de este caso estuvieron demarcados por la gran complejidad anatómica y la incertidumbre que este generaba durante la toma de decisiones. Por este motivo se realizaron toma de tiempo en las actividades relacionadas con la reconstrucción y rediseño de los modelos de manera virtual. En el siguiente gráfico se evidencian las 39 actividades y los tiempos requeridos para ejecutarlos, teniendo un total de 392 horas de trabajo invertidas en el caso.

**Figura 72.** *Tiempos invertidos en el desarrollo del caso en la pre-planeación quirúrgica.*



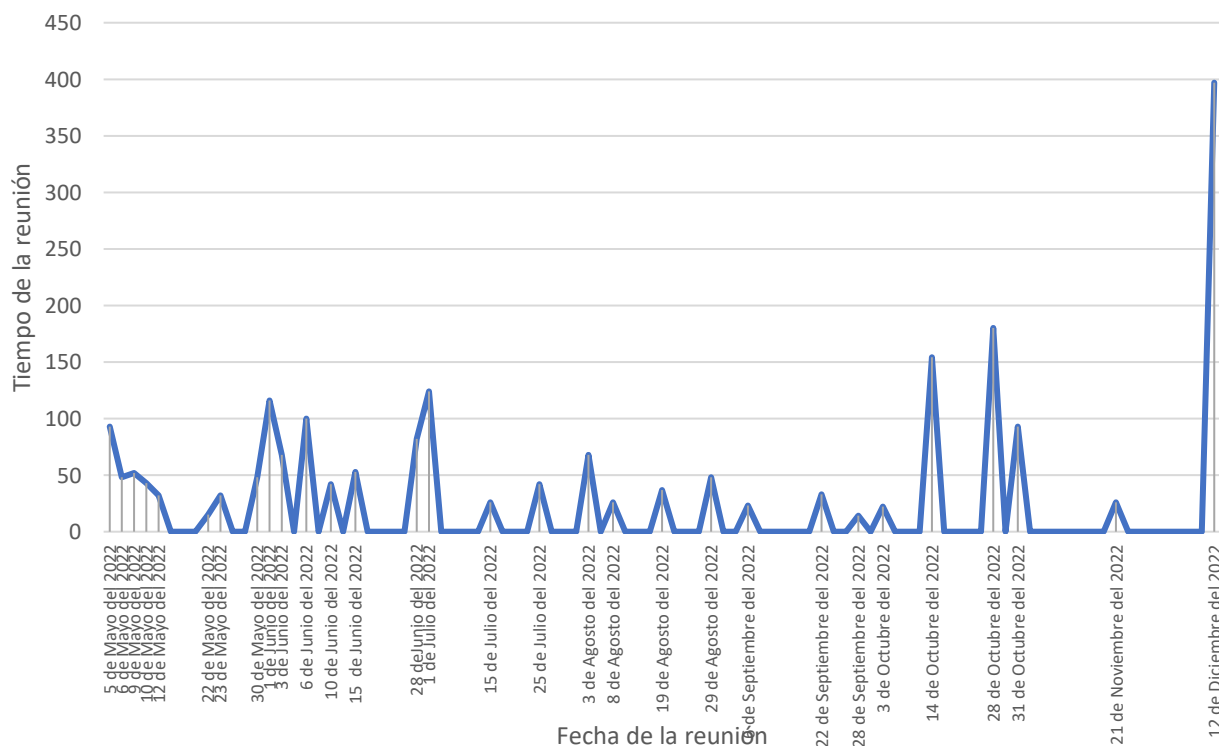
Los tiempos activos fueron acumulativos durante 7 meses de ejecución, siendo acumulado con la actividad que se estaba realizando. Este proceso tomó tiempos extendidos y reprocesos por la cantidad de Slices que necesitaban limpieza capa a capa, revisiones con la cirujana para la confirmación en la toma de decisiones y el cuidado necesario para no dañar estructuras internas del corazón a lo largo de la reconstrucción o el diseño en el biomodelo virtual.

Con estas mediciones y cálculos de tiempo, el caso experimental requiere de una curva de aprendizaje mayor al ser tejido blando y no tener referencias anteriores de trabajo, por este motivo los tiempos presentados deben reducirse considerablemente al desarrollar nuevos casos en cardiología, pues se puede hacer un reconocimiento basado en el aprendizaje, respecto a la anatomía del corazón, reducción de ruido radiográfico, reducción de demás órganos y tratamiento de la tomografía para aumentar la visibilidad del tejido blando.

Se recomienda realizar e iterar procesos similares en futuras investigaciones teniendo en cuenta los aprendizajes relacionados con la depuración e intervención del modelo, actividades de trabajo colaborativo. Con estos datos y demás iteraciones se podrán establecer tiempos de referencia para tener en cuenta en la implementación de resonancias magnéticas como el tipo de imágenes diagnósticas ideal para tejido blando.

En el proceso de diseño, al requerir de actividades de trabajo colaborativo y co-creación con la especialista, tuvo tiempos entre reuniones para desarrollar las actividades propias del proceso para reconstrucción, desarrollo y manufactura. En estas reuniones se realizó la revisión de actividades para el desarrollo de biomodelos acorde a las necesidades del especialista. Algunas reuniones fueron de tipo presencial y otras de tipo virtual. En la siguiente figura se logra visualizar el tiempo entre reuniones para el desarrollo de actividades, el avance y lo procesos realizados.

**Figura 73.** *Tiempos de reunión y tiempos muertos en el proceso de co-creación.*



En la figura anterior se relacionan las reuniones con el equipo médico para la planeación quirúrgica. En las primeras 2 reuniones se realizaron actividades de reconocimiento del médico especialista, análisis de las condiciones del TAC, y solicitud del nuevo TAC con parámetros adecuados para la reconstrucción. Las siguientes 16 reuniones fueron interacciones de trabajo colaborativo o co-creación en pro de diseñar los biomodelos y las últimas 3 reuniones se realizaron para programar la junta médica, asistencia a la junta y el proceso de observación de la cirugía.

También se observan tiempos en cero durante las interacciones relacionadas con trabajo colaborativo o co-creación, pero fueron invertidos en múltiples actividades como: síntesis de parámetros / requerimientos, reconstrucción, modelado y procesos de manufactura. En el siguiente cuadro se cuantifican los tiempos sin interacción o muertos a lo largo de las actividades ejecutadas.

**Tabla 30. Descripción de tiempos en el proceso de pre-planeación quirúrgica.**

Categoría	Indicador	Intervalo de tiempo	Actividad y cambios solicitados	tiempo muerto
Empatizar y reconocimiento	T1	12 /05/2022 al 22 /05/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de espera de la nueva tomografía computarizada</li> <li>• Importación y prueba de calidad de la tomografía para el proceso de reconstrucción.</li> <li>• Reducción de órganos sin relación con el procedimiento</li> </ul>	-
	T2	23/05/2022 al 30/05/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento de requerimientos con la cirujana.</li> <li>• Inicio del proceso de limpieza del ruido radiográfico en la primera iteración.</li> <li>• Explicación y reconocimiento de cavidades en el corazón.</li> </ul>	-
Diseño y desarrollo de los biomodelos del caso	T3	3/06/2022 al 6/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la anatomía del corazón, lectura de literatura médica.</li> <li>• Delimitación de las secciones del corazón sin pericardio.</li> </ul>	-
	T4	6/06/2022 al 10/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación del corazón sin pericardio y siguiendo las indicaciones de la cirujana respecto a las divisiones de los ventrículos y las aurículas.</li> <li>• Reconstrucción virtual para verificación de la sección hueca donde permitía la mezcla de sangre venosa y sangre arterial</li> <li>• Identificación de la necesidad para reconstruir el hueco.</li> </ul>	-
	T5	10/06/2022 al 15/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstrucción del biomodelo para ubicación anatómica siguiendo la geometría del corazón.</li> <li>• Manufactura en material flexible de una de las aurículas.</li> <li>• Impresión del biomodelo de ubicación anatómica (BC001)</li> </ul>	-
	T6	15/06/2022 al 28/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la primera reconstrucción completa del corazón con solicitud de eliminar secciones que representan ruido radiográfico por la sangre.</li> </ul>	1 día

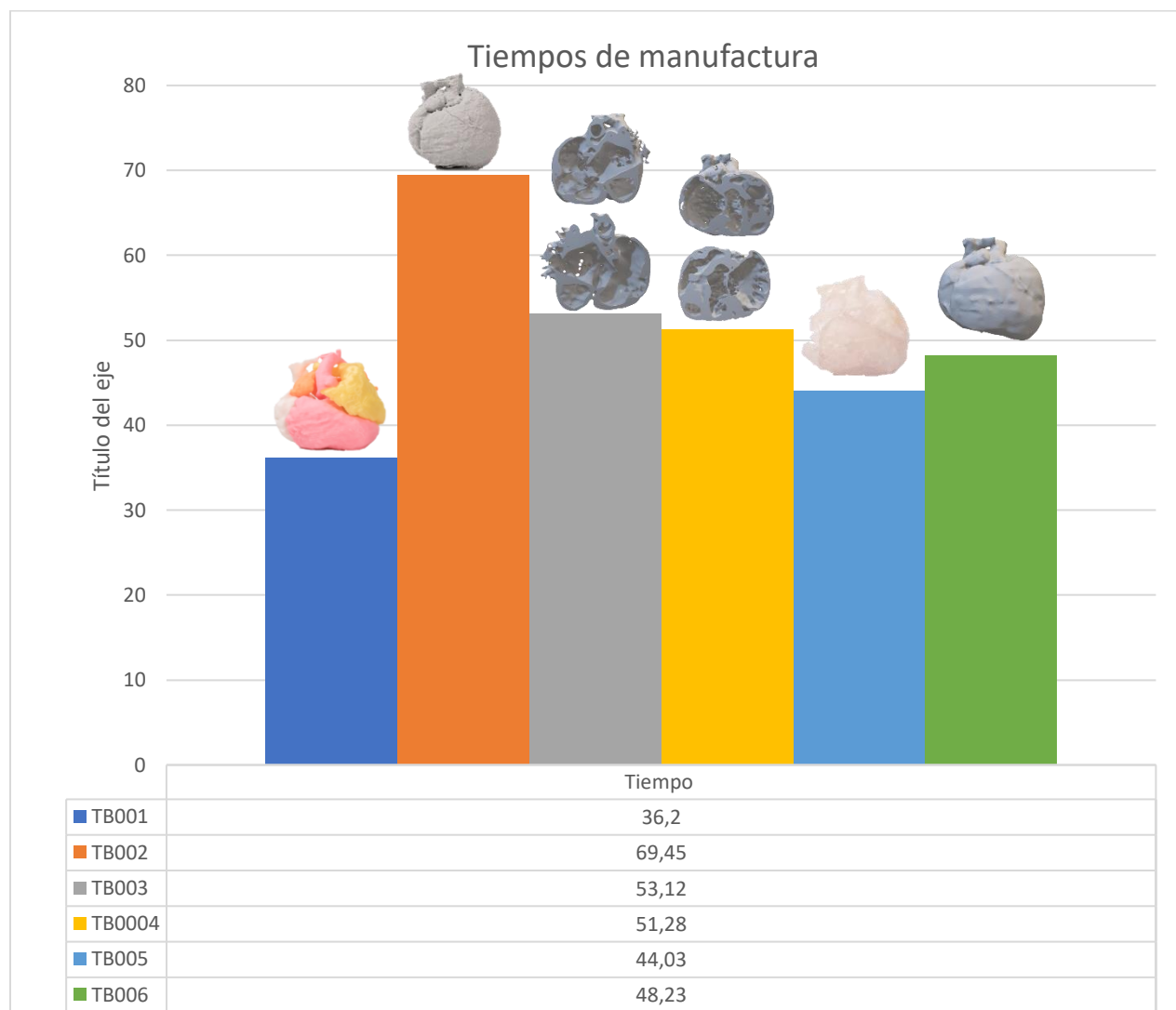
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se da aprobación al biomodelo sin reconocimiento total de lo que son tejidos blandos pequeños del corazón y qué es ruido radiográfico</li> <li>• Impresión del primer biomodelo reconstruido (BC002)</li> </ul>	
T7	1/07/2022 al 15/07/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de los dos biomodelos impresos por emulación del procedimiento.</li> <li>• Recomendaciones y solicitud para reducción de ruido radiográfico.</li> <li>• Necesidad de reducción de densidad de músculo cardiaco.</li> <li>• Reducción de ruido radiográfico capa a capa y delimitación interna del corazón</li> </ul>	1 día
T8	15/07/2022 al 25/07/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la reconstrucción virtual, con la limpieza y depuración capa a capa</li> <li>• Delimitación de las primeras líneas de referencia para corte del biomodelo virtual</li> <li>• Procesamiento del primer corte del biomodelo (ref. BC003) y continuación en la limpieza de la reconstrucción virtual.</li> <li>• Autorización de impresión del biomodelo BC003</li> </ul>	2 días
T9	25/07/2022 al 3/08/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del</li> <li>• En la reunión faltaban la visualización de cavidades internas s para la toma de decisiones respecto a las tamaños del corazón, por este motivo se solicita un segundo corte frontal para verificación del proceso.</li> <li>• Se debe seguir reduciendo el ruido radiográfico para la correcta definición de las cuerdas tendinosas del corazón sin el ruido radiográfico de la sangre.</li> </ul>	-
T10	3/08/2022 al 8/08/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del nuevo corte en el biomodelo virtual del corazón</li> <li>• Solicitud de rotación del corte, pues la cirujana no podía visualizar en totalidad la configuración anatómica del corazón.</li> <li>• Establecimiento de líneas de referencia con la cirujana para modificar el corte ya realizado.</li> </ul>	2 días
T11	8/08/2022 al 19/08/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución del corte solicitado por la cirujana en función de los nuevos parámetros establecidos. Se debió tener en cuenta un corte compuesto para lograr la inclinación adecuada y no intervenir en la CIV del corazón.</li> <li>• Depuración capa a capa final de las secciones del modelo y reducción de las últimas secciones con ruido radiográfico para revisión de la cirujana</li> </ul>	-
T12	19/08/2022 al 29/08/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del proceso de reconstrucción y seguimiento en la depuración en función de la adecuada depuración de los músculos papilares para evitar la reducción de tejido tendinoso.</li> <li>• Ejecución de cambios en el biomodelo y el corte solicitado</li> </ul>	-
T13	29 /08/2022 al 6/08/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunión de revisión de cambio ejecutado en el periodo de trabajo anterior. Aprobación para impresión del biomodelo</li> <li>• Generación del biomodelo final para impresión reduciendo la apariencia de ruido radiográfico en la superficie.</li> <li>• Proceso de manufactura del biomodelo BC004</li> </ul>	1 día
T14	6/09/2022 al 22/09/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunión para revisión del biomodelo, la cirujana se queda con los dos biomodelos para revisar las condiciones anatómicas y estudiar el caso para el planeamiento de la intervención quirúrgica.</li> </ul>	-

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se solicita un biomodelo para simular la operación en resina flexible</li> <li>• Se solicita reducir las secciones pequeñas huecas que se encuentran en los demás biomodelos para emular el corazón de la forma correcta.</li> </ul>	
	T15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza la presentación del biomodelo sin huecos listo para imprimir, se reducen las secciones con huecos en el tejido y se limpia la superficie del corazón de ruido radiográfico.</li> <li>• Se generan huecos en la superficie del corazón para retirar las bases que genera la impresora de resina flexible</li> <li>• La cirujana da aprobación para impresión del biomodelo (BC005)</li> </ul>	2 días
	22/09/2022 al 28/09/2022		
	T16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presenta error en el proceso de impresión por el material y en el proceso de sellado de la impresión por lo tanto el biomodelo no tiene las condiciones adecuadas para ser implementado en la simulación del proceso</li> </ul>	3 días
	28/09/ 2022 al 3/10/2022		
	T17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se propone la solución de imprimirlo en TPU para hacer la emulación del procedimiento. La cirujana aprueba la idea.</li> <li>• Se imprime el biomodelo y las características del biomodelo no permiten que la cirujana realice la simulación del procedimiento quirúrgico por el espesor del material.</li> </ul>	5 días
	3/10/2022 al 14/10/2022		
Junta médica y Procedimiento quirúrgico	T18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cirujana contando con todos lo biomodelos decide implementar el biomodelo BC004 para emular el procedimiento.</li> <li>• Se realizó la simulación de parte de la cirugía biventricular propuesta (cierre de la CIV, sin lograr realizar el switch atrial dadas las características actuales de textura del material y el detalle anatómico a nivel auricular.</li> </ul>	5 días
	14/10/2022 al 28/10/2022		
	T19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de preparación de junta médica (presentación colaborativa)</li> <li>• Junta médica (31 de Octubre)</li> </ul>	-
	28/10/2022 al 31/10/2022		
	T20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cirujana se incapacitó y por esta razón se aplazó la cirujana</li> <li>• Reunión para indicaciones como observador al procedimiento quirúrgico</li> </ul>	20 días
31/10/2022 al 21/11/2022			
T21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de la paciente para el procedimiento quirúrgico</li> <li>• El 12 de Diciembre, asistencia de la diseñadora al procedimiento quirúrgico como observador</li> </ul>	19 días	
21/11/2022 al 12/12/2022			

En el proceso se buscó mitigar el impacto en los tiempos de desarrollo, manteniendo un proceso constante y alimentando la curva de aprendizaje con investigación para reducir los tiempos requeridos para el diseño o desarrollo de los dispositivos médicos. En el caso de los tiempos relacionados con manufactura, estos fueron reduciéndose considerablemente a medida que se depuraron las reconstrucciones virtuales y la cantidad de ruido radiográfico que este poseía. En la

siguiente gráfica se evidencian los tiempos invertidos en cada uno de los biomodelos y cómo con la evolución de las reconstrucciones fueron reduciendo los tiempos de manufactura.

**Figura 74.** *Tiempos de manufactura para la producción de los dispositivos de soporte.*



Con los tiempos implementados a lo largo del proceso se necesitó de 221 días de ejecución, para dar por terminado el proceso de trabajo colaborativo en el marco de la planeación quirúrgica del caso y la ejecución de la cirugía entre las instituciones. Se recomienda realizar más iteraciones del proceso para lograr estandarizar tiempos en este tipo de casos de alta complejidad, teniendo en cuenta espacios de trabajo colaborativo y la curva de aprendizaje relacionada al diseño de los dispositivos médicos.

### 1.14.9.3

### Evaluación de KPI's de costos.

En el proceso de diseño y desarrollo del primer caso, se ejecutó sin tener un margen de referencia de costos tanto del proceso de relacionamiento como el proceso productivo que requieren los dispositivos médicos. Por el motivo anteriormente mencionado, la experimentación del flujo de procesos ejecutado con este caso, generó un referente de costos para la ejecución de casos con similitudes en complejidad fisiológica y anatómica.

**Tabla 31. KPI's de costos a lo largo del proceso de diseño.**





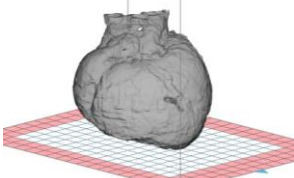
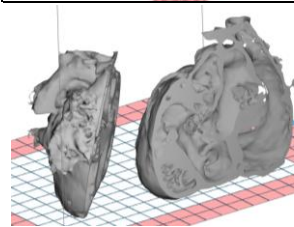
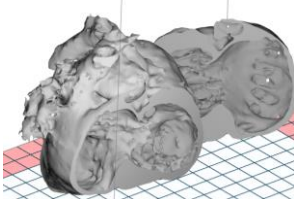
Categoría	KPI	Descripción	Medición
Costos	7	Costo del servicio completo de pre-planeación	Costo para venta del servicio de pre-planeación quirúrgica
	8	Costo de procesos de pre-planeación virtual 3D	Costo de procesos de pre-planeación implementando herramientas de reconstrucción 3D
	9	Costos de producción de dispositivos médicos de apoyo	Costo de los procesos de manufactura en casos donde se requieran dispositivos médicos físicos.
	10	Costos de mano de obra durante el proceso de diseño	Costos y valores tanto en especie como en efectivo de los profesionales que intervendrían en el proceso de diseño

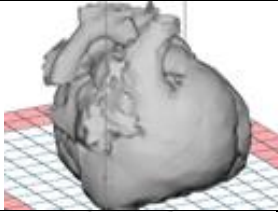
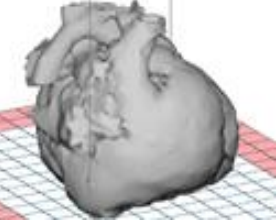
La medición de costos se realizó en 3 variables principales: Costos del proceso de co-creación o trabajo colaborativo, costos relacionados con el proceso de diseño y desarrollo virtual, además de los costos relacionados de manufactura de los biomodelos tridimensionales. En los análisis se tuvieron en cuenta variables como: los perfiles de los profesionales involucrados, tipo de manufactura, infraestructura, impuestos y costos adicionales intrínsecos a los procesos relacionados. En la tabla se resumen los cálculos de costos en los que se incidieron durante la ejecución del caso en la etapa “Implementar y evaluar” para el testeo del flujo de procesos.

**Tabla 32. Relación de costos en el servicio de pre-planeación quirúrgica.**

Costos procesos de co-creación o trabajo colaborativo
<p><b>Perfil del profesional:</b> Diseñador industrial o ingeniero industrial con experiencia en actividades de trabajo colaborativo o co-creación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de lenguaje médico e interés en aprendizaje de flujo de procesos realizado por el personal de salud.</li> <li>• Implementación de herramientas, actividades y estrategias para el levantamiento de parámetros y requerimientos.</li> <li>• Síntesis de datos, apreciaciones y necesidades expresados por el personal médico en actas, documentos de seguimiento y desarrollo de formatos para el seguimiento del proceso.</li> <li>• Capacidad para la transmisión de información al equipo de diseño y desarrollo.</li> </ul>

<b>Valor hora laboral:</b> 20.000 (COP) Año 2023		<b>Tiempo ejecutado en procesos de co-creación y trabajo colaborativo.</b> 30 días de sesiones y relacionamiento 8 horas laborales	
<b>Tipo de contrato:</b> Obra – labor <b>Valor final: 4'800.000</b>			
<b>Consideraciones:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En procesos posteriores se debe tener en cuenta condiciones laborales para la persona a ejecutar el proceso (Pago de parafiscales para garantizar la salud y bienestar del trabajador)</li> <li>• No se deben obviar costo como transporte o viáticos (en caso de ser necesarios)</li> </ul>		
<b>Costos procesos de diseño y desarrollo de los biomodelos virtuales</b>			
<b>Perfil del profesional:</b> diseñador industrial con experiencia en actividades de modelado y diseño de los biomodelos en software especializado			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de lenguaje médico e interés en aprendizaje de flujo de procesos realizado por el personal de salud.</li> <li>• Implementación de software especializado para reconstrucción virtual de imágenes diagnósticas y desarrollo de biomodelos virtuales.</li> <li>• Capacidad para realizar correcciones acordes a las necesidades, expectativas y problemas que exprese el o la cirujana encargada del caso.</li> <li>• Capacidad de comunicación asertiva con el personal médico para procesos de corrección y ejecución de modificaciones.</li> </ul>			
<b>Valor hora laboral:</b> 22.500 (COP) Año 2023		<b>Tiempo ejecutado en procesos de diseño y desarrollo de los biomodelos virtuales</b> 392 horas laborales	
<b>Tipo de contrato:</b> Obra – labor <b>Valor final: \$8'820.00</b>			
<b>Consideraciones:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En procesos posteriores se debe tener en cuenta condiciones laborales para la persona a ejecutar el proceso (Pago de parafiscales para garantizar la salud y bienestar del trabajador)</li> <li>• Se debe llegar a un acuerdo en el proceso de contratación o garantizar flujo constante de casos, que permitan mantener este perfil contratado de manera constante.</li> </ul>		
<b>Costos relacionados al proceso de manufactura</b>			
<b>Perfil del profesional:</b> diseñador industrial o ingeniero mecánico con experiencia en procesos de manufactura aditiva en múltiples técnicas de impresión 3D			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de modelos virtuales para procesos de impresión 3D, que permitan tomar decisiones en pro de reducir los errores en el proceso de manufactura.</li> <li>• Calibrar y colocar en marcha los procesos de manufactura, vigilando de manera constante los procesos de impresión en horas laborales.</li> <li>• Revisión de calidad de los biomodelos físicos producidos</li> </ul>			
<b>Valor día laboral:</b> \$180.000 (COP) Año 2023		<b>Tiempo ejecutado en procesos de manufactura</b> 12 días laborales / 8 horas laborales	
<b>Tipo de contrato:</b> Obra – labor <b>Valor final: \$2'160.000</b>			
<b>Consideraciones:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El profesional encargado de la maquinaria debe garantizar la revisión y mantenimiento de las máquinas.</li> <li>• En el proceso de manufactura, es clave realizar proceso de seguimiento visual.</li> </ul>		

Costos relacionados con la manufactura aditiva					
Biomodelo	Material e impresora	Cantidad de gramos	Costo de material usado	Costo de manufactura	Costo final
	Wanhao Duplicator D9/300 Mark II White	33g	\$ 3.794	\$ 48.500	\$ 52.077,30
	Wanhao Duplicator D9/300 Mark II PINK	37 g	\$ 4.011	\$ 52.667	\$ 56.677,58
	Wanhao Duplicator D9/300 Mark II Glass Lemon Yellow	35g	\$ 3.794	\$ 50.500	\$ 54.294,11
	Wanhao Duplicator D9/300 Mark II Color: Orange	25g	\$ 2.710	\$ 34.667	\$ 37.376,74
	SINTERIT Lisa PRO - SLS 3D Printer TPU Flexa Bright – SINTERIT	96.6g	\$4.980	\$ 2.058.333	\$2.539.401
	SINTERIT Lisa PRO - SLS 3D Printer TPU Flexa Bright – SINTERIT	80.1	\$4.980	\$ 2.090.000	\$2.488.898
	SINTERIT Lisa PRO - SLS 3D Printer TPU Flexa Bright – SINTERIT	86.2	\$4.980	\$ 2.056.667	\$2.485.943

	SINTERIT Lisa PRO - SLS 3D Printer  TPU Flexa Bright – SINTERIT	89.1	\$4.980	\$ 1.949.167	\$2.384.866
	FormLabs- FORM 3+  Material: Elastic 50A- FormLabs	109.3	\$5.248	\$1.224.400	\$1.798.006,4
<b>Costo 11% UIS</b>				<b>\$1.308.729.41</b>	
<b>Costo final</b>				<b>\$13'206.269.55</b>	

En caso de prestarse el servicio desde la universidad, se debe tener en cuenta que los cobros difieren a otro proveedor, pues las UIS “No es responsables del IVA” por lo tanto no deben hacer el cobro del 19% relacionado a este impuesto. En el contexto de la Universidad Industrial de Santander, en el cobro se debe tener en cuenta que los servicios prestados por la universidad tienen una retención del 11% para el funcionamiento y se debe tener en cuenta en precios a consumidores.

En el proceso experimental, los costos son un cálculo de referencia que permiten el establecimiento de costos base para poseer costos de referencia del cobro, según los dispositivos médicos a solicitarse. Es clave resaltar que los costos dependerán siempre de los tiempos de manufactura, material, cantidad de energía usada, personal vinculado, transportes, viáticos, deterioro de la máquina e impuestos o ajustes según lo estipule la Vicerrectoría de investigación y extensión que es el órgano en la universidad que condiciona este tipo de relacionamiento.

#### 1.14.9.4

#### Evaluación KPI's de Calidad.

El proceso ejecutado durante la etapa de “implementar y evaluar” fue valorado de manera constante con la cirujana líder encargada del caso y el equipo médico que acompañaba la toma de decisiones. Cada uno de los procesos realizados tuvo observaciones para obtener un mayor nivel de

calidad en los dispositivos médicos y mediante trabajo colaborativo permitían avances incrementales en el flujo de proceso que se llevó a cabo.

En este apartado se evaluaron los KPI's de calidad y permitieron el establecimiento de precedentes para mejoras incrementales aplicadas en futuros procesos de planeación quirúrgica en casos de alta complejidad, teniendo una oportunidad clara para contribuir a la toma de decisiones en casos relacionados con cardiología.

**Tabla 33. KPI's de calidad evaluados en la implementación.**

Categoría	KPI	Descripción	Medición
Calidad	11	Cambios solicitados	Cantidad de cambios que solicita el especialista para llegar a un resultado final.
	12	Satisfacción del cirujano	Nivel de satisfacción expresado por el cirujano cuando obtiene los resultados finales

Los cambios solicitados, fue una variable de medición continua pues al ser un caso experimental en todo el proceso se realizaron modificaciones de manera incremental, mapeando cada modificación solicitada. Los cambios se llevaron mediante un control de las acotaciones mencionadas por parte de la cirujana, siguiendo la trazabilidad del proceso y tratando de evitar errores en las modificaciones a realizarse. En la siguiente tabla se resumieron las solicitudes de la cirujana líder, apreciaciones, modificaciones, cambios e iteraciones del proceso para llegar a los resultados finales y contribuir a la toma de decisiones durante la planeación quirúrgica.

Los cambios solicitados tuvieron trazabilidad en la tabla donde se midieron tiempos muertos y las modificaciones que eran requeridas en la ejecución. En el análisis de los procesos donde se solicitaban modificaciones, cambios incrementales y la generación de nuevos biomodelos, influyeron 3 variables principales: Alta incertidumbre por la anatomía del caso, dificultad en la visibilidad de las secciones del corazón y la curva de aprendizaje para la generación de biomodelos.

Al ser un flujo de trabajo experimental la solicitud de cambios fue constante pues el seguimiento realizado por la cirujana se ejecutó en todo el proceso y la toma de decisiones estaba

regida consideraciones médicas. Se espera en futuros casos reducir la incertidumbre en la toma de decisiones, claridad en la distinción de secciones anatómicas del corazón para la reducción del ruido radiográfico y como consecuencia la disminución de los biomodelos.

En función al nivel de satisfacción, de manera general la cirujana encargada tuvo un alto nivel de satisfacción con el proceso ejecutado y ha expresado que este tipo de servicios contribuye a mejorar los procedimientos quirúrgicos, toma de decisiones y reducción al nivel de incertidumbre en la toma de decisiones en casos de alta complejidad. Entre las apreciaciones se mencionó la necesidad de materiales más flexibles que faciliten planear el procedimiento quirúrgico y establecer parámetros para la reducción de ruido radiográfico. En el siguiente cuadro se sintetizan las apreciaciones de la cirujana en de manera general y en 3 tiempos para el desarrollo del caso.

**Tabla 34.** *Evaluación de la calidad del servicio para pre-planeación quirúrgica.*

Apreciaciones generales – Cirujana encargada del caso.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de lenguaje médico e interés en aprendizaje de flujo de procesos realizado por el personal de salud.</li> <li>• Implementación de herramientas, actividades y estrategias para el levantamiento de parámetros y requerimientos.</li> <li>• Síntesis de datos, apreciaciones y necesidades expresados por el personal médico en actas, documentos de seguimiento y desarrollo de formatos para el seguimiento del proceso.</li> <li>• Capacidad para la transmisión de información al equipo de diseño y desarrollo.</li> <li>• Se recomienda mejorar la fidelidad atómica de los modelos físicos en comparación con el músculo y la implementación de materiales que emulen la textura y densidad de las diferentes estructuras cardiacas para poder realizar a futuro procesos de simulación quirúrgica en biomodelos físicos flexibles.</li> <li>• El biomodelo aclaró detalles anatómicos que permitieron tomar la decisión de paliación univentricular.</li> </ul>	
Categoría	Satisfacción del cirujano
Trabajo colaborativo de reconocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las interacciones entre el personal prestador del servicio y el personal médico fueron de gran contribución. Se requiere el interés en capacitarse en conocimiento médico para tener el mismo flujo de procesos y mantener una comunicación eficiente.</li> <li>• La curva de aprendizaje respecto a los términos médicos no fue larga porque la diseñadora ya tenía bases de anatomía, tipo de tejidos y manejo de escala Hounsfield,</li> <li>• Se destaca la disposición del equipo de diseño para adaptarse a los horarios y tiempos de la cirujana.</li> </ul>
Diseño y desarrollo de los biomodelos del caso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es clave adaptar el software Navar para poder facilitar la carga y revisión de los avances entre el cirujano y el diseñador encargado del caso.</li> <li>• Dado que ya se tiene el proceso ejecutado en esta fase de implementación, se deben reducir las interacciones para reducción o eliminación del ruido radiográfico.</li> </ul>

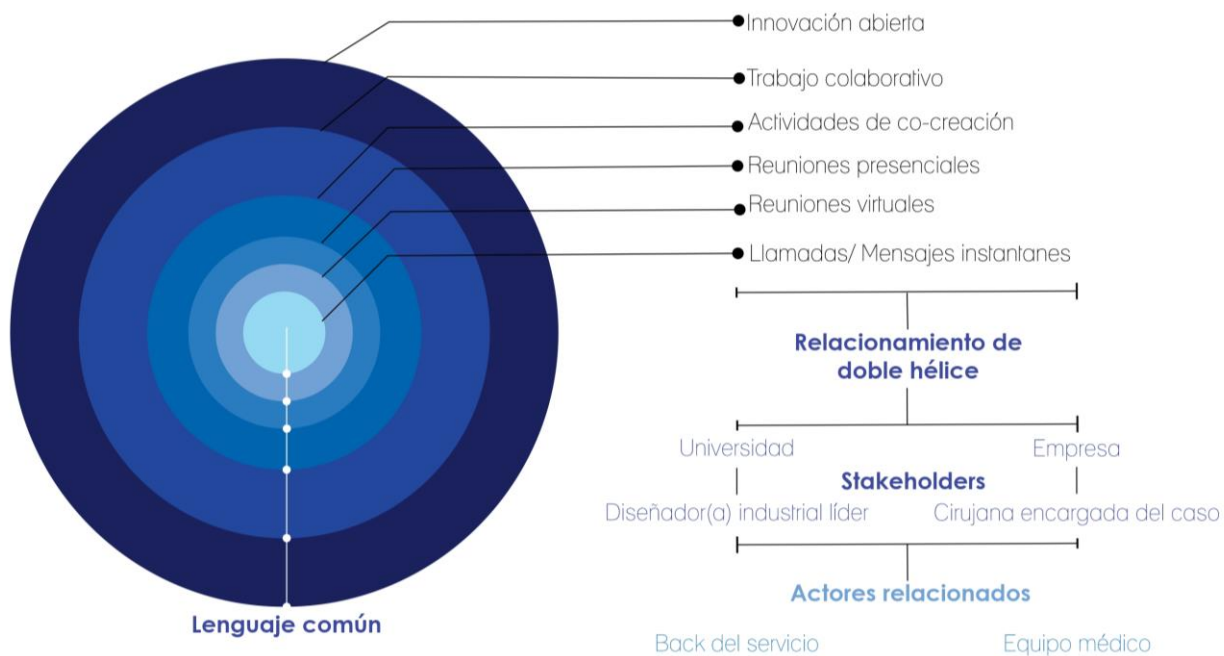
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En próximas iteraciones, ya la diseñadora se encuentra en la capacidad de distinguir las secciones, regiones anatómicas y la fisiología del corazón, facilitando la toma de decisiones además del proceso de reconstrucción.</li> <li>• En consecuencia a este proceso de diseño, se espera un nivel de independencia mayor para la toma de decisiones respecto a la reconstrucción y modelado del corazón.</li> <li>• Se pueden explorar nuevas aplicaciones en toma de decisiones de alta complejidad, especialmente para verificar que un paciente puede o no ser candidato a trasplante de órgano.</li> <li>• Es clave que los biomodelos se encuentren en un material altamente flexible que emule adecuadamente el tejido cardiaco y permita realizar simulaciones de abordaje quirúrgico.</li> <li>• El proceso de desarrollo al ser enmarcado en un proceso de trabajo colaborativo y de co-creación, los resultados estuvieron acorde con las necesidades, expectativas y toma de decisiones a ejecutar parte de la cirujana.</li> </ul>
Implementación en toma de decisiones y uso en el quirófano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda que los biomodelos sean esterilizables para poder ser usados y consultados a lo largo del procedimiento.</li> <li>• De manera incremental, se observan posibilidades para el desarrollo de guías quirúrgicas que permitan facilitar el procedimiento quirúrgico, reduciendo las iteraciones de medición para la configuración de parches bovinos.</li> <li>• El contar con la diseñadora del caso, permitió recordar la ubicación espacial anatómica y consultas a las imágenes tomadas, por esta razón se recomienda contar con los biomodelos en el quirófano.</li> </ul>

De manera general, la cirujana demostró un alto nivel de satisfacción con los avances ejecutados en este caso, encontrando una oportunidad para mejorar la toma de decisiones en procesos como lo es en la fase prequirúrgica. Es clave resaltar que en las múltiples reuniones se encontraron oportunidades de mejora, especialmente en procesos de manufactura de los dispositivos médicos y cómo distintos materiales pueden contribuir a la definición del abordaje quirúrgico y a la generación de biomodelos que puedan ser probados respecto a la fisiología del paciente.

#### ***1.14.10 Estrategia de trabajo colaborativo.***

Este proyecto se buscó generar una estrategia de trabajo colaborativo acorde al proceso de desarrollo, tanto en la configuración de un servicio de pre-planeación quirúrgica como en la implementación de este en su fase experimental. Aunque en fases anteriores se había mencionado herramientas para el diseño del servicios, se requería la definición de canales de comunicación asertivos y que permitiera un flujo de información constantes con el menor nivel de interrupciones.

**Figura 75.** *Estrategia para comunicación asertiva en trabajo colaborativo.*



En la anterior figura, se logra visualizar las herramientas que permitieron la comunicación interdisciplinar entre los actores clave y permitieron el relacionamiento con un lenguaje común, siendo este un factor diferenciador para comunicar necesidades, problemas o expectativas que se presentaban en a lo largo del trabajo colaborativo realizado en conjunto. Este tipo de relacionamiento permite generar relaciones de confianza y en esta sinergia se puede llegar a innovación abierta, como consecuencia de actividades que afianzan la cooperación entre organizaciones.

El desarrollo de este proyecto, permitió a la universidad como organización el explorar relacione de co-creación desde la innovación abierta, teniendo como foco el soporte a inquietudes propias del quehacer médico en situaciones de alta complejidad. El soporte en toma de decisiones fue clave en la generación de confianza entre las organizaciones, llegando al punto de buscar generar relaciones sólidas desde convenios o servicios posteriores.

#### ***1.14.11 Conclusiones del capítulo – Implementar y evaluar.***

Durante la etapa de “Implementar y evaluar” se colocó a prueba el flujo de procesos diseñado en el marco del diseño de servicios, implementando una prueba en contexto real con una Institución prestadora de servicios de salud privada como lo es la Fundación Cardiovascular de Colombia. Esta alianza se generó con la finalidad de brindarle soporte a la cirujana encargada del caso para la toma de decisiones respecto a la anatomía y la fisiología de una paciente con una patología de alta complejidad.

En este proceso de trabajo colaborativo, se llevaron a cabo múltiples iteraciones que permitieron la identificación de nuevos tipos de biomodelos que se pueden incluir en el portafolio del grupo de investigación interfaz y permitirá contribuir de esta forma a áreas médicas relacionados con tejido blando. Es de suma importancia tener en cuenta las apreciaciones de mejora respecto a materiales, procesos de manufactura y la reducción de iteraciones, enfocándose en la reducción de tiempos y mejoramiento de la calidad en los biomodelos desarrollados.

En el proceso de trabajo colaborativo, se requirió alta disposición para el aprendizaje de nuevas habilidades, conceptos y capacidad para ejecutar cambios, siendo estos constantes como consecuencia de la curva de aprendizaje y la inexperiencia en este tipo de procesos, permitiendo tener un nuevo tipo de sinergias además de la exploración de oportunidades en cardiología. Es clave resaltar que el desarrollo de biomodelos virtuales en cardiología pediátrica es un tema emergente, que presenta grandes retos y oportunidades de mejora que contribuirían efectivamente al quehacer del médico especialista, por este motivo es clave ejecutar nuevas iteraciones para continuar mejorando las técnicas y procesos implementados en el proceso.

A lo largo de este proceso, se consideró como exitosas las actividades de co-creación y trabajo colaborativo, pues permitieron tomar decisiones en pro del diseño de los dispositivos médicos mediante una comunicación asertiva. Es de suma importancia resaltar que este proceso

obtuvo excelentes resultados en las actividades de trabajo colaborativo por la constante disposición para realizar validaciones en conjunto y evaluar de manera objetiva los avances, permitiendo así un proceso iterativo pero con pocos tiempos muertos.

Se espera que el flujo de procesos diseñado en el marco de este servicio para pre-planeación quirúrgica, sea implementado posteriormente y se pueda contribuir a la toma de decisiones en especialidades como la cardiología pediátrica, que por la complejidad de los casos requiere del mayor soporte posible que se les pueda brindar a los especialistas. El contribuir al sector salud permitirá que el servicio de salud a nivel nacional siga mejorando sus estándares y se pueda garantizar un servicio digno a la gran mayoría de colombianos.

### **Conclusiones**

El desarrollo de este proyecto de investigación permitió articular el diseño de servicios con múltiples herramientas para la configuración de un servicio de pre-planeación quirúrgica acorde a las necesidades de los médicos especialistas y el personal médico que interviene en la etapa prequirúrgica. En la configuración del servicio, se establecieron canales de comunicación asertiva con los médicos y especialistas como usuarios directos del servicio, siendo ellos quienes expresaban sus necesidades, frustraciones, problemas y expectativas, que mediante actividades de co-creación fueron sintetizadas para la delimitación y construcción de un flujo de procesos que articulara los desarrollos generados por el grupo de investigación INTERFAZ con la toma de decisiones durante la etapa prequirúrgica.

El diseñar el servicio de manera colaborativa permitió tener un flujo de procesos acorde a los requerimientos identificados en las actividades de co-creación con los actores clave, permitiendo tener un flujo de procesos que se adaptara correctamente a la toma de decisiones realizada por la especialista encargada del caso y redujera la incertidumbre anatómica presentada en casos de alta complejidad, siendo este un avance considerable para las fases de diagnóstico y planeación

quirúrgica que repercute en la selección del tipo de procedimiento quirúrgico y el tratamiento médico para la rehabilitación del paciente.

Cada una de las herramientas evaluadas, permitió el establecimiento de una taxonomía de referencia para el diseño de servicios en salud, llegando a la estructuración de un marco conceptual que permitirá obtener mejores resultados en interacciones de trabajo colaborativo con pacientes o usuarios directos. En cada una de las interacciones, fue clave la comunicación asertiva creado mediante un lenguaje en común y el reconocimiento de las herramientas según su aporte al avance en el flujo de procesos del servicio.

Es de suma importancia resaltar, que los procesos de análisis de la literatura y revisión sistemática, aportaron rigurosidad científica y experiencia de uso previa, que ayudaron a configurar la estrategia de trabajo colaborativo y la identificación de herramientas con resultados probados. Al contar con referencias del proceso, se buscó prever el lenguaje común y se realizó la socialización de avances constante para incentivar el trabajo colaborativo.

Mediante el proceso experimental, se observaron necesidades relacionadas al área de cardiología que pueden ser solucionadas mediante dispositivos médicos diseñados en el marco de este tipo de servicios como: biomodelos de prueba, ubicación anatómica, distribución de grandes vasos y guías quirúrgicas para el corte de aloinjertos. En función a este tipo de oportunidades de mejora incrementales, se evidencia la necesidad de la articulación del diseño de servicios con el diseño de dispositivos médicos para mejorar la práctica médica en la cardiocirugía infantil, pues al tratar con tejidos más complejos, pequeños y frágiles, requieren de la mayor cantidad de variables controladas para brindarle mayor seguridad al especialista en el campo quirúrgico y se le brinden más posibilidades de supervivencia al paciente.

En el quehacer del diseñador, el trabajo constante debe estar ligado al bienestar de la sociedad, por este motivo la integración del diseño de servicios con el diseño de producto permitió

la articulación de un servicio con productos complementarios al sector salud, siendo este acorde a las necesidades de la población. Es clave que el bienestar de los usuarios directos e indirectos sea garantizado en este tipo de servicios pues las variables tenidas en cuenta siempre repercuten en la vida y salud de los pacientes, por este motivo se requiere tener el mayor nivel de información para que las aplicaciones sean adaptables a múltiples contextos.

Basados en la experiencia de diseño, la participación de actores clave en el proceso fue de suma importancia para el levantamiento de información y los procesos de validación, por este motivo se implementaron herramientas que permitieron la síntesis de información, la delimitación del flujo del servicio y la integración de los stakeholders a las diversas actividades de trabajo colaborativo o de co-creación. En el marco del diseño de este servicio, se caracterizaron también herramientas que facilitan el proceso para la configuración de servicios de salud y permiten realizar actividades de co-creación de manera sintética y que aporten a la construcción del artefacto.

En la consolidación de resultados fue clave la identificación de actividades con alto impacto en el proceso, factores barrera, mitigación, toma de decisiones, oportunidades de mejora y valoración en la toma de decisiones, ayudando a la configuración del flujo de procesos propio del servicio. La documentación de los relacionamientos permitió medir KPI's en función de medir como referencia, los procesos y actividades desarrolladas en función de la escalabilidad y comparaciones futuras en casos donde se generen este tipo de sinergias.

Durante el proceso de diseño se recomienda, medir cada una de las interacciones en términos de KPI's y llegar a comparaciones de rendimiento y efectividad del servicio, siendo esta una recomendación en caso de ejecutar un proceso similar. La medición de los KPI's permitirá en experiencias futuras medir la sostenibilidad económica del servicio y la disposición de los usuario en implementarla a sus actividades de co-creación.

Mediante esta experiencia, se comprobó que el trabajo colaborativo y el desarrollo de actividades de co-creación son claves para el diseño de servicios en salud, pues los actores clave como el personal médico o los usuarios indirectos, aportan apreciaciones y percepciones basados en su experiencia y las necesidades que van evolucionando con el pasar del tiempo, por este motivo se invita a generar nuevas iniciativas que contribuyan a la construcción conjunta de servicios.

En el contexto colombiano, se identificó la necesidad de integrar más a los actores clave al diseño de servicios de salud, pues pocas entidades realizan actividades de evaluación y mejora continua integrando sus clientes, usuarios, pacientes o consumidores, por este motivo la percepción de calidad no siempre está ligada a un alto nivel de satisfacción y las organizaciones requieren de una adaptación para brindar mejores niveles de atención, permitiendo así mejorar considerablemente el sistema de salud en función de la adecuada prestación del servicio junto con la adecuada atención al paciente.

Los resultados de este proyecto y el exitoso proceso de trabajo colaborativo ejecutado por la Universidad Industrial de Santander con la Fundación Cardiovascular de Colombia, abre las puertas a nuevas relaciones de confianza y oportunidades de trabajo colaborativo para el desarrollo de innovaciones que contribuyan directamente a mejorar la atención de sus pacientes. Entre las solicitudes de la FCV, se busca generar más proyectos en común para la implementación de recursos a sus servicios de atención, en búsqueda de mayores niveles de calidad.

### **Recomendaciones**

Este proyecto de investigación tuvo una fase de investigación basada en el sistema de salud colombiano, es clave resaltar que este proceso se realizó en el año 2023 y en caso de ejecutarse alguna reforma al sistema de salud, se deben complementar la información consignada en este documento y adaptarse al nuevo contexto. Esta recomendación se enfoca en mitigar los impactos al

servicio en posibles reformas futuras el sistema de salud y de esta forma continuar fases posteriores para la implementación del servicio teniendo en cuenta interacciones comerciales.

Durante el diseño del servicio fue clave el proceso de relacionamiento con diversos actores de la cadena de valor, pero se recomienda ampliar la población de especialistas de áreas relacionadas a tejidos blandos, mediante esta integración de nuevas áreas del conocimiento a este tipo de proyectos de investigación posteriores, se podrán identificar aplicaciones específicas y permitirá generar nuevas soluciones de diseño. A lo largo del proceso de trabajo colaborativo, cuando se ejecuten actividades de co-creación se recomienda la implementación de herramientas teniendo en cuenta el lenguaje de usuario directo o indirecto, paciente o personal de salud vinculado a la interacción.

En procesos de diseño de servicios de salud de manera colaborativa, se le recomienda al diseñador líder, tener contacto directo con el personal médico que interviene en el proceso pues el establecimiento de horarios depende de la disposición que este tenga y se pueden variar en función de procedimientos, urgencias o situaciones de fuerza mayor, por tal motivo la comunicación asertiva depende del seguimiento en este tipo de procesos. Durante las etapas de implementación del servicio también fue clave la comunicación asertiva en función de horarios y tiempos, pues se requirió de manera constante la aprobación y seguimiento de la especialista.

En la etapa requerida para la implementación del servicio, fue clave la interacción con la cirujana líder del equipo médico, pues decisiones relacionadas con la anatomía de la paciente, fisiología y funcionamiento de los biomodelos dependían de las necesidades, problemas y expectativas que ella manifestaba a lo largo del proceso. En posibles casos posteriores al tener un marco de referencia, se recomienda reducir las iteraciones de aprobación y la cantidad de biomodelos en función de los requerimientos establecidos, mitigando los reprocesos y bajando como consecuencia los tiempos de ejecución del caso.

En cuanto a los tiempos, posterior a la curva de aprendizaje que representó este proyecto, se recomienda reducción en tiempos de reconstrucción, especialmente en el proceso de depurado de la tomografía computarizada dado al reconocimiento del ruido radiográfico y la estructura cardiaca. Se recomienda reducir los tiempos muertos entre reuniones de aprobación, especialmente mediante la articulación de plataformas PDM para la revisión de avances y aprobación para continuar con los avances de manera continua.

En función de mejorar las condiciones de manufactura, se recomienda realizar procesos de mantenimiento preventivo a las máquinas de impresión 3D, implementación de materiales flexibles más económicos y que requieran menor cantidad postprocesos para garantizar la calidad del material. En el proceso de manufactura, se recomienda que los materiales implementados garanticen el mejor nivel y técnica de impresión para ejecutar procesos de simulación quirúrgica en un biomodelo físico.

En una etapa posterior, se recomienda realizar un estudio a fondo que permita el establecimiento de costos finales y la integración directa con el sistema de salud, articulando el ordenador del gasto con la adquisición del servicio como complemento a la etapa de planeación de un caso de alta complejidad. Las investigaciones posteriores deben estar ligadas al modelo de negocio y el mantenimiento del servicio como complemento, teniendo en cuenta procesos de cobro, validación de costos y estructura de negociación.

Es clave resaltar que este servicio de pre-planeación quirúrgica se encuentra enfocado en casos de alta complejidad, por este motivo la cardiocirugía pediátrica presenta oportunidades de desarrollo e implementación de los dispositivos médicos desarrollados. El tratamiento de estos casos contribuye a la toma de decisiones cruciales respecto a procedimientos de alta complejidad, morbilidad del paciente y tratamiento médico posterior.

### Bibliografía

- Abrantes, C., Mealha, Ó., Gomes, D., Barraca, J. P., & Ferreira, J. (2018). Human-centric design of unified communications: E-collaboration features. *International Journal of E-Collaboration*, 14(2), 1–18. <https://doi.org/10.4018/IJeC.2018040101>
- Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 18(February 2019), 100129. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100129>
- Agarwal, S., Abdelghani, E., Stanek, J. R., Sankar, A., Cua, C. L., Kerlin, B. A., & Rodriguez, V. (2023). Intracardiac thrombi in pediatrics: anticoagulation approach and treatment outcomes. *Research and Practice in Thrombosis and Haemostasis*, 7(8), 102266. <https://doi.org/10.1016/j.rpth.2023.102266>
- Ahmad, T., Truscan, D., & Porres, I. (2018). Identifying worst-case user scenarios for performance testing of web applications using Markov-chain workload models. *Future Generation Computer Systems*, 87, 910–920. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.01.042>
- Akbari-Shandiz, M., Lawrence, R. L., Ellingson, A. M., Johnson, C. P., Zhao, K. D., & Ludewig, P. M. (2019). MRI vs CT-based 2D-3D auto-registration accuracy for quantifying shoulder motion using biplane video-radiography. *Journal of Biomechanics*, 82, 375–380. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.09.019>
- Alonso-Rodriguez, E., Cebrián, J. L., Nieto, M. J., Del Castillo, J. L., Hernández-Godoy, J., & Burgueño, M. (2015). Polyetheretherketone custom-made implants for craniofacial defects: Report of 14 cases and review of the literature. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 43(7), 1232–1238. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2015.04.028>
- Amundson, M., Newman, M., Cheng, A., Khatib, B., Cuddy, K., & Patel, A. (2020). Three-Dimensional Computer-Assisted Surgical Planning, Manufacturing, Intraoperative

- Navigation, and Computed Tomography in Maxillofacial Trauma. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 28(2), 119–127.  
<https://doi.org/10.1016/j.cxom.2020.05.006>
- Anderson, R. M., Heesterbeek, H., Klinkenberg, D., & Hollingsworth, T. D. (2020). How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *The Lancet*, 2019(20), 931–934. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30567-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30567-5)
- Anderson, S., Nasr, L., & Rayburn, S. W. (2018). Transformative service research and service design: synergistic effects in healthcare. *Service Industries Journal*, 38(1–2), 99–113.  
<https://doi.org/10.1080/02642069.2017.1404579>
- Ardila, C. C., López, C. I., Martínez, J. M., Meléndez, G. L., Navarro, D. C., & Galeano, C. F. (2018). Study for development of a patient-specific 3D printed craniofacial medical device: Design based on 3D virtual biomodels/ CAD/ RP. *Procedia CIRP*, 70, 235–240.  
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.335>
- Arriola Pereda, G., Labarta Aizpún, J. I., Sánchez, M. J., Rodríguez Vázquez del Rey, M. del M., & Ruiz del Prado, M. Y. (2023). Current situation of Specialized Health Training in pediatrics and its specific areas: challenges and needs. *Anales de Pediatría*, 99(4), 252–256.  
<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2023.08.004>
- Assad, M., & Jackson, N. (2019). Biocompatibility Evaluation of Orthopedic Biomaterials and Medical Devices: A Review of Safety and Efficacy Models. In *Encyclopedia of Biomedical Engineering* (Vol. 2). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801238-3.11104-3>
- Ayalon, O., & Toch, E. (2021a). User-Centered Privacy-by-Design: Evaluating the Appropriateness of Design Prototypes. *International Journal of Human Computer Studies*, 154.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102641>

- Ayalon, O., & Toch, E. (2021b). User-Centered Privacy-by-Design: Evaluating the Appropriateness of Design Prototypes. *International Journal of Human Computer Studies*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102641>
- Azimifar, F., Hassani, K., & Saveh, A. H. (2017). *A low invasiveness patient ' s specific template for spine surgery*. 231(2), 143–148. <https://doi.org/10.1177/0954411916682770>
- Bakker, E., Mol, P. G. M., Nabais, J., Vetter, T., Kretzler, M., Nolan, J. J., Mayer, G., Sundgren, A. K., Heerspink, H. J. L., Schiel, A., de Vries, S. T., Gomez, M. F., Schulze, F., de Zeeuw, D., & Pena, M. J. (2021). Perspectives on a Way Forward to Implementation of Precision Medicine in Patients With Diabetic Kidney Disease; Results of a Stakeholder Consensus-Building Meeting. *Frontiers in Pharmacology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.662642>
- Ballantyne, D., & Nilsson, E. (2017). All that is solid melts into air: the servicescape in digital service space. *Journal of Services Marketing*, 31(3), 226–235. <https://doi.org/10.1108/JSM-03-2016-0115>
- Ballard, D. H., Trace, A. P., Ali, S., Hodgdon, T., Zygmunt, M. E., DeBenedictis, C. M., Smith, S. E., Richardson, M. L., Patel, M. J., Decker, S. J., & Lenchik, L. (2018). Clinical Applications of 3D Printing: Primer for Radiologists. *Academic Radiology*, 25(1), 52–65. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2017.08.004>
- Bang Nguyen Dilip S. Mutum. (2015). Experience co-creation in financial services: an empirical exploration. *The Eletronic Library*, 34(1), 1–5.
- Barker, R., Witt, S., Bird, K., Stothers, K., Armstrong, E., Yunupingu, M. D., Marika, E. D., Brown, L., Moore, R., & Campbell, N. (2022). Co-creation of a student-implemented allied health service in a First Nations remote community of East Arnhem Land, Australia. *Australian Journal of Rural Health*, 30(6), 782–794. <https://doi.org/10.1111/ajr.12938>

- Berna, P., Toubanc, B., & Fourdrain, A. (2018). Successful Bronchial Replacement Using a Thoracodorsal Artery Perforator Flap. *Annals of Thoracic Surgery*, *106*(3), e129–e131. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.01.056>
- Bernal, O., & Barbosa, S. (2015). La nueva reforma a la salud en Colombia: el derecho, el aseguramiento y el sistema de salud. *Salud Pública de México*, *57*(5), 433–440. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2015.v57n5/433-440>
- Bernthal, N. M., Celestre, P. C., Stavrakis, A. I., Ludington, J. C., & Oakes, D. A. (2012). Disappointing Short-Term Results With the DePuy ASR XL Metal-on-Metal Total Hip Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*, *27*(4), 539–544. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.08.022>
- Berumen, A. V., Díaz Ramírez, A., & Organización Mundial de la Salud, O. (2017). *El papel de los dispositivos médicos en la Cobertura de Salud Universal (CSU) y el logro de los ODS* (p. 37). [http://www.who.int/medical\\_devices/OMS\\_Informacion\\_sobre\\_Dispositivos\\_Medicos\\_10\\_2017.pdf?ua=1](http://www.who.int/medical_devices/OMS_Informacion_sobre_Dispositivos_Medicos_10_2017.pdf?ua=1)
- Bitkina, O. V., Kim, H. K., & Park, J. (2020). Usability and user experience of medical devices: An overview of the current state, analysis methodologies, and future challenges. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *76*(November 2018), 102932. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102932>
- Bolton, R. N., McColl-Kennedy, J. R., Cheung, L., Gallan, A., Orsingher, C., Witell, L., & Zaki, M. (2018). Customer experience challenges: bringing together digital, physical and social realms. *Journal of Service Management*, *29*(5), 776–808. <https://doi.org/10.1108/JOSM-04-2018-0113>
- Bonnardel, N., & Pichot, N. (2020). Enhancing collaborative creativity with virtual dynamic personas. *Applied Ergonomics*, *82*. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102949>

- Borgstrom, E., & Barclay, S. (2019). Experience-based design, co-design and experience-based co-design in palliative and end-of-life care. *BMJ Supportive and Palliative Care*, 9(1), 60–66. <https://doi.org/10.1136/bmjspcare-2016-001117>
- Brasseur, J.-L. (2017). Contribución de la ecografía en la exploración del pie y del tobillo. *EMC - Podología*, 19(4), 1–20. [https://doi.org/10.1016/s1762-827x\(17\)86912-1](https://doi.org/10.1016/s1762-827x(17)86912-1)
- Brenner, W., & Uebernickel, F. (2016). Design thinking for innovation: Research and practice. In *Design Thinking for Innovation: Research and Practice*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26100-3>
- Bruns, J., Habermann, C. R., Ru, W., & Delling, D. (2010). The use of CT derived solid modelling of the pelvis in planning cancer resections. *The Journal of Cancer Surgery*, 36, 594–598. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2009.11.005>
- Burnham, T. (2020). I've got an idea! Exploring the antecedents of suggestion sharing in consumer services. *Journal of Services Marketing*, 34(4), 443–457. <https://doi.org/10.1108/JSM-08-2019-0312>
- Calderón, J. (2014). Autonomía médica y ley estatutaria de salud. *Acta Médica Colombiana*, 40(1), 51–53.
- Calderon, S. V., López-Gualdrón, C. I., & Martínez, J. M. (2020). DEFINICIÓN DE PROCESOS EN EL DESARROLLO DE DISPOSITIVOS MÉDICO- QUIRÚRGICOS PARA ZONAS ARTICULARES DE MIEMBROS INFERIORES, POR MEDIO DE “DISEÑO PARA LA MANUFACTURA”. In *Universidad Industrial de Santander*. Universidad Industrial de Santander.
- Camargo, A., Tatin- Jaleran, C., & Furst Goncalves, L. G. (2014). *Colombia, Hacia un sector de seguros inclusivo y universal*. <https://fasecolda.com/cms/wp-content/uploads/2019/09/2014-11-21-country-diagnostic-colombia.pdf>

- Camera, F., Erkoyuncu, J. A., & Wilding, S. (2020). Service data quality management framework to enable through-life engineering services. *Procedia Manufacturing*, 49, 206–210. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.07.020>
- Campbell, R. M., Pamela Douglas, C. S., Benjamin Eidem, F. W., Wyman Lai, F. W., Leo Lopez, F., Ritu Sachdeva, F., Rating Panel Robert Campbell, F. M., Douglas, P. S., Bezold, L. I., William Blanchard, Fase. B., Boris, J. R., Cannon, B., Gregory Ensing, Md. J., Craig Fleishman, Fase. E., Mark Fogel, Fase. A., Kelly Han, F. B., Jain, S., Lewin, M. B., Richard Lockwood, Md., ... Joseph Allen, M. M. (n.d.). *APPROPRIATE USE CRITERIA ACC/AAP/AHA/ASE/HRS/ SCAI/SCCT/SCMR/SOPE 2014 Appropriate Use Criteria for Initial Transthoracic Echocardiography in Outpatient Pediatric Cardiology Writing Group for Echocardiography in Outpatient Pediatric Cardiology Chair\* Appropriate Use Criteria Task Force*. <http://www.elsevier.com/journal-authors/obtaining-permission-to-re-use-elsevier-material>
- Cartiaux, O., Paul, L., Francq, B. G., Banse, Xa., & Docquier, P. L. (2014). *Improved Accuracy with 3D Planning and Patient-Specific Instruments During Simulated Pelvic Bone Tumor Surgery*. 42(1), 205–213. <https://doi.org/10.1007/s10439-013-0890-7>
- Carvalho, N., Chaim, O., Cazarini, E., & Gerolamo, M. (2018). Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in Sustainable Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 21, 671–678. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.170>
- Cash, P. J. (2018). Developing theory-driven design research. *Design Studies*, 56, 84–119. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2018.03.002>
- Ceric, A., D'Alessandro, S., Soutar, G., & Johnson, L. (2016). Using blueprinting and benchmarking to identify marketing resources that help co-create customer value. *Journal of Business Research*, 69(12), 5653–5661. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.073>

- Chernichovsky, D., & Prada, S. I. (2015). Ajustes a la arquitectura del sistema general de salud de Colombia: una propuesta. *Estudios Gerenciales*, 31(135), 163–170. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.10.004>
- Cheung, M. (2012). Design Thinking in Healthcare: Innovative Product Development through the iNPD Process. *The Design Journal*, 15(3), 299–324.
- Chew, E. K. (2016). iSIM: An integrated design method for commercializing service innovation. *Information Systems Frontiers*, 18(3), 457–478. <https://doi.org/10.1007/s10796-015-9605-y>
- Chou, C. J., Chen, C. W., & Conley, C. (2012). A systematic approach to generate service model for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 29–30, 173–187. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.01.037>
- Chougule, V. N., Mulay, A. v, & Ahuja, B. B. (2014). Development of patient specific implants for Minimum Invasive Spine Surgeries ( MISS ) from non-invasive imaging techniques by reverse engineering and additive manufacturing techniques. *Procedia Engineering*, 97, 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.244>
- Chua, M. C. H., & Chui, C. K. (2016). Optimization of Patient-Specific Design of Medical Implants for Manufacturing. *Procedia CIRP*, 40, 402–406. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.078>
- Clausen, T. H., Korneliussen, T., & Madsen, E. L. (2013). Modes of innovation, resources and their influence on product innovation: Empirical evidence from R&D active firms in Norway. *Technovation*, 33(6–7), 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.02.002>
- Clavería García, J. (2011). *PEEK Implantes Biomédicos*. 1–72.
- Clune, S., Collier, J., & Lewis, V. (2023). Health equity for trans and gender-diverse Australians: addressing the inverse care law through the provision of gender-affirming health care in the primary healthcare setting. *Australian Journal of Primary Health*. <https://doi.org/10.1071/py22149>

- Cong, J., Chen, C. H., & Zheng, P. (2020). Design entropy theory: A new design methodology for smart PSS development. *Advanced Engineering Informatics*, 45(May).  
<https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101124>
- Corcho, D., Martínez, L. A., Chaparro, G., & Rodríguez, D. (2023). *Metodología para la Fase I del Procedimiento Técnico-científico y participativo de exclusiones: Nominación, Validación y Priorización*.
- Cutrona, D., Greene-Ryan, J., Bednar, M. E., Albano, C., Sullivan, L., Stillwell, C., Geoghegan, L., Passero, L., Baldwin-Pitera, S., Crumb, S., Wilkinson, T., & Baker, S. (2016). The Effects Of A Surgical Virtual Tour On Adult Preoperative Anxiety And Understanding Of The Surgical Process. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 31(4), e60–e61.  
<https://doi.org/10.1016/j.jopan.2016.04.137>
- Daghino, W., Bistolfi, A., Aprato, A., & Massè, A. (2019). Bioabsorbable implants in foot trauma surgery. *Injury*, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.01.016>
- Dahlgaard-Park, S. M. (2015). Service Blueprint. *The SAGE Encyclopedia of Quality and the Service Economy*. <https://doi.org/10.4135/9781483346366.n186>
- Dallasega, P., Rauch, E., & Linder, C. (2018). Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 99(August 2017), 205–225. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.03.039>
- Damali, U., Miller, J. L., Fredendall, L. D., Moore, D. W., & Dye, C. J. (2016). Co-creating value using customer training and education in a healthcare service design. *Journal of Operations Management*, 47–48, 80–97. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2016.10.001>
- Dann, S. (2018). Facilitating co-creation experience in the classroom with Lego Serious Play. *Australasian Marketing Journal*, 26(2), 121–131. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2018.05.013>

- Darsa, L., Costa, B., & Varshney, A. (n.d.). *Scene Simplification WALKTHROUGHS OF COMPLEX ENVIRONMENTS USING IMAGE-BASED SIMPLIFICATION*.
- Davis, J. A., Cecchin, F., Jones, T. K., Portman, M. A., & Seattle, W. (2001). *Pediatric Cardiology Major Coronary Artery Anomalies in a Pediatric Population: Incidence and Clinical Importance*.
- de Maria, C., di Pietro, L., Díaz Lantada, A., Madete, J., Makobore, P. N., Mridha, M., Ravizza, A., Torop, J., & Ahluwalia, A. (2018). Safe innovation: On medical device legislation in Europe and Africa. *Health Policy and Technology*, 7(2), 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2018.01.012>
- de Souza, S., Galloway, J., Simpson, C., Chura, R., Dobson, J., Gullick, N. J., Steer, S., & Lempp, H. (2017). Patient involvement in rheumatology outpatient service design and delivery: a case study. *Health Expectations*, 20(3), 508–518. <https://doi.org/10.1111/hex.12478>
- Défossez, H. J. P., & Serhan, H. (2013). Managing design excellence tools during the development of new orthopaedic implants. *Journal of Biomechanical Engineering*, 135(11), 114506. <https://doi.org/10.1115/1.4025323>
- Departamento Nacional de Participación. (2023). *MANUAL PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS DEL SISTEMA GENERAL DE PARTICIPACIONES*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/DNP/SIG/M-CA-02%20Manual%20para%20la%20distribuci%C3%B3n%20del%20SGP.Pu.pdf>
- Deuter, A., Otte, A., Ebert, M., & Possel-Dölken, F. (2018). Developing the Requirements of a PLM/ALM Integration: An Industrial Case Study. *Procedia Manufacturing*, 24, 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.020>
- Dhakshyani, R., & Nukman, Y. (2014). FDM models and FEA in dysplastic hip. *Rapid Prototyping Journal*, 18/3, 215–221. <https://doi.org/10.1108/13552541211218144>

- Dietrich, T., Trischler, J., Schuster, L., & Rundle-Thiele, S. (2017). Co-designing services with vulnerable consumers. *Journal of Service Theory and Practice*, 27(3), 663–688. <https://doi.org/10.1108/JSTP-02-2016-0036>
- Dirección de financiamiento sectorial. (2016). *Fuentes de financiación y usos de los recursos del sistema general de seguridad social en salud- SGSSS* (Ministerio de Salud y Protección Social, Ed.; 1st ed., Vol. 1). [www.minsalud.gov.co](http://www.minsalud.gov.co)
- Dirnberger, D. (2016). The use of mindmapping software for patent search and management. *World Patent Information*, 47, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2016.08.004>
- Dokter, G., Thuvander, L., & Rahe, U. (2021). How circular is current design practice? Investigating perspectives across industrial design and architecture in the transition towards a circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 692–708. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.032>
- Drăgoicea, M., Falcão E Cunha, J., & Pătrașcu, M. (2015). Self-organising socio-technical description in service systems for supporting smart user decisions in public transport. *Expert Systems with Applications*, 42(17–18), 6329–6341. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.029>
- Du, R., Su, Y. X., Yan, Y., Choi, W. S., Yang, W. F., Zhang, C., Chen, X., Curtin, J. P., Ouyang, J., & Zhang, B. (2020). A Systematic Approach for Making 3D-Printed Patient-Specific Implants for Craniomaxillofacial Reconstruction. *Engineering*, 6(11), 1291–1301. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.02.019>
- Duque Roldán, M. I., Gomez Montoya, L. F., & Osorio Agudelo, J. A. (2009). Análisis de los sistemas de costos utilizados en las entidades del sector salud en Colombia y su utilidad para la toma de decisiones. *Revista Del Instituto Internacional de Costos*, 5, 495–525.

- Earthy, J., Jones, B. S., & Bevan, N. (2001a). The improvement of human-centred processes - Facing the challenge and reaping the benefit of ISO 13407. *International Journal of Human Computer Studies*, 55(4), 553–585. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0493>
- Earthy, J., Jones, B. S., & Bevan, N. (2001b). The improvement of human-centred processes - Facing the challenge and reaping the benefit of ISO 13407. *International Journal of Human Computer Studies*, 55(4), 553–585. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0493>
- El-Farargy, N. (2020). Circumnavigating the world of quality and patient safety: a compendium of highlights and perspectives. *Scottish Medical Journal*, 65(1), 3–11. <https://doi.org/10.1177/0036933019898816>
- Enríquez, J. G., Sánchez-Begines, J. M., Domínguez-Mayo, F. J., García-García, J. A., & Escalona, M. J. (2019). An approach to characterize and evaluate the quality of Product Lifecycle Management Software Systems. *Computer Standards and Interfaces*, 61(May 2018), 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.05.003>
- Escalada-Hernández, P., Soto Ruiz, N., & San Martín-Rodríguez, L. (2019). Design and evaluation of a prototype of augmented reality applied to medical devices. *International Journal of Medical Informatics*, 128(February), 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.05.004>
- Eskelinen, T., Rajahonka, M., Villman, K., & Santti, U. (2017). Improving Internal Communication Management in SMEs: Two Case Studies in Service Design. *Technology Innovation Management Review*, 7(6), 16–24. <https://doi.org/10.22215/timreview/1081>
- Espinal-Piedrahita, J. J., & Restrepo-Zea, J. H. (2022). Financing of the Colombian health system: Trends and challenges. *Revista de Salud Publica*, 24(1). <https://doi.org/10.15446/RSAP.V24N1.103057>
- Espinoza Pérez, A. T., Rossit, D. A., Tohmé, F., & Vásquez, Ó. C. (2022). Mass customized/personalized manufacturing in Industry 4.0 and blockchain: Research challenges,

- main problems, and the design of an information architecture. *Information Fusion*, 79, 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2021.09.021>
- Fatras, N., Ma, Z., & Jørgensen, B. N. (2022). Process-to-market matrix mapping: A multi-criteria evaluation framework for industrial processes' electricity market participation feasibility. *Applied Energy*, 313. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118829>
- Faust, O., Lei, N., Chew, E., Ciaccio, E. J., & Acharya, U. R. (2020). A smart service platform for cost efficient cardiac health monitoring. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176313>
- Feczko, P. Z., Fokkenrood, H. J. P., van Assen, T., Deckers, P., Emans, P. J., & Arts, J. J. (2017). Accuracy of the Precision Saw versus the Sagittal Saw during total knee arthroplasty: A randomised clinical trial. *Knee*, 24(5), 1213–1220. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2017.07.018>
- Figuroa, B., Mollenhauer, K., & Rico, M. (2017). *creando valor a través del diseño diseño de servicios*.
- Flaxman, T., Sheikh, A., Althobaity, W., Miguel, O., Cooke, C., & Singh, S. (2020). Optimizing Pre-surgical Planning for a Complex Myomectomy Using a Patient-Specific Three-Dimensional Printed Anatomical Model. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 42(6), 697–699. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2018.12.019>
- Fliess, S., Dyck, S., & Schmelter, M. (2014). Mirror, mirror on the wall – how customers perceive their contribution to service provision. *Journal of Service Management*, 25(4), 433–469. <https://doi.org/10.1108/JOSM-09-2013-0266>
- Flood, M., Ennis, M., Ludlow, A., Sweeney, F. F., Holton, A., Morgan, S., Clarke, C., Carroll, P., Mellon, L., Boland, F., Mohamed, S., de Brún, A., Hanratty, M., & Moriarty, F. (2021). Research methods from human-centered design: Potential applications in pharmacy and health

- services research. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 17(12), 2036–2043.  
<https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.06.015>
- Furrer, O., Sudharshan, D., Tsiotsou, R. H., & Liu, B. S. (2016). A framework for innovative service design. *Service Industries Journal*, 36(9–10), 452–471.  
<https://doi.org/10.1080/02642069.2016.1248420>
- Garcia, D. de F. V., Mesias, A. V. C., Vieites, L., Mendes, P. M. P., & Ripardo, J. P. S. (2020). Case report: The use of three-dimensional biomodels for surgical planning of rib fixation. *Trauma Case Reports*, 26(February), 100291. <https://doi.org/10.1016/j.tcr.2020.100291>
- García-Magro, C., & Soriano-Pinar, I. (2020). Design of services in servitized firms: gamification as an adequate tool. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 35(3), 575–585.  
<https://doi.org/10.1108/JBIM-12-2018-0413>
- Garcia-Subirats, I., Vargas Lorenzo, I., Mogollón-Pérez, A. S., De Paepe, P., da Silva, M. R. F., Unger, J. P., & Vázquez Navarrete, M. L. (2014). Determinantes del uso de distintos niveles asistenciales en el Sistema General de Seguridad Social en Salud y Sistema Único de Salud en Colombia y Brasil. *Gaceta Sanitaria*, 28(6), 480–488.  
<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2014.05.010>
- Garnica, I., Lopez, C. I., & Martinez, J. M. (2020). *Estrategia de trabajo colaborativo para la construcción de capacidades de manufactura de dispositivos para pacientes específicos*. 245.
- Gehrke, I., Schauss, M., Küsters, D., & Gries, T. (2020). Experiencing the potential of closed-loop PLM systems enabled by Industrial Internet of Things. *Procedia Manufacturing*, 45(2019), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.091>
- Geum, Y., Lee, S., Kang, D., & Park, Y. (2011). Technology roadmapping for technology-based product-service integration: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 28(3), 128–146. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.03.002>

Gobierno de Colombia. (2001). *COLOMBIA Poder Legislativo Ley N° 715/2001 Sistema General de Participaciones SGP.*

<https://plataformaurbana.cepal.org/es/instrumentos/financiamiento/sistema-general-de-participaciones-sgp#:~:text=General%20de%20Participaciones.->

,El%20Sistema%20General%20de%20Participaciones%20est%C3%A1%20constituido%20por%20los%20recursos,asigna%20en%20la%20presente%20ley.

Gobierno de Colombia. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Agenda de Desarrollo Post-2015 de la Organización de las Naciones Unidas.*

Gobierno de Colombia, & Ministerio de Hacienda y crédito público. (2015). *Guía para la ejecución, monitoreo, seguimiento y control a los recursos del Sistema General de Participaciones.*

[https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/portal/EntidadesdeOrdenTerritorial/pages\\_publicacionesterritoriales/guaseguimientosistemageneraldeparticipaciones](https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/portal/EntidadesdeOrdenTerritorial/pages_publicacionesterritoriales/guaseguimientosistemageneraldeparticipaciones)

Gómez Lucas, M. C., & Álvarez Teruel, J. Daniel. (2011). El Aprendizaje Cooperativo: Una Competencia Clave Para La Mejora De La Calidad De La Enseñanza Superior. In *El trabajo colaborativo como indicador de calidad del Espacio Europeo de Educación Superior.*

González, M., Río Gómez, C., & Domínguez, J. (1989). Los servicios: concepto, clasificación y problemas de medición. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, 13, 10–19.

Gopalakrishnan, R., Nair, A., Sudhakar, A., Jayant, A., Balachandran, R., Neema, P., & Kumar, R. (2022). Culture-negative sepsis after pediatric cardiac surgery: Incidence and outcomes. *Annals of Pediatric Cardiology*, 15(5), 442–446. [https://doi.org/10.4103/apc.apc\\_37\\_22](https://doi.org/10.4103/apc.apc_37_22)

Granger Jorge Enrique Ramos-Forero Ligia Alba Melo-Becerra Giselle Tatiana Silva-Samudio, C. (2023). *Financiamiento del Sistema de Salud en Colombia: Fuentes y usos.*

Green, T., Bonner, A., Teleni, L., Bradford, N., Purtell, L., Douglas, C., Yates, P., Macandrew, M., Dao, H. Y., & Chan, R. J. (2020). Use and reporting of experience-based codesign studies in

- the healthcare setting: a systematic review. *BMJ Quality and Safety*, 29(1), 64–76.  
<https://doi.org/10.1136/bmjqs-2019-009570>
- Guerrero, R., Gallego, A. I., Becerril-Montekio, V., & Vásquez, J. (2011). Sistema de salud de Colombia. *Salud Publica de Mexico*, 53(SUPPL. 2). <https://doi.org/10.1590/s0036-36342011000500003>
- Haimes, M. A., Watkins, C. L., Tan, D. W., Schottel, P. C., Bartlett, C. S., & Tsai, M. H. (2020). A Dedicated Orthopaedic Trauma Room Increases Operating Room Throughput without Increasing After-Hours Minutes. *Perioperative Care and Operating Room Management*, 20(April), 100108. <https://doi.org/10.1016/j.pcorm.2020.100108>
- Henderson, W. G., Rozeboom, P. D., Bronsert, M. R., Colborn, K. L., Hammermeister, K. E., Lambert-Kerzner, A., & Meguid, R. A. (2021). Accuracy of the surgical risk preoperative assessment system universal risk calculator in predicting risk for patients undergoing selected operations in 9 specialty areas. *Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2021.02.033>
- Hidalgo, A., & Herrera, R. (2020). Innovation management and co-creation in KIBs: An approach to the ICT services sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 161(June), 120278. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120278>
- Hieu, L. C., Sloten, J. V, Hung, L. T., Khanh, L., Soe, S., Zlatov, N., Phuoc, L. T., & Trung, P. D. (2010). Medical Reverse Engineering Applications and Methods. *MECAHITECH'10 2ND International Conference on Innovations, Recent Trends and Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development*, ii, 232–246.
- Hieu, L. C., Sloten, J. v, Hung, L. T., Khanh, L., Zlatov, N., Trung, P. D., Design, E., & Technology, I. (2010). Medical Reverse Engineering Applications Methods. *The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics*, 20(37), 19–29.

- Holma, A. M., Vesalainen, J., Söderman, A., & Sammalmaa, J. (2020). Service specification in pre-tender phase of public procurement - A triadic model of meaningful involvement. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 26(1). <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.100580>
- Hosni, Y. A. (2000). Contribution of Cad-Cam and Reverse Engineering Technology To the Biomedical Field. In *Current Advances in Mechanical Design and Production VII*. Elsevier Science Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-008043711-8/50050-7>
- Hossain, M. Z., Enam, F., & Farhana, S. (2017). Service Blueprint a Tool for Enhancing Service Quality in Restaurant Business. *American Journal of Industrial and Business Management*, 07(07), 919–926. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2017.77065>
- Huang, C. Y., Lee, C. H., Lin, P. H., Lu, W. J., Lin, R. J., Hung, C. Y., LI, P. C., & Chung, C. H. (2023). Effectiveness of Debriefing for Meaningful Learning (DML) Combined with Empathy Map on Prelicensure Nursing Students' Competency: A Quasi-Experimental Study. *Clinical Simulation in Nursing*, 81. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2023.101427>
- Huang, S. H., Kuo, T.-C., & Zhang, H.-C. (2001). *Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications*, . 41(2001), 241–260.
- Hunter, S., Considine, J., & Manias, E. (2023). Nurse decision-making when managing noradrenaline in the intensive care unit: A naturalistic observational study. *Intensive and Critical Care Nursing*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2023.103429>
- HUS. (2017). *PROTOCOLO PARA CARACTERIZACION EN ATENCION AL PACIENTE QUIRURGICO* (pp. 1–8). Hospital Universitario de Santander.
- Iqbal, T., Shi, L., Wang, L., Liu, Y., & Li, D. (2017). *Development of finite element model for customized prostheses design for patient with pelvic bone tumor*. 231(6), 525–533. <https://doi.org/10.1177/0954411917692009>

- ISCKIA, T., & LESCOP, D. (2009). Open Innovation within Business Ecosystems: A Tale from Amazon.com : Open innovation. *Communications & Strategies, 1*(74), 37–54.
- Jaramillo-Mejía, M. C., & Chernichovsky, D. (2015). Information for the quality of the healthcare system in Colombia: A proposal for a review based on the Israeli model. *Estudios Gerenciales, 31*(134), 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.09.004>
- Jardini, A. L., Larosa, M. A., Filho, R. M., Zavaglia, C. A. D. C., Bernardes, L. F., Lambert, C. S., Calderoni, D. R., & Kharmandayan, P. (2014). Cranial reconstruction: 3D biomodel and custom-built implant created using additive manufacturing. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 42*(8), 1877–1884. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.07.006>
- Jarow, J. P., & Baxley, J. H. (2015). Medical devices: US medical device regulation. *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations, 33*(3), 128–132. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2014.10.004>
- Javaid, M., & Haleem, A. (2019). Current status and challenges of Additive manufacturing in orthopaedics: An overview. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 10*(2), 380–386. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.05.008>
- John, R., Dhillon, M. S., Syam, K., Prabhakar, S., Behera, P., & Singh, H. (2016). Epidemiological profile of sports-related knee injuries in northern India: An observational study at a tertiary care centre. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 7*(3), 207–211. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2016.02.003>
- Jørgensen, T. S., Skougaard, M., Taylor, P. C., Asmussen, H. C., Lee, A., Klokke, L., Svejstrup, L., Mountian, I., Gudbergson, H., & Kristensen, L. E. (2018). The Parker Model: Applying a Qualitative Three-Step Approach to Optimally Utilize Input from Stakeholders When Introducing New Device Technologies in the Management of Chronic Rheumatic Diseases. *Patient, 11*(5), 515–526. <https://doi.org/10.1007/s40271-018-0306-8>

- Jud, L., Müller, D. A., Fürnstahl, P., Fucentese, S. F., & Vlachopoulos, L. (2019). Joint-preserving tumour resection around the knee with allograft reconstruction using three-dimensional preoperative planning and patient-specific instruments. *The Knee*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2019.02.015>
- Jun, Y., & Choi, K. (2010). Advances in Engineering Software Design of patient-specific hip implants based on the 3D geometry of the human femur. *Advances in Engineering Software*, 41(4), 537–547. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2009.10.016>
- Kanda, Y., & Nakagami, Y. (2006). *What is Product-Service Systems (PSS)?-A Review on PSS Researches and Relevant Policies*. <https://www.issuelab.org/resources/26090/26090.pdf>
- Kaneko, K., Kishita, Y., & Umeda, Y. (2021). Conducting Personalization Design Workshops- Designing Personalization Procedures. *Procedia CIRP*, 98, 494–499. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.140>
- Karlsson, J., & Skålén, P. (2015). Exploring front-line employee contributions to service innovation. *European Journal of Marketing*, 49(9–10), 1346–1365. <https://doi.org/10.1108/EJM-10-2012-0568>
- Karpen, I. O., Gemser, G., & Calabretta, G. (2017). A multilevel consideration of service design conditions. *Journal of Service Theory and Practice*, 27(2), 384–407. <https://doi.org/10.1108/jstp-05-2015-0121>
- Katoozian, H., & Zanjani, M. K. (2022). Supply network design for mass personalization in Industry 4.0 era. *International Journal of Production Economics*, 244. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108349>
- Khanum, S., de Souza, M., Sayyed, A., & Naz, N. (2017). Designing a Pregnancy Care Network for Pregnant Women. *Technologies*, 5(4), 80. <https://doi.org/10.3390/technologies5040080>

- Kim, Y. S., Suzuki, K., & Hong, S. J. (2020). Product redesign for service considerations using affordances for service activities. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su12010255>
- Kong, F., & Tan, Q. (2023). The relationships between happiness motives and problematic smartphone use in young adults: A weekly diary study. *Computers in Human Behavior*, *139*. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107557>
- Krawczyk, P., Maslov, I., Topolewski, M., Pallot, M., Lehtosaari, H., & Huotari, J. (2019). Threats to Reliability and Validity of Mixed Methods Research in User eXperience. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICE.2019.8792676>
- Kwon, M., Lee, J., & Hong, Y. S. (2019). Product-service system business modelling methodology using morphological analysis. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(5). <https://doi.org/10.3390/su11051376>
- Lam, B., & Dearden, A. (2015). Enhancing service development and service delivery through co-design. *Voluntary Sector Review*, *6*(1), 61–80. <https://doi.org/10.1332/204080515X14251102462692>
- Lanas, F., Serón, P., Muñoz, S., Margozzini, P., & Puig, T. (2017). Latin American Clinical Epidemiology Network Series – Paper 7: Central obesity measurements better identified risk factors for coronary heart disease risk in the Chilean National Health Survey (2009–2010). *Journal of Clinical Epidemiology*, *86*, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.04.018>
- Lee, D. H. (2019). A model for designing healthcare service based on the patient experience. *International Journal of Healthcare Management*, *12*(3), 180–188. <https://doi.org/10.1080/20479700.2017.1359956>

- Lee, J. J., Jaatinen, M., Salmi, A., Mattelmäki, T., Smeds, R., & Holopainen, M. (2018). Design choices framework for co-creation projects. *International Journal of Design*, 12(2), 15–31.
- Lee, S. M., Olson, D. L., & Trimi, S. (2012). Co-innovation: Convergenomics, collaboration, and co-creation for organizational values. *Management Decision*, 50(5), 817–831. <https://doi.org/10.1108/00251741211227528>
- Leinonen, A., & Roto, V. (2023). Service Design Handover to user experience design – a systematic literature review. *Information and Software Technology*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107087>
- Li, X., Jianmin, H., Hou, B. J., & Zhang, P. (2017). Exploring the innovation modes and evolution of the cloud-based service using the activity theory on the basis of big data. *Cluster Computing*, 21(1), 907–922. <https://doi.org/10.1007/s10586-017-0951-z>
- Liao, Y., Ramos, L. F. P., Saturno, M., Deschamps, F., de Freitas Rocha Loures, E., & Szejka, A. L. (2017). The Role of Interoperability in The Fourth Industrial Revolution Era. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 12434–12439. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1248>
- Liu, C., & Yao, J. (2018). Dynamic supply chain integration optimization in service mass customization. *Computers and Industrial Engineering*, 120(April), 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.04.018>
- López, C. I. (2019). *Estrategias de innovación para la construcción de la capacidad de creación de valor híbrido, en el sector médico ortopédico*. Universidad Industrial de Santander.
- López Rodríguez, A. L., López Rodríguez, S. A., Pinzón Hoyos, B., & Vásquez Bernal, O. A. (2023). Turismo médico en Colombia: dinámica y ventaja competitiva. *Revista CEA*, 9(20), e2407. <https://doi.org/10.22430/24223182.2407>

- López-Gualdrón, C. I., Bautista-Rojas, L. E., & Machuca-Gelvez, J. A. (2020). Reconstrucción 3D para el desarrollo de prótesis de miembro inferior. *Revista UIS Ingenierías*, 19(1), 73–85. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n1-2020007>
- Maguire, M. (2001). Methods to support human-centred design. *International Journal of Human Computer Studies*, 55(4), 587–634. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0503>
- Mahadappa, P., Mahendran, K., Winter, R. L., Umaphathi, V., Krishnaswamy, N., Gopalakrishnan, A., Rao, S., Gangaiah, M., Kumar, S., Patel, B. H. M., Gautam, N., Hegde, R., Dechamma, H. J., & Sanyal, A. (2021). Characterization of arrhythmias, evaluation of cardiac biomarkers and their association with survival in calves suffering from foot-and-mouth disease. *Journal of Veterinary Cardiology*, 36, 64–76. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.04.002>
- Mahato, S. S., Phi, G. T., & Prats, L. (2021). Design thinking for social innovation: Secrets to success for tourism social entrepreneurs. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 49, 396–406. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2021.10.010>
- Mahdjoub, M., Monticolo, D., Gomes, S., & Sagot, J. C. (2010). A collaborative Design for Usability approach supported by Virtual Reality and a Multi-Agent System embedded in a PLM environment. *CAD Computer Aided Design*, 42(5), 402–413. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2009.02.009>
- Mahut, F., Daaboul, J., Bricogne, M., & Eynard, B. (2015). Survey on product-service system applications in the automotive industry. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 840–847. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.188>
- Marco, E. S. E. H., & Afanador, F. (2017). *PROTOCOLO DE ATENCION PREPARACIÓN QUIRÚRGICA DEL PACIENTE PARA EL ACTO QUIRÚRGICO* (p. 21).

- Martinho, D., Carneiro, J., Corchado, J. M., & Marreiros, G. (2020). A systematic review of gamification techniques applied to elderly care. *Artificial Intelligence Review*, 53(7), 4863–4901. <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09809-6>
- Mavrogeni, S. I., Kallifatidis, A., Kourtidou, S., Lama, N., Christidi, A., Detorakis, E., Chatzantonis, G., Vrachliotis, T., Karamitsos, T., Kouskouras, K., & Kelekis, N. (2023). Cardiovascular magnetic resonance for the evaluation of patients with cardiovascular disease: An overview of current indications, limitations, and procedures. In *Hellenic Journal of Cardiology* (Vol. 70, pp. 53–64). Hellenic Cardiological Society. <https://doi.org/10.1016/j.hjc.2023.01.003>
- Mazzola, F., Smithers, F., Cheng, K., Mukherjee, P., (Hubert) Low, T. H., Ch'ng, S., Palme, C. E., & Clark, J. R. (2020). Time and cost-analysis of virtual surgical planning for head and neck reconstruction: A matched pair analysis. *Oral Oncology*, 100(May 2019), 104491. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2019.104491>
- Mcaloone, T. C., & Andreasen, M. M. (2002). Defining Product Service Systems. *Design for X Beitrage Zum 13*, 13(3), 51–60. <https://doi.org/10.1162/074793602320223253>
- McMahon, C. A. (2012). Reflections on diversity in design research. *Journal of Engineering Design*, 23(8), 563–576. <https://doi.org/10.1080/09544828.2012.676634>
- Meng, L., Somenahalli, S., & Berry, S. (2020). Policy implementation of multi-modal (shared) mobility: review of a supply-demand value proposition canvas. *Transport Reviews*, 40(5), 670–684. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1758237>
- Merc, M., Drstvensek, I., & Vogrin, M. (2013). A multi-level rapid prototyping drill guide template reduces the perforation risk of pedicle screw placement in the lumbar and sacral spine. 893–899. <https://doi.org/10.1007/s00402-013-1755-0>

- Merlano-Porras, C. A., & Gorbanev, I. (2013). Health system in Colombia: A systematic review of literature. *Revista Gerencia y Politicas de Salud*, 12(24), 74–86.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). *FUENTES DE FINANCIACIÓN Y USOS DE LOS RECURSOS DEL SISTEMA GENERAL DE SEGURIDAD SOCIAL EN SALUD –SGSSS-* (1st ed., Vol. 1). Ministerio de Salud y protección Social. [www.minsalud.gov.co](http://www.minsalud.gov.co)
- MinSalud. (2019). *Boletín de Seguimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible-Ministerio de Salud y Protección Social*.
- MinSalud, Nates, F., Gutiérrez, O., & Gómez, E. (2014). *Todo lo que usted debe saber sobre el plan de beneficios- POS*. [www.minsalud.gov.co](http://www.minsalud.gov.co)
- Mitchell, D., Raymond, M., Jellett, J., Webb-St Mart, M., Boyd, L., Botti, M., Steen, K., Hutchinson, A., Redley, B., & Haines, T. (2018). Where are falls prevention resources allocated by hospitals and what do they cost? A cross sectional survey using semi-structured interviews of key informants at six Australian health services. *International Journal of Nursing Studies*, 86, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.06.002>
- Mohamed, N., Choksi, U., & Mont, M. A. (2017). Current Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States. *The Journal of Arthroplasty*. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.03.066>
- Monterroso, E. (2017). Aportes para el diseño y la gestión de servicios. perspectivas desde la administración de operaciones. *Revista Del Departamento de Ciencias Sociales*, 04, 39–91.
- Mora, H., Signes-Pont, M. T., Fuster-Guilló, A., & Pertegal-Felices, M. L. (2020). A collaborative working model for enhancing the learning process of science & engineering students. *Computers in Human Behavior*, 103(July 2019), 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.008>

- Mukhtar, M., Ismail, M. N., & Yahya, Y. (2012). A hierarchical classification of co-creation models and techniques to aid in product or service design. *Computers in Industry*, *63*(4), 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2012.02.012>
- Murillo Bohórquez, A. P., López Gualdrón, C. I., & Martínez Gómez, J. M. (2018). Design and Development of Orthopedic Implants Through PLM Strategies To cite this version : *14th IFIP International Conference on Product Lifecycle Management*. <https://hal.inria.fr/hal-01764167/document>
- Muthya, P., Raja, A., & Meghana, A. (2018). Leveraging simulation for usability engineering of medical devices. *2018 10th International Conference on Communication Systems and Networks, COMSNETS 2018, 2018-Janua*, 693–698. <https://doi.org/10.1109/COMSNETS.2018.8328297>
- Näsström, M., Junehag, L., Häggström, M., & Holmström-Rising, M. (2023). An emotional journey when encountering children in prehospital care: Experiences from ambulance nurses. *International Emergency Nursing*, *66*. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2022.101239>
- NIELSEN, J. (1993). *USABILITY ENGINEERING / Jakob Nielsen*. <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab00066a&AN=BUIS.1-163716&lang=es&site=eds-live>
- Oca, M. De. (2014). Comunicación asertiva y trabajo en equipo: Resultados de un programa de intervención en los supervisores de una empresa. *Propósitos y Representaciones*, *2*(2016), 121–158.
- Oe, K., Iida, H., Tsuda, K., Nakamura, T., Okamoto, N., & Ueda, Y. (2017). Bone Remodeling in Acetabular Reconstruction Using a Kerboull-Type Reinforcement Device and Structural Bone-Grafting in Total Hip Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*, *32*(3), 908–914. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.08.016>

- Oertzen, A. S., Odekerken-Schröder, G., & Mager, B. (2020). Driving users' behaviours and engagement in co-creating services. *Journal of Services Marketing*, 34(4), 549–573. <https://doi.org/10.1108/JSM-06-2019-0244>
- O'Halloran, C. P., Robinson, J. D., Watanabe, K., Zumpf, K. B., Petit, L. C., Marino, B. S., & Johnson, J. T. (2022). Magnetic Resonance Imaging in Pediatric Myocarditis: Trends and Associations With Cost and Outcome. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 15(7), 1230–1238. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2022.03.023>
- Ojasalo, J., & Ojasalo, K. (2019). Service Logic Business Model Canvas for Lean Development of SMEs and Start-Ups. In *Sustainable Business* (Issue January). <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9615-8.ch020>
- Omar Enríquez, G. (2013). Imaginología en trauma. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(1), 68–77. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70131-7](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70131-7)
- OMS. (2010). *El derecho a la salud- Derechos humanos*.
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. [www.issuu.com/publicacionescpal/stacks](http://www.issuu.com/publicacionescpal/stacks)
- Organización de las Naciones Unidas. (2021). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Progresos realizados para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://unstats.un.org/sdgs/>.
- Organización de Naciones Unidad (ONU). (2022). *Progresos realizados para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://unstats.un.org/sdgs/>.
- Organización mundial de la Salud. (2020). *Informe mundial sobre sistemas y capacidad en materia de datos de salud, 2020*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346557/9789240029026-spa.pdf>

- Organización Mundial de la Salud, O. (2012). Evaluación de las necesidades de dispositivos médicos. *Serie de Documentos Tecnicos de La OMS Sobre Dispositivos Médicos*, 1–30. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44816/9789243501383\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44816/9789243501383_spa.pdf?sequence=1)
- Organización Panamericana de la Salud. (2008). Perfil De Los Sistemas De Salud. Colombia. In *Biblioteca OPS* (Vol. 3). <https://doi.org/978-92-75-13206-7> SPA
- Organización Panamericana de la Salud. (2018). *Indicadores de salud, Aspectos conceptuales y operativos* (Vol. 2018). [www.paho.org/permissions](http://www.paho.org/permissions)
- Organización Panamericana de la Salud, & Organización Mundial de la Salud. (2018). *Agenda de Salud Sostenible para las Américas 2018-2030*. [https://www.paho.org/es/agenda-salud-sostenible-para-americas-2018-2030#:~:text=La%20Agenda%20de%20Salud%20Sostenible,Milenio%20\(ODM\)%20y%20de%20la](https://www.paho.org/es/agenda-salud-sostenible-para-americas-2018-2030#:~:text=La%20Agenda%20de%20Salud%20Sostenible,Milenio%20(ODM)%20y%20de%20la)
- Ortbal, K., Frazzette, N., & Mehta, K. (2016). Constructed stakeholder personas: An educational tool for social entrepreneurs. *Procedia Engineering*, 159, 230–248. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.168>
- Owen, B. D., Christensen, G. E., Reinhardt, J. M., Ryken, T. C., Owen, B. D., Christensen, G. E., Reinhardt, J. M., & Timothy, C. (2010). *Rapid prototype patient-specific drill template for cervical pedicle screw placement*. 9088. <https://doi.org/10.3109/10929080701662826>
- Padmaja, K., & Seshadri, R. (2021). A real-time secure medical device authentication for personal E-Healthcare services on cloud computing. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01148-1>
- Palomino, P. T., Rodrigues, L., Luz, A., Toda, A. M., Nacke, L., & Isotani, S. (2023). Predicting user types with symbolic images: An empirical validation based on two card-sorting studies. *Entertainment Computing*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100596>

- Pan, W., Bouslimi, D., Karasad, M., Cozic, M., & Coatrieux, G. (2018). Imperceptible reversible watermarking of radiographic images based on quantum noise masking. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *160*, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2018.03.011>
- Paramasivam, V., Sindhu, Singh, G., & Santhanakrishnan, S. (2020). 3D Printing of Human Anatomical Models for Preoperative Surgical Planning. *Procedia Manufacturing*, *48*, 684–690. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.05.100>
- Park, K., & Lim, S. (2015). A multipurpose smart activity monitoring system for personalized health services. *Information Sciences*, *314*, 240–254. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.10.036>
- Patil, S., Bunn, A., Bugbee, W. D., Colwell, C. W., & D’Lima, D. D. (2015). Patient-specific implants with custom cutting blocks better approximate natural knee kinematics than standard TKA without custom cutting blocks. *Knee*, *22*(6), 624–629. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.08.002>
- Patrício, L., de Pinho, N. F., Teixeira, J. G., & Fisk, R. P. (2018). Service Design for Value Networks: Enabling Value Cocreation Interactions in Healthcare. *Service Science*, *10*(1), 76–97. <https://doi.org/10.1287/serv.2017.0201>
- Patrício, L., Gustafsson, A., & Fisk, R. (2018). Upframing Service Design and Innovation for Research Impact. *Journal of Service Research*, *21*(1), 3–16. <https://doi.org/10.1177/1094670517746780>
- Patrício, L., Sangiorgi, D., Mahr, D., Čaić, M., Kalantari, S., & Sundar, S. (2020). Leveraging service design for healthcare transformation: toward people-centered, integrated, and technology-enabled healthcare systems. *Journal of Service Management*, *31*(5), 889–909. <https://doi.org/10.1108/JOSM-11-2019-0332>
- Peirlinck, M., Costabal, F. S., Yao, J., Guccione, J. M., Tripathy, S., Wang, Y., Ozturk, D., Segars, P., Morrison, T. M., Levine, S., & Kuhl, E. (2021). Precision medicine in human heart

- modeling: Perspectives, challenges, and opportunities. In *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology* (Vol. 20, Issue 3, pp. 803–831). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10237-021-01421-z>
- Pejic-Bach, M., Duncan, D. J., Harrington, C. F., Aiello, E., Perera, K., Ade, M., & Sordé-Martí, T. (2022). *A case study on the use of Public Narrative as a leadership development approach for Patient Leaders in the English National Health Service*. 1–14.
- Penciuc, D., Durupt, A., Belkadi, F., Eynard, B., & Rowson, H. (2014). Towards a PLM interoperability for a collaborative design support system. *Procedia CIRP*, 25(C), 369–376. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.10.051>
- Pera, R., & Viglia, G. (2015). Turning ideas into products: Subjective well-being in co-creation. *Service Industries Journal*, 35(7), 388–402. <https://doi.org/10.1080/02642069.2015.1015521>
- Pereira, V. R. (2013). *Product-service system – PSS: a study of business drivers*. JUNE.
- Pereira, V. R., Monteiro De Carvalho, M., Luis, J., Ribeiro, D., & Luis, J. (2013). *Product-service system-PSS: a study of business drivers*. <https://www.researchgate.net/publication/271703163>
- Pérez-Mañanes, R., Calvo-Haro, J., Arnal-Burró, J., Chana-Rodríguez, F., Sanz-Ruiz, P., & Vaquero-Martín, J. (2016). Nuestra experiencia con impresión 3D doméstica en Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hazlo tú mismo. *Revista Latinoamericana de Cirugía Ortopédica*, 1(2), 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.rslaot.2016.06.004>
- Pokorni, B., Zwerina, J., & Hämmerle, M. (2020). Human-centered design approach for manufacturing assistance systems based on Design Sprints. *Procedia CIRP*, 91, 312–318. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.181>
- Pollard, J., Osmani, M., Grubnic, S., Díaz, A. I., Grobe, K., Kaba, A., Ünlüer, Ö., & Panchal, R. (2023). Implementing a circular economy business model canvas in the electrical and

- electronic manufacturing sector: A case study approach. *Sustainable Production and Consumption*, 36, 17–31. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.12.009>
- Polmann, H., Schmitt, B. H. E., Bendini, R. A. S., & Leite, P. C. C. (2021a). A maxillary reconstruction after osteonecrosis with surgical biomodels: A case report. *Advances in Oral and Maxillofacial Surgery*, 4, 100174. <https://doi.org/10.1016/j.adoms.2021.100174>
- Polmann, H., Schmitt, B. H. E., Bendini, R. A. S., & Leite, P. C. C. (2021b). A maxillary reconstruction after osteonecrosis with surgical biomodels: A case report. *Advances in Oral and Maxillofacial Surgery*, 4, 100174. <https://doi.org/10.1016/j.adoms.2021.100174>
- Prada-Ríos, S. I., Pérez-Castaño, A. M., & Rivera-Triviño, A. F. (2017). Clasificación de instituciones prestadores de servicios de salud según el sistema de cuentas de la salud de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico: El caso de Colombia. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 16(32), 51–65. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps16-32.cips>
- Prashanth, B. N., & Venkataram, R. (2017). Development of Modular Integration Framework between PLM and ERP Systems. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 2269–2278. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.02.075>
- Prominski, A., & Tian, B. (2020). Quiet Brainstorming: Expecting the Unexpected. *Matter*, 3(3), 594–597. <https://doi.org/10.1016/j.matt.2020.08.003>
- Provaggi, E., Leong, J. J. H., & Kalaskar, D. M. (2016). *Applications of 3D printing in the management of severe spinal conditions*. <https://doi.org/10.1177/0954411916667761>
- Radanliev, P., De Roure, D., Walton, R., Van Kleek, M., Montalvo, R. M., Santos, O., Maddox, L. T., & Cannady, S. (2020). COVID-19 what have we learned? The rise of social machines and connected devices in pandemic management following the concepts of predictive, preventive

- and personalized medicine. In *EPMA Journal* (Vol. 11, Issue 3, pp. 311–332). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/s13167-020-00218-x>
- Rafael, E., & Sierra, C. (2013). El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica. *Pensamiento & Gestión*, *35*, 152–181.
- Rashid, M. M., & Husain, K. N. (2017). Geometrical Model Creation Methods for Human Humerus Bone and Modified Cloverleaf Plate. *Journal of Scientific & Industrial Research*, *76*(October), 631–639.
- Raza, A., Saeed, A., Iqbal, M. K., Saeed, U., Sadiq, I., & Faraz, N. A. (2020). Linking corporate social responsibility to customer loyalty through co-creation and customer company identification: Exploring sequential mediation mechanism. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(6).  
<https://doi.org/10.3390/su12062525>
- Reina, N. (2019). Connected orthopedics and trauma surgery: New perspectives. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*, *105*(1), S15–S22.  
<https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.05.018>
- Restrepo Uribe, J. P., Gonzalez Ortiz, I. D., Cárdenas Gamboa, D. I., Burgos Bernal, G., Ovalle Carranza, D. E., Castrillón Oliveros, A., & Gil Forero, G. A. (2019). *Lineamiento Técnico para el Registro y envío de los datos del Registro Individual de Prestaciones de Salud –RIPS, desde las Instituciones Prestadoras de Servicios de Saluda las EAPB.*
- Reynolds, J. (2011). *Bioamplificadores*. *18*(3), 131–143. [https://doi.org/10.1016/S0120-5633\(11\)70177-2](https://doi.org/10.1016/S0120-5633(11)70177-2)
- Ricci, F., Bedolla, J. S., Gomez, J. M., Ruffa, S., & Maddis, M. de. (2013). A case study on the integration of GPS concepts in a PLM based industrial context. *IFIP International Federation for Information Processing 2013*, 336–345.

- Richards, R. G. (2013). AO Research Institute Davos within the AO Foundation: A model for translation of science to the clinics. *Journal of Orthopaedic Translation*, *1*(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2013.07.009>
- Rohner, D., Guijarro-Martínez, R., Bucher, P., & Hammer, B. (2013). Importance of patient-specific intraoperative guides in complex maxillofacial reconstruction. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *41*(5), 382–390. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2012.10.021>
- Romero, D., Wuest, T., Harik, R., & Thoben, K.-D. (2020). Towards a Cyber-Physical PLM Environment: The Role of Digital Product Models, Intelligent Products, Digital Twins, Product Avatars and Digital Shadows. *IFAC-PapersOnLine*, *53*(2), 10911–10916. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2829>
- Rosenbaum, M. S., Otalora, M. L., & Ramírez, G. C. (2017). How to create a realistic customer journey map. *Business Horizons*, *60*(1), 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.09.010>
- Rudin, R. S., Thakore, N., Mulligan, K. L., & Ganguli, I. (2022). Addressing the drivers of medical test overuse and cascades: user-centered design to improve patient–doctor communication. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*. <https://doi.org/10.1016/j.jcjq.2022.01.005>
- Ruiz Ibañez, C. (2012). Casos de innovación en salud en Colombia: Restos y proyectos. *Revista de Ingeniería Biomédica*, *6*(11), 10–21.
- Ruiz-Alba, J. L., Soares, A., Rodríguez-Molina, M. A., & Frías-Jamilena, D. M. (2019). Servitization strategies from customers' perspective: the moderating role of co-creation. *Journal of Business and Industrial Marketing*, *34*(3), 628–642. <https://doi.org/10.1108/JBIM-02-2017-0028>

- Ruiz-Rodríguez, M., Wirtz, V. J., & Nigenda, G. (2009). Organizational elements of health service related to a reduction in maternal mortality: The cases of Chile and Colombia. *Health Policy*, *90*(2–3), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2008.09.006>
- Ruvald, R., Frank, M., Johansson, C., & Larsson, T. (2018). *Data Mining through Early Experience Prototyping -A step towards Data Driven Product Service System Design*. *51*(11), 1095–1100. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.458>
- Ryong, W. H. (2008). A Holistic Experiential Approach To Design Innovation. *디자인학연구*, *21*(2), 167–180. <http://www.dbpia.co.kr/Article/829081>
- Ryu, B., Kim, S., Lee, K. H., Hwang, H., & Yoo, S. (2016). Inpatient satisfaction and usage patterns of personalized smart bedside station system for patient-centered service at a tertiary university hospital. *International Journal of Medical Informatics*, *95*, 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2016.09.003>
- Ryu, R., Campbell, A., Jain, N., Stammen, K., & Yu, E. (2019). Development of a Spine Surgical Skills and Written Assessment for Orthopaedic Surgery Residents. *Journal of Surgical Education*, *76*(4), 1094–1100. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2019.01.011>
- Sah, R. P., Sharma, A., Nagpal, S., Patlolla, S. H., Sharma, A., Kandlakunta, H., Anani, V., Angom, R. S., Kamboj, A. K., Ahmed, N., Mohapatra, S., Vivekanandhan, S., Philbrick, K. A., Weston, A., Takahashi, N., Kirkland, J., Javeed, N., Matveyenko, A., Levy, M. J., ... Chari, S. T. (2019). Phases of Metabolic and Soft Tissue Changes in Months Preceding a Diagnosis of Pancreatic Ductal Adenocarcinoma. *Gastroenterology*, *156*(6), 1742–1752. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2019.01.039>
- Saidani, M., Cluzel, F., Yannou, B., & Kim, H. (2021). Circular economy as a key for industrial value chain resilience in a post-COVID world: what do future engineers think? *Procedia CIRP*, *103*(3), 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.10.003>

- Saldarriaga. (2011). Design and Manufacturing of a Custom Skull Implant. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4(1), 169–174.  
<https://doi.org/10.3844/ajeassp.2011.169.174>
- Sandeep Kumar, Y., Rao Kvs, R., Yalamalle, S. R., Venugopal, S. M., & Krishna, S. (2018). Applications of 3D printing in TKR Pre surgical planning for Design Optimization - A Case Study. *Materials Today: Proceedings*, 5(9), 18833–18838.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.230>
- Schaefer, I. M., & Fletcher, C. D. M. (2018). Recent advances in the diagnosis of soft tissue tumours. *Pathology*, 50(1), 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.pathol.2017.07.007>
- Schallehn, H., Seuring, S., Strähle, J., & Freise, M. (2019). Defining the antecedents of experience co-creation as applied to alternative consumption models. *Journal of Service Management*, 30(2), 209–251. <https://doi.org/10.1108/JOSM-12-2017-0353>
- Schoekler, B., & Trummer, M. (2014). Prediction parameters of bone flap resorption following cranioplasty with autologous bone. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 120, 64–67.  
<https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2014.02.014>
- Semolic, B., & Pieter, S. (2018). *Industry 4.0 Collaborative Research, Innovation and Development (RID) Projects. VII(Viii)*, 1–28.
- ServDes. (2010). *Service design and healthcare innovation: from consumption to co-production to co-creation*. <http://www.charlesleadbeater.net/cms/site/docs/Open%20Innovation.ppt>
- Shaddy, R. E., George, A. T., Jaecklin, T., Lochlainn, E. N., Thakur, L., Agrawal, R., Solar-Yohay, S., Chen, F., Rossano, J. W., Severin, T., & Burch, M. (2018). Systematic Literature Review on the Incidence and Prevalence of Heart Failure in Children and Adolescents. In *Pediatric Cardiology* (Vol. 39, Issue 3, pp. 415–436). Springer New York LLC.  
<https://doi.org/10.1007/s00246-017-1787-2>

- Shen, J., & Burgess, D. J. (2018). Advances in drug delivery related biosensors and medical devices. *International Journal of Pharmaceutics*, *544*(2), 307–308. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2018.03.051>
- Shepherd, J., Pickett, K., Dewhirst, S., Byrne, J., Grace, M., Speller, V., Almond, P., Hartwell, D., & Roderick, P. (2013). Training teachers for the public health workforce: systematic mapping and synthesis of effectiveness and processes. *The Lancet*, *382*, S90. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)62515-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)62515-5)
- Shiraishi, I., Yamagishi, M., Hamaoka, K., Fukuzawa, M., & Yagihara, T. (2010). Simulative operation on congenital heart disease using rubber-like urethane stereolithographic biomodels based on 3D datasets of multislice computed tomography. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, *37*(2), 302–306. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.07.046>
- Silva, A., Rosano, M., Stocker, L., & Gorissen, L. (2017). From waste to sustainable materials management: Three case studies of the transition journey. In *Waste Management* (Vol. 61, pp. 547–557). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.038>
- Silva, H. M., Gonzaga do Nascimento, M. M., de Moraes Neves, C., Oliveira, I. V., Cipolla, C. M., Batista de Oliveira, G. C., de Almeida Nascimento, Y., & Ramalho de Oliveira, D. (2021a). Service blueprint of comprehensive medication management: A mapping for outpatient clinics. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, *September 2020*. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.01.006>
- Silva, H. M., Gonzaga do Nascimento, M. M., de Moraes Neves, C., Oliveira, I. V., Cipolla, C. M., Batista de Oliveira, G. C., de Almeida Nascimento, Y., & Ramalho de Oliveira, D. (2021b). Service blueprint of comprehensive medication management: A mapping for outpatient clinics. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, *17*(10), 1727–1736. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.01.006>

- Simon, J. T., Donald, P., & Robert Scott. (2017). Exploring the ‘black box’ of customer co-creation processes Purpose. *Journal of Services Marketing*, 9(3), 1–72. <https://doi.org/10.1108/08876045199500001>
- Singare, S., Dichen, L., Bingheng, L., Yanpu, L., Zhenyu, G., & Yaxiong, L. (2004). Design and fabrication of custom mandible titanium tray based on rapid prototyping. *Medical Engineering and Physics*, 26(8), 671–676. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2004.06.001>
- Singh, S., Chandra Misra, S., & Kumar, S. (2020). Identification and ranking of the risk factors involved in PLM implementation. *International Journal of Production Economics*, 222(May 2018), 107496. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.09.017>
- Sistema Integrado de Información Societaria. (2023, June 27). *1000 empresas más productivas en Colombia* . <https://Siis.Ia.Supersociedades.Gov.Co/MilEmpresas/Index.Html#/>.
- Skålén, P., Gummerus, J., von Koskull, C., & Magnusson, P. R. (2015). Exploring value propositions and service innovation: a service-dominant logic study. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(2), 137–158. <https://doi.org/10.1007/s11747-013-0365-2>
- Smuck, M., Odonkor, C. A., Wilt, J. K., Schmidt, N., & Swiernik, M. A. (2021). The emerging clinical role of wearables: factors for successful implementation in healthcare. In *npj Digital Medicine* (Vol. 4, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00418-3>
- Sohn, S., Helms, T. M., Pelleter, J. T., Müller, A., Kröttinger, A. I., & Schöffski, O. (2012). Costs and benefits of personalized healthcare for patients with chronic heart failure in the care and education program “telemedicine for the heart.” *Telemedicine and E-Health*, 18(3), 198–204. <https://doi.org/10.1089/tmj.2011.0134>
- Steen, M., Manschot, M., & de Koning, N. (2011). Benefits of co-design in service design projects. *International Journal of Design*, 5(2), 53–60.

- Stojanovic, M. D., Rakas, S. V. B., & Acimovic-Raspopovic, V. S. (2010a). End-to-end quality of service specification and mapping: The third party approach. *Computer Communications*, 33(11), 1354–1368. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2010.03.024>
- Stojanovic, M. D., Rakas, S. V. B., & Acimovic-Raspopovic, V. S. (2010b). End-to-end quality of service specification and mapping: The third party approach. *Computer Communications*, 33(11), 1354–1368. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2010.03.024>
- Strohl, M. P., Ha, P. K., Flavell, R. R., & Yom, S. S. (2020). Position Emission Tomography/Computed Tomography (PET/CT) in Surgical Planning for Head and Neck Cancer. *Seminars in Nuclear Medicine*. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2020.07.009>
- Stuart, J., Krahe, M. A., Branch, S., & Gibson, M. (2023). Mapping the service system that supports children and families in the context of place-based-disadvantage: Potential leverage points for intervention. *Wellbeing, Space and Society*, 5, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.wss.2023.100165>
- Synthes, D. (2020). *CMF Matrix Técnica quirúrgica* (01).
- Talegaonkar, S., Chitlangia, A., Pradhan, V., More, S., & Salunke, S. (2023). Uncovering caregiver concerns: 5 key issues that still remain unresolved in administration of oral medicines for children in India. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 187, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2023.03.009>
- Tang, H. C., Chen, I. J., Yeh, Y. C., Weng, C. J., Chang, S. S., Chen, A. C. Y., & Chan, Y. S. (2017). Correlation of parameters on preoperative CT images with intra-articular soft-tissue injuries in acute tibial plateau fractures: A review of 132 patients receiving ARIF. *Injury*, 48(3), 745–750. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.01.043>

- Tipnis, N. P., & Burgess, D. J. (2018). Sterilization of implantable polymer-based medical devices: A review. *International Journal of Pharmaceutics*, 544(2), 455–460. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2017.12.003>
- Tiwari, N., Ramamurthy, H. R., Kumar, V., Kumar, A., Dhanalakshmi, B., & Kumar, G. (2021). The role of three-dimensional printed cardiac models in the management of complex congenital heart diseases. *Medical Journal Armed Forces India*, 77(3), 322–330. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2021.01.019>
- Trigo, G., Paganini, C. I., Saiz, G. F., & Vilachá, M. I. (2016). Precisión en la planificación quirúrgica 3D en un paciente con síndrome de Goldenhar. *Revista Espanola de Cirugia Oral y Maxilofacial*, 38(2), 91–95. <https://doi.org/10.1016/j.maxilo.2014.07.005>
- Trischler, J., Zehrer, A., & Westman, J. (2018). A designerly way of analyzing the customer experience. *Journal of Services Marketing*, 32(7), 805–819. <https://doi.org/10.1108/JSM-04-2017-0138>
- Uddin, M. S., Mak, C. Y. E., & Callary, S. A. (2016). Evaluating hip implant wear measurements by CMM technique. *Wear*, 364–365, 193–200. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2016.07.017>
- Urbina-Cardona, N., Cardona, V. O., & Cuellar, S. (2023). Uncovering thematic biases in ecosystem services mapping: Knowledge shortfalls and challenges for use in conservation. In *Biological Conservation* (Vol. 283). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110086>
- Urbinati, A., Bogers, M., Chiesa, V., & Frattini, F. (2019). Creating and capturing value from Big Data: A multiple-case study analysis of provider companies. *Technovation*, 84–85(May), 21–36. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.07.004>
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>

- Vajapey, S. P., & Li, M. (2020). Medical Device Recalls in Orthopedics: Recent Trends and Areas for Improvement. *Journal of Arthroplasty*, 35(8), 2259–2266. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.03.025>
- van Vooren, N. J. E., Steenkamer, B. M., Baan, C. A., & Drewes, H. W. (2020). Transforming towards sustainable health and wellbeing systems: Eight guiding principles based on the experiences of nine Dutch Population Health Management initiatives. *Health Policy*, 124(1), 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2019.11.003>
- Váncza, J., Monostori, L., Lutters, D., Kumara, S. R., Tseng, M., Valckenaers, P., & Van Brussel, H. (2011). Cooperative and responsive manufacturing enterprises. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 60(2), 797–820. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2011.05.009>
- Veronese, N., & Maggi, S. (2018). Epidemiology and social costs of hip fracture. *Injury*. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.04.015>
- Vila, C., Ugarte, D., Ríos, J., & Abellán, J. V. (2017). Project-based collaborative engineering learning to develop Industry 4.0 skills within a PLM framework. *Procedia Manufacturing*, 13, 1269–1276. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.050>
- Vink, J., Koskela-Huotari, K., Tronvoll, B., Edvardsson, B., & Wetter-Edman, K. (2021). Service Ecosystem Design: Propositions, Process Model, and Future Research Agenda. *Journal of Service Research*, 24(2), 168–186. <https://doi.org/10.1177/1094670520952537>
- Walsh, J. C., & Yan, Z. (n.d.). *Call for Innovation-Driven Development : A Grounded Theory Study of Thai Export-Oriented Garment Industry Facing Competitive Challenges in the Context of Industry 4 . 0 Era 2 . Brief Overview of the Garment Industry in Thailand*. 14(3), 65–85.
- Walsh, & Petroperu. (2017). *PLAN DE CONTINGENCIA Estudio de Impacto Ambiental Modernización de Refinería Talara* (pp. 783–829).

- Wang, B. (2018). The Future of Manufacturing: A New Perspective. *Engineering*, 4(5), 722–728. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2018.07.020>
- Wang, D. D., Qian, Z., Vukicevic, M., Engelhardt, S., Kheradvar, A., Zhang, C., Little, S. H., Verjans, J., Comaniciu, D., O'Neill, W. W., & Vannan, M. A. (2021). 3D Printing, Computational Modeling, and Artificial Intelligence for Structural Heart Disease. In *JACC: Cardiovascular Imaging* (Vol. 14, Issue 1, pp. 41–60). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.12.022>
- Wang, G., Li, J., Khadka, A., Hsu, Y., Li, W., & Hu, J. (2012). CAD/CAM and rapid prototyped titanium for reconstruction of ramus defect and condylar fracture caused by mandibular reduction. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 113(3), 356–361. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2011.03.034>
- Wang, X. D., Wang, H. G., Shi, J., Duan, W. D., Luo, Y., Ji, W. Bin, Zhang, N., & Dong, J. H. (2017). Traditional surgical planning of liver surgery is modified by 3D interactive quantitative surgical planning approach: a single-center experience with 305 patients. *Hepatobiliary and Pancreatic Diseases International*, 16(3), 271–278. [https://doi.org/10.1016/S1499-3872\(17\)60021-3](https://doi.org/10.1016/S1499-3872(17)60021-3)
- Wang, Y., Jiang, X., Yan, F., Cai, Y., & Liao, S. (2021). The GRA-two algorithm for massive-scale feature selection problem in power system scenario classification and prediction. *Energy Reports*, 7, 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.01.067>
- Wang, Z., Lechner, A. M., Yang, Y., Baumgartl, T., & Wu, J. (2020). Mapping the cumulative impacts of long-term mining disturbance and progressive rehabilitation on ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 717. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137214>

- Wani, D., Malhotra, M., & Clark, J. (2021). Strategic Service Design Attributes, Customer Experience, and Co-Created Service Choice: Evidence from Florida Hospitals. *Production and Operations Management*, 30(1), 210–234. <https://doi.org/10.1111/poms.13264>
- Weigand, H., Johannesson, P., & Andersson, B. (2021). An artifact ontology for design science research. *Data and Knowledge Engineering*, 133(March), 101878. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2021.101878>
- Wherton, J., Sugarhood, P., Procter, R., Hinder, S., & Greenhalgh, T. (2015). Co-production in practice: How people with assisted living needs can help design and evolve technologies and services. *Implementation Science*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13012-015-0271-8>
- Williams, A. (2007). Product service systems in the automobile industry: contribution to system innovation? *Journal of Cleaner Production*, 15(11–12), 1093–1103. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.05.034>
- Wisser, D., & Steffes, J. (2003). Skin replacement with a collagen based dermal substitute, autologous keratinocytes and fibroblasts in burn trauma. *Burns*, 29(4), 375–380. [https://doi.org/10.1016/S0305-4179\(03\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0305-4179(03)00013-5)
- World Bank Group. (2019). *Evaluación Externa de la Calidad de la Atención en el Sector Salud en Colombia*. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- World Health Organization. (n.d.). *Global spending on health Rising to the pandemic's challenges*. Retrieved May 31, 2023, from <https://www.who.int/publications/i/item/9789240064911>
- Xiaojian Wang Shiwei Zhou, Wei Xu, Martin Leary, Peter Choong, M. Qian, Milan Brandt, Yi Min Xie., S. X. (2016). Topological design and additive manufacturing of porous metals for ribone scaffolds and orthopaedic implants: A review. *Biomaterials*, 83, 14. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.biomaterials.2016.01.012>

- Xu, X., Dou, Y., Qian, L., Jiang, J., Yang, K., & Tan, Y. (2023). Quality improvement method for high-end equipment's functional requirements based on user stories. *Advanced Engineering Informatics*, *56*. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.102017>
- Yang, C., & Sung, T. (2016). *2456-8888-4-Pb*. *10*(1), 21–36.
- Ye, X., Liu, H., Chen, L., Chen, Z., Pan, X., & Zhang, S. (2008). Reverse innovative design — an integrated product design methodology. *Computer-Aided Design*, *40*, 812–827. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2007.07.006>
- Yu, E., & Sangiorgi, D. (2018). Service Design as an Approach to Implement the Value Cocreation Perspective in New Service Development. *Journal of Service Research*, *21*(1), 40–58. <https://doi.org/10.1177/1094670517709356>
- Zeeuw Van Der Laan, A., & Aurisicchio, M. (2019). Designing product-service systems to close resource loops: Circular design guidelines. *Procedia CIRP*, *80*, 631–636. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.079>
- Zeller, A. N., Neuhaus, M. T., Fresenborg, S., Zimmerer, R. M., Jehn, P., Spalthoff, S., Gellrich, N. C., & Dittmann, J. A. (2021). Accurate and cost-effective mandibular biomodels: a standardized evaluation of 3D-Printing via fused layer deposition modeling on soluble support structures. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, *122*(4), 355–360. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2020.09.018>
- Zhang, W., Yu, S., & Yu, L. (2019). Visualization analysis of the cognitive characteristics of service designers based on linkography. *Advances in Mechanical Engineering*, *11*(2), 1–12. <https://doi.org/10.1177/1687814018821520>
- Zheng, P., Liu, Y., Tao, F., Wang, Z., & Chen, C. H. (2019). Smart Product-Service Systems Solution Design via Hybrid Crowd Sensing Approach. *IEEE Access*, *7*(September), 128463–128473. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939828>

Zivkovic, S. (2018). Systemic innovation labs: a lab for wicked problems. *Social Enterprise Journal*, 14(3), 348–366. <https://doi.org/10.1108/SEJ-04-2018-0036>

Zulia, U. (2011). TRAUMAPLAN: para la planificación preoperatoria en traumatología. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 8(2), 61–78.

## Apéndices

### Apéndice 1. Herramientas para procesos de co-creación

---

Tipo de Herramienta	Ventajas	Desventajas	Necesidades
---------------------	----------	-------------	-------------

---

Cuantitativa	Data research	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite el análisis de datos para la predicción de comportamientos en el diseño del flujo del servicio.</li> <li>• Permite realizar correcciones y cambios en función de data.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere una gran cantidad de información para la toma de decisiones.</li> <li>• En el caso de las medianas y pequeñas empresas, se dificulta la estructuración de bases de datos y el monitoreo constante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos suficientes para generar modelos de predicción</li> <li>• Personal capacitado para la adecuada interpretación de datos y toma de decisiones</li> <li>• De acuerdo con las interpretaciones, aplicar los correctos correctivos para mejorar los procesos.</li> </ul>
	Encuestas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serie de preguntas a personas relacionadas con el servicio para la identificación de información.</li> <li>• Permite tener contacto directo con actores clave e interactuar de manera estructurada para identificar patrones y necesidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En algunos casos las respuestas de los participantes no son objetivas y pueden generar sesgos en la investigación</li> <li>• En casos donde se encuentra gran diversidad de actores que intervienen en la cadena de valor, se requiere de la selección adecuada de usuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de una debida selección de población y muestra a tratar.</li> <li>• La interpretación de datos se debe realizar de la manera más objetiva posible.</li> <li>• Los usuarios requieren de consentimiento informado para el tratamiento de información y datos sensibles que se puedan suministrar.</li> </ul>
	Observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite identificar patrones de comportamiento de manera directa.</li> <li>• El observador puede estar en contacto constantemente con las acciones e interacciones que el usuario o actor puede tener con el servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El observador debe estar altamente capacitado en procesos etnográficos para la identificación de patrones.</li> <li>• Se requiere de la disposición total del actor para ser observado durante largos periodos de tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de tiempo y disposición por parte de los usuarios para ser observados.</li> <li>• Es necesaria que la técnica etnográfica esté bien estructurada para no llevar al actor a un estado de incomodidad.</li> <li>• La toma de datos debe ser lo más objetiva posible.</li> </ul>
Cualitativa	Shadowing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite identificar comportamientos del usuario cuando este no sabe que está siendo observado.</li> <li>• El observador cuando trabaja con datos sensibles debe informar de su presencia, pero no intervenir en la situación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se informa de la presencia del investigador se pueden generar sesgos.</li> <li>• En ciertos casos pueden encontrarse sesgos en la selección del actor clave al cual se debe observar e identificar patrones poco relacionados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe implementar en procesos exploratorios donde el usuario no se sienta intimidado.</li> <li>• Se requiere conocimiento en la técnica para la identificación de información que alimente el proceso de investigación.</li> <li>• Es necesario que el usuario no se sienta intimidado al ser observado.</li> </ul>
	Mapa de Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirve como mapa de trabajo, donde se relacionan los actores que intervienen en el flujo de trabajo de un servicio y cuáles son las implicaciones.</li> <li>• En el mapa se pueden identificar las interacciones entre actores y el servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de un servicio que se encuentre en funcionamiento o en una etapa de prueba, para aplicar esta herramienta.</li> <li>• El mapa de Stakeholders se relaciona con las interacciones entre actores y la importancia de los actores en el proceso, pero no visualiza el servicio de manera generalizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento a fondo del servicio con el que se está trabajando por parte del diseñador.</li> <li>• Se requiere de la colaboración de todos los actores claves del proceso para tener un mapeo del servicio.</li> <li>• Se requiere complementar la herramienta con otras para el seguimiento generalizado al flujo de trabajo.</li> </ul>

Mapa del ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la identificación de relaciones y la interacción del servicio respecto a la organización que lo presta.</li> <li>• El mapa de ecosistema permite identificar la interacción que posee el servicio en el ambiente empresarial donde se desarrolla y el mercado económico donde consume.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se concentra principalmente en el conocimiento del entorno donde busca introducir el artefacto.</li> <li>• Los resultados se enfocan en oportunidades y amenazas detectadas. El diseñador es el encargado único de la síntesis de información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere del conocimiento generalizado de relaciones del servicio o la empresa para generar un mapa completo.</li> <li>• Se necesita de una simbología común, que identifique cada uno de los procesos, actores e intervenciones realizadas en el proceso.</li> <li>• El proceso se debe enfocar en la identificación de necesidades y oportunidades de mejora.</li> </ul>
Service Blueprint	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la visualización de la complejidad del servicio. Se pueden visualizar interacciones internas y externas del servicio.</li> <li>• De manera detallada, se especifican los aspectos del servicio y se identifican factores de interacción entre actores con el servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se centra en detalles de las interacciones entre actores, sino que mapea el servicio por ello requiere de herramientas de soporte.</li> <li>• Se requiere de al menos un actor clave de cada uno de los procesos o actividades que se desarrollan a lo largo de la cadena de valor, para entender en totalidad el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario generar el mapa de manera cuidadosa, teniendo en cuenta todos los actores que intervienen en la cadena de valor.</li> <li>• Por la complejidad de algunos servicios se requiere de separar procesos y actividades en cuadros complementarios.</li> <li>• Se requiere de un diseñador o persona líder en el grupo para sintetizar información y liderar los procesos de comunicación.</li> </ul>
Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta implementada para la medición de resultados en función de indicadores clave, que permiten conocer el nivel de eficiencia, eficacia y calidad.</li> <li>• Se considera como un proceso clave para la toma de decisiones, especialmente para la identificación de factores diferenciadores respecto a la competencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de mucho tiempo e investigación para llegar a identificar patrones de comportamiento en una industria.</li> <li>• Es de suma importancia conocer la finalidad y los objetivos a tenerse en cuenta para no perderse entre la gran cantidad de variables que esta herramienta puede considerar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la implementación de la herramienta de manera continua, para el constante análisis de competencia y mercado relacionado al servicio.</li> <li>• Los procesos y las actividades realizadas de manera complementaria, se deben alinear con los objetivos y los focos de la organización.</li> <li>• Es clave que el equipo de diseño identifique patrones de mercado para adaptarse a las necesidades.</li> </ul>
Mapa de valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es considerado el mapa que resume la propuesta de valor que se configura en el marco de un servicio.</li> <li>• Se pueden visualizar de manera general, las variables, ventajas y desventajas del servicio a prestarse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben tener en cuenta gran cantidad de variables, tipologías de personas y comportamientos, para llegar a conclusiones generales.</li> <li>• Se requiere que el encaje de los procesos sea estipulado con alto detalle para ser usado en el servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran cantidad de procesos de co-creación e interacciones con actores clave, para obtener la información necesaria.</li> <li>• Se alimenta el mapa de valor de manera constante, según las necesidades del servicio que se está diseñando.</li> <li>• El personal debe ser capacitado para la interpretación de situaciones de referencia.</li> </ul>

Perfil del cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis contextual de cliente y el conocimiento a fondo de las situaciones las que este está expuesto.</li> <li>• Da la posibilidad de entender a fondo las necesidades y las expectativas del usuario respecto al servicio o producto que se está diseñando.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La persona encargada de analizar el perfil del cliente también debe tener la capacidad de objetivar la información.</li> <li>• Para conceptualizar tipología de clientes en específico se debe llevar a cabo un proceso de investigación con una población significativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de variedad de usuarios para tomar decisiones en torno a la configuración del servicio y el establecimiento de patrones de comportamiento.</li> <li>• Durante el establecimiento del perfil del cliente, se deben reconocer las singularidades del servicio y cuál es su forma de reacción a estas.</li> </ul>
Push frente al Pull	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe definir respecto a que tipo de variable se va a generar la innovación (tecnología o capacidades) o respecto a las necesidades y el trabajo realizado por la organización</li> <li>• Se definen los direccionadores del proceso y cuáles serán los impulsores del proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere tener el debido análisis contextual interno y externo para usar esta herramienta, para evaluar las dos partes del servicio.</li> <li>• El equipo de trabajo debe ser interdisciplinar y se debe establecer un líder según la variable que sea determinante para jalonar el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere de la mayor cantidad de información posible respecto a la variable que jalonea el proceso de innovación, proceso llevado con la finalidad de predecir la respuesta de los clientes respecto al uso o consumo del artefacto.</li> <li>• Las decisiones deben relacionar las decisiones de diseño con la variable que jalonea el proceso con los deseos y necesidades del usuario.</li> </ul>

## Apéndice 2. Áreas quirúrgicas relacionadas con el servicio de planeación

La especialidad médica en ortopedia y traumatología se encarga de la rehabilitación o conservación de las extremidades, columna además de estructuras asociadas a procesos de articulación o movimiento, los procesos de tratamiento se llevan a cabo mediante la implementación de medios médicos, quirúrgicos y físicos. Esta especialidad se encarga de garantizar la movilidad, buena postura y correcto desarrollo óseo de las personas, teniendo como tarea la corrección y rehabilitación, ya sea en conjunto con rehabilitación física (Fisioterapia) o implementando procedimientos quirúrgicos.

La ortopedia y traumatología, se encarga de tratar las siguientes áreas anatómicas: columna vertebral, pie, mano, hombro, codo, además de subespecialidades que complementan los procedimientos ejecutados por los ortopedistas, entre esos: ortopedia pediátrica y para adultos, ortopedia deportiva, traumatología y oncología ortopédica. Las intervenciones quirúrgicas que son realizadas en el marco de la especialidad, pueden presentarse por diversas patologías que se ven

relacionados con el sistema óseo o por accidentes traumáticos que comprometan la fisiología y la anatomía del paciente.

Los médicos especialistas, se encuentran capacitados para el tratamiento junto con el abordaje quirúrgico que se debe realizar, teniendo capacidades de direccionamiento y diagnóstico, que acompañados de un buen abordaje clínico permitirá la correcta rehabilitación del paciente. Entre los procedimientos que los especialistas más destacan en su quehacer quirúrgico, destacan los relacionados con la movilidad del paciente, pues requieren de un abordaje quirúrgico completo, destacando procedimientos como:

- Reemplazo de articulaciones (Reconstrucciones, revisión y reemplazo)
- Atención de fracturas y traumatismos
- Cirugía de manos
- Cirugía de hombros
- Cirugía de cadera
- Cirugía de rodilla
- Procedimientos microvasculares (Reparación de nervios o posicionamiento de injertos)
- Lesiones de pies y tobillo
- Lesiones deportivas
- Deformidad de las extremidades
- Cirugía ósea oncológica

En la actualidad, la cirugía ortopédica se ha articulado con diversos recursos tecnológicos que le permiten al médico especialista tomar decisiones durante los procedimientos que se ejecutan de manera previa o posterior a la cirugía, incrementando el nivel de precisión y conocimiento que posee el médico respecto al caso que se encuentra tratando. Los desarrollos que se han implementado dependen de las etapas en el acto quirúrgico (preoperatorio, transoperatorio y postoperatorio), implementando recursos de apoyo en cada una de ellas según sea la necesidad, apoyando en procesos para el diagnóstico adecuado o la toma de decisiones del tratamiento a seguir, el establecimiento del abordaje durante el procedimiento o el tratamiento del dolor en la etapa postoperatoria.

Una de las fases donde la tecnología más ha desarrollado elementos de apoyo y que es determinante en el flujo de trabajo, es en la etapa prequirúrgica, pues se han desarrollado elementos

de manera conjunta con áreas de ingeniería, recurso de soporte que le permiten al especialista tomar decisiones en función de la geometría ósea del paciente y las condiciones fisiológicas de los tejidos. En los últimos años, los desarrollos más destacados se encuentran, la configuración de software especializado para visualización y reconstrucción 3D, desarrollo de dispositivos médicos mediante manufactura aditiva junto con procesos específicos que permiten la personalización de tratamiento de cada paciente.

### **Cirugía oral y maxilofacial**

La cirugía oral y maxilofacial, es la especialidad médico quirúrgica y odontológica que se centra en el estudio, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las enfermedades (congénitas/adquiridas) o traumas que pueda sufrir una persona en la cavidad oral, esqueleto facial y estructuras relacionadas con esta región anatómica. Los especialistas en esta área, ejecutan diversidad de procedimientos, donde resaltan: Complejas intervenciones de cirugía plástica reconstructiva en el área craneofacial, cirugía del esqueleto facial, cirugía estética, exodoncias de alta complejidad y apicectomías.

Muchas de las patologías que esta especialidad trata se desarrollan a lo largo de la vida de las personas, teniendo causas que van desde genética, mal funcionamiento de las estructuras anatómicas o fisiología insuficiente. Entre las patologías comunes que trata esta especialidad destacan: insuficiencia ósea en el maxilar, problemas en las glándulas salivales y en la mucosa oral, desgaste y mal función de la articulación temporomandibular (ATM), Traumatismos faciales, tumores de cabeza y cuello, hasta osteoporosis, presentando con frecuencia casos de alta complejidad quirúrgica y que necesitan de un soporte adicional a las imágenes diagnósticas que posee el especialista para tomar decisiones respecto al tratamiento a ejecutar.

A diferencia de la mayoría de las especialidades médico-quirúrgicas, la cirugía maxilofacial posee procedimientos especiales que pueden soportar el procedimiento y modifica los protocolos

comunes para llevar a cabo intervenciones quirúrgicas en el resto de las áreas médicas. En la siguiente tabla se encuentran consignados el flujo de trabajo de manera complementaria con procedimientos odontológicos, permitiendo así una mejor rehabilitación del paciente frente al procedimiento médico a ejecutarse.

## Protocolos para cirugía Maxilofacial



Según el tipo de procedimiento y las modificaciones anatómicas o fisiológicas que se deban realizar en el paciente, el médico especialista dictamina el protocolo a seguir para llegar a un tratamiento que rehabilite la función y permita un buen resultado estético en la fisionomía del paciente. Durante los procesos de valoración, intervención quirúrgica y recuperación, el especialista en maxilofacial tiene procesos de valoración adicionales a los que lleva a cabo un especialista en otra rama quirúrgica, permitiéndole así tomar decisiones en función de las necesidades del paciente y se reduce el riesgo de complicación quirúrgica.

Entre las actividades y procesos que ejecuta el especialista, se ha evidenciado la necesidad de soporte en las etapas prequirúrgicas y quirúrgicas pues son los procesos donde se presenta mayor complejidad en la toma de decisiones, especialmente en casos donde se ve comprometida la

funcionalidad ósea o muscular, que le permiten al paciente realizar procesos vitales como lo son la respiración o alimentación. Los desarrollos que se han generado en esta área y soportan los procedimientos del médico especialista son: Biomodelos para toma de decisiones, configuración de guías quirúrgicas, simulación de procedimiento e implantes a la medida del paciente.

### **Cirugía plástica, reconstructiva y estética.**

La especialidad en cirugía plástica posee dos ramas que poseen grandes diferencias, pero son complementarias en su estructura epistemológica y práctica. La cirugía plástica es la encargada de reconstruir o mejorar la estética y apariencia física de las personas, contribuyendo a la mejora de su autoestima, basado en su criterio personal. De manera complementaria, la especialidad en cirugía plástica aporta en su quehacer médico con el área reconstructiva (relacionada especialmente con tejido blando) y se concentra en reparar traumatismos, malformaciones congénitas, secuelas de quemaduras y corrección de defectos mediante la extirpación.

Los médicos especialistas en esta rama de la cirugía ejercen las dos ramas complementarias, obteniendo habilidades y conocimientos que le permiten tomar decisiones en el ambiente quirúrgico, según la intervención que se encuentren planeando o ejecutando. Esta especialidad requiere de un equipo especializado en tratamientos quirúrgicos (Cirujano titular, cirujanos auxiliares o residentes, anestesiólogo, además de personal para el soporte quirúrgico) quienes son encargados de realizar la intervención quirúrgica.

Cada persona que interviene en el procedimiento posee responsabilidades, que contribuyen a la correcta preparación y toma de decisiones a lo largo del flujo de trabajo, siendo el cirujano titular el encargado de direccionar los procedimientos a ejecutarse y las técnicas que se implementarán durante la cirugía. El paciente en este tipo de cirugías también tiene un papel relevante, pues según sus criterios y opiniones pueden modificarse los tratamientos a seguirse o la forma en cómo se ejecuta la cirugía, además que en su responsabilidad se encuentra el informarle

al cirujano las condiciones o situaciones de salud que pueden intervenir en el procedimiento quirúrgico, proceso que es determinante en la salud del paciente.

Otro factor importante en este tipo de procedimientos y que puede ser un factor de relevancia es el lugar de la cirugía o quirófano que, a diferencia de otras especialidades quirúrgicas, este factor puede representar un riesgo al paciente sino se ejecuta el procedimiento en un ambiente quirúrgico adecuado. Cabe resaltar que este factor de incidencia se contempla seriamente en este tipo de procedimientos, pues en casos desafortunados el quirófano no es el más adecuado y se puede llegar a una pérdida fatal por irresponsabilidad durante la toma de decisiones.

Cabe resaltar que los procedimientos y las intervenciones quirúrgicas en esta área de la medicina poseen gran cantidad de riesgos que con una debida planeación se pueden reducir, teniendo como variables cuantificables la cantidad de líquidos que es necesario durante el soporte quirúrgico y el tiempo necesario durante la intervención. Dadas las condiciones del procedimiento y las necesidades de planeación precias al procedimiento, la cirugía plástica, estética y reconstructiva requiere de un abordaje cuidadoso del paciente y demanda una planeación detallada del procedimiento.

Es claro que los procedimientos e intervenciones que se relacionan con la cirugía plástica y reconstructiva poseen actividades de planeamiento previo al procedimiento, pero las prácticas entre el paciente y el especialista deben ser actualizadas de forma generalizada, de manera que le permitan al médico tomar decisiones a múltiples variables del paciente, la necesidades, el tejido y la estructura ósea que este puede intervenir y se logre reducir los sesgos por experiencia, capacidad de juicio o códigos éticos del especialista.

Entre los procedimientos a los que se le sugiere llevar a cabo procesos detallados de pre-planeación quirúrgica, destacan los procesos de reconstrucción que comprometan la estética y funcionalidad de la piel, procedimientos para cambiar el cuero cabelludo, liposucciones de larga

duración procedimental o cirugías que comprometan tejido blando y tejido ósea al mismo tiempo, puesto que estas intervenciones representan un riesgo mayor para la salud del paciente pues requieren de mayor tiempo quirúrgico junto con una capacidad de juicio mayor basado en la experiencia.

### Apéndice 3. Conceptos clave de la Revisión sistemática de la Literatura- Servicios en salud.

Cita	Título del artículo	Conceptos clave
(Clune et al., 2023)	Health equity for trans and gender-diverse Australians: addressing the inverse care law through the provision of gender-affirming healthcare in the primary health care setting	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El trabajo colaborativo con comunidades altamente vulnerables toma un papel importante en la toma de decisiones respecto al trato respetuoso y digno según la situación que estas comunidades viven.</li> <li>• La inclusión de comunidades vulnerables a la toma de decisiones en el servicio de salud, permitirá crear espacios seguros e incluyentes, que dignifiquen las necesidades de los pacientes y permitan la prestación de servicios de manera adecuada según las necesidades identificadas.</li> <li>• El proceso de co-creación permite la configuración de “prácticas de referencia” que sean incluyentes, que permiten el establecimiento de flujos de trabajo facilitadores en casos de diagnóstico, medicalización y afirmación de género.</li> <li>• En este artículo se resalta la importancia de trabajar con comunidades vulnerables en función de la equidad. En este caso el ejemplo es la comunidad transexual.</li> </ul>
(Barker et al., 2022)	Co-creation of a student-implemented allied health service in a First Nations remote community of East Arnhem Land, Australia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de co-creación se encuentra definido como un proceso pragmático iterativo, que requiere la participación de la mayor cantidad de actores clave en el marco de una investigación aplicada.</li> <li>• El proceso de co-creación de los modelos de servicios “día a día” se encuentra altamente relacionados con la percepción de los usuarios, las necesidades específicas de la comunidad, academia y sociedad en general que se involucre.</li> <li>• Las empresas y organizaciones que realizan procesos de aprendizaje recíproco crean responsabilidad cultural efectiva, que contribuye al mejoramiento y satisfacción de las comunidades que se intervienen.</li> </ul>
(Pejic-Bach et al., 2022)	A case study on the use of Public Narrative as a leadership development approach for Patient Leaders in the English National Health Service	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de usuarios líderes en procesos de co-creación, determinan la creación o mutación de servicios en salud. En el marco de las variables que se evaluaron fueron: Habilidades, capacidades y confianza, teniendo como estudio de caso el ala de maternidad en el servicio Nacional Inglés.</li> <li>• Mediante la participación de iniciativas se ha podido evidenciar la efectividad de la participación de pacientes líderes y continúan a la mejora continua en servicios de maternidad.</li> <li>• La implementación de usuarios líderes permite una co-creación genuina entre beneficiarios y actores que ejecutan el servicio, creando como consecuencia una sinergia entre las necesidades y las respuestas identificadas.</li> </ul>
(Wani et al., 2022)	Strategic Service Design Attributes, Customer Experience, and	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las interacciones de los usuarios es clave para el proceso de definición del servicio, pero se deben tener en cuenta todos los actores de la cadena de valor</li> <li>• La implementación de análisis de datos relacionados con pacientes, permite tomar decisiones respecto a las características a mejorar en un servicio de salud</li> </ul>

	Co-Created Service Choice: Evidence from Florida Hospitals	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La selección de entidad prestadora de servicios en USA puede ser determinada por información asimétrica del servicio</li> <li>• Se encuentran 3 focos relevantes a la hora de conceptualizar un servicio desde las capacidades de la entidad: Estructural, capital humano y tecnología</li> </ul>
(Patrício et al., 2020)	Leveraging service design for healthcare transformation: toward people-centered, integrated, and technology-enabled healthcare sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se identifica la oportunidad de mejora implementando el diseño de servicios por la complejidad, amplitud y vulnerabilidad del servicio.</li> <li>• Los procesos de transformación del servicio implementando el diseño de servicio, brindan la oportunidad de mejora enfocado a generar un servicio holístico con mejor interacción relacionada a los usuarios.</li> <li>• Se evidenciaron variables importantes para tener en cuenta cuando se diseña un servicio, como las demográficas y retos económicos, manteniendo el contexto como uno de los factores determinantes para la toma de decisiones</li> <li>• El sistema en el que se encuentra demarcado el servicio de salud y el contexto local del país puede ser una barrera para la implementación de tecnologías de punta.</li> </ul>
(Oertzen et al., 2020)	Driving users' behaviours and engagement in co-creating services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El comportamiento de los usuarios y la interacción inicial para la toma de decisiones toma un papel importante en la generación de concepto.</li> <li>• Dependiendo de la tipología del usuario la valoración de un servicio y su experiencia puede cambiar</li> <li>• La implementación de co-creación puede ser determinada por los usuarios y factores como: situacionales, disposición para colaborar y demográficos.</li> <li>• El compromiso durante el proceso de co-creación depende de la concepción de mejora al servicio y el nivel de conexión que posee el usuario, siendo de gran relevancia el interés propio.</li> <li>• Los preconceptos de la personalidad son determinantes en las interacciones y el grado de participación en el proceso.</li> </ul>
(El-Faragy, 2020)	Circumnavigating the world of quality and patient safety: a compendium of highlights and perspectives	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículo que relaciona la seguridad y la calidad de servicios de salud a lo largo del mundo respecto a la situación propia del servicio británico.</li> <li>• El cambio en los servicios como un constante en salud y su principal finalidad es la mejora de la calidad que contribuye a la salud de los pacientes.</li> <li>• El compromiso de los trabajadores de la salud se considera una variable de relevancia para la percepción del servicio por parte de los usuarios directos.</li> <li>• La implementación de un portafolio robusto de sub-servicios debe ser valorado por la comunidad directa, pues en muchos casos la implementación no se adapta a las necesidades demográficas del lugar.</li> </ul>
(Green et al., 2020)	Use and reporting of experience-based co-design studies in the healthcare setting: a systematic review	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encontró una técnica llamada “Co-diseño basado en la experiencia (EBCD)” donde se relacionan los servicios con los usuarios en el proceso de diseño con la finalidad mejorar los resultados basados en las experiencias que ellos han vivido</li> <li>• Para la selección de usuarios se deben generar criterios de elegibilidad, permitiendo una selección adecuada de los usuarios con los que se va a interactuar</li> <li>• Es necesaria la implementación de grupos donde todos los actores clave tengan un representante al menos, colocando en consideración todos los factores relevantes al servicio</li> <li>• Es necesario en casos específicos entrenamiento y facilitación de recursos para tener un lenguaje común en el grupo</li> </ul>
(Borgstrom)	Experience-based design, co-design and experience-based co-design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecieron métodos para la configuración del servicio: Diseño basado en la experiencia y Co-diseño adaptado al diseño de servicios</li> <li>• Actores que ellos consideraron como determinantes en la toma de decisiones: Pacientes, cuidadores y proveedores</li> <li>• Se implementaron recursos tecnológicos para soportar el proceso de Co-diseño entre los actores clave.</li> </ul>

	in palliative and end-of-life care	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta actividad la opinión de los usuarios toma gran importancia para la toma de decisiones, en el estudio de caso al relacionarse con cuidado paliativo, las situaciones y el contexto psicológico es determinante para el desarrollo del proceso de co-creación</li> </ul>
(D. H. Lee, 2019)	A model for designing healthcare service based on the patient experience	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se implementa el pensamiento de diseño como un direccionador para conocer directamente las necesidades de los usuarios, especialmente en la etapa de empatía</li> <li>• El sistema de salud en el que se quiere generar el servicio es determinante para el tratamiento adecuado o no, de alguna patología.</li> <li>• El buen diseño de un servicio de salud, siempre tiene en cuenta las experiencias de los proveedores y los usuarios, considerando opiniones de los diversos actores clave para que el nivel de satisfacción sea máximo al prestar o recibir el servicio.</li> <li>• Las expectativas deben ser valoradas según su posibilidad de hacerlos realidad y mantener las expectativas aterrizadas para lograr un alto nivel de satisfacción</li> </ul>
(Li et al., 2017)	Exploring the innovation modes and evolution of the cloud-based service using the activity theory on the basis of big data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de herramientas propias de la revolución 4.0 como el internet de las cosas o el big data junto con la cooperación de las entidades prestadoras de servicio, se pueden realizar mapeos propios del servicio, dando la posibilidad de tomar decisiones basadas en las frecuencias y repeticiones clave.</li> <li>• La implementación de recursos tecnológicos de telecomunicación o internet, permite que los procesos de relacionamiento se realicen de forma sencilla, derribando las barreras geográficas para llevar a cabo procesos de co-creación.</li> <li>• La investigación al ser de tipo cualitativo resalta la rigurosidad al registrar factores determinantes de manera concienzuda, permitiendo la toma de decisiones con todas las variables contempladas durante el proceso.</li> </ul>
(Patrício, de Pinho, et al., 2018)	Service Design for Value Networks: Enabling Value Cocreation Interactions in Healthcare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se resalta la generación de relaciones en ambientes de servicio que poseen alto nivel de complejidad, teniendo la posibilidad de mejora basada en las iteraciones que se ejecutan.</li> <li>• Las relaciones con todos los actores que pertenecen a la cadena de valor aportan a la generación de servicios que responden a las necesidades directas de los consumidores, por ello se deja de lado el concepto de diseño corporativo de un servicio</li> <li>• Se resalta el mapeo de relaciones que posee el usuario del servicio de salud a lo largo de su vida, dando un tinte general al uso del servicio de salud.</li> <li>• El entendimiento de las experiencias de uso que han tenido las personas les permite determinar el valor respecto a las interacciones del servicio de salud y el aporte que estos actores pueden contribuir al cambio y mejora del servicio.</li> </ul>
(Yu & Sangiorgi, 2018)	Service Design as an Approach to Implement the Value Cocreation Perspective in New Service Development	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno de los grandes avances que los procesos para el “New Service development” es la búsqueda de la sistematización del proceso de diseño enfocado al desarrollo de innovación en servicios.</li> <li>• Se encuentran las relaciones del nuevo diseño de servicios para el desarrollo junto con el diseño centrado en el usuario, trabajando de manera colaborativa para generar desarrollo de servicios que respondan de manera directa a las principales necesidades de los pacientes en el sector salud.</li> <li>• El desarrollo experimental se concentra en la generación de 10 servicios, donde se investiga cual es el aporte que puede generar el nuevo diseño de servicios y como la implementación de esta estos procesos aportan en la construcción de la cadena de valor de manera interdisciplinar.</li> </ul>

<p>(Trischler et al., 2018)</p> <p>A designerly way of analyzing the customer experience</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El foco de este artículo es la evaluación de usabilidad de diversos métodos aportándole un punto de partida a las personas que quieren diseñar un servicio desde ceros.</li> <li>• Se realizó una revisión de la literatura donde se exploró el nivel de satisfacción del usuario basándose en las experiencias a través del diseño de servicios.</li> <li>• Basados en las experiencias de uso que poseen los usuarios, se destaca la posibilidad de identificar nuevas oportunidades de desarrollo y mejora continua de los servicios ya diseñados, destacando herramientas como “walk the user’s walk” donde el liderazgo del equipo de diseño es clave para la identificación de patrones en las necesidades o expectativas del usuario</li> <li>• Se implementaron análisis de estudio de caso, pues permitió que los métodos lleven al análisis de datos de manera holística y en el segundo caso permite la selección de condiciones específicas.</li> </ul>
<p>(de Souza et al., 2017)</p> <p>Patient involvement in rheumatology outpatient service design and delivery: a case study</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las organizaciones se están enfocando en generar servicios con altos niveles de excelencia especialmente en el cuidado del paciente.</li> <li>• Uno de los factores determinantes de este artículo es que los pacientes pueden contribuir de manera eficiente a la configuración de un servicio donde estos presten soporte en el proceso de diseño.</li> <li>• Se le da gran relevancia a herramientas tecnológicas que pueden soportar el quehacer del médico, donde se puede brindar un cuidado inicial sin desplazarse</li> <li>• Se evidencia la necesidad de valorar los procesos, especialmente cuando se poseen diversos puntos de vista para tomar decisiones, dando prioridad a la generalidad que a casos particulares.</li> </ul>
<p>(Karpen et al., 2017)</p> <p>A multilevel consideration of service design conditions Towards a portfolio of organizational capabilities, interactive practices and individual abilities</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El enfoque es el avance en el entendimiento organizacional de las condiciones que pueden facilitar o no el diseño de un servicio que responda de manera directa a las necesidades del usuario, enfocándose en tener un alto nivel de éxito o aceptación cuando se realiza el lanzamiento.</li> <li>• El foco organizacional se da en las capacidades que debe poseer el equipo que se relaciona para llegar a generar el servicio</li> <li>• Se establecen bases en el movimiento de micro fundaciones y el diseño de servicio, planteando bases y estrategias en la administración para conectar las líneas que interactúan buscando generar un servicio adecuado</li> <li>• Se identificaron 6 bases para el desarrollo de un servicio óptimo: Servicios centrados en los humanos, naturaleza del diseño de servicios de manera creativa e inclusivo, diseño como transformador, diseño desde su naturaleza experimental, el diseño desde un nivel explicativo o experimental y el diseño como base para obtener un contexto holístico.</li> </ul>
<p>(Dietrich et al., 2017)</p> <p>Co-designing services with vulnerable consumers</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evidencia en este artículo, la necesidad de clasificar los usuarios según la tipología, permitiendo darle un trato digno y adecuado durante el proceso de diseño.</li> <li>• El proceso de diseño transformativo puede contribuir a mejorar la calidad de vida o reducir la posibilidad de exponerse a un factor de riesgo, según sea diseñado el artefacto</li> <li>• Durante el proceso de co-creación se hacen necesarios procesos de observación, entrevistas, encuestas y grupos focales, que permiten interactuar con los usuarios de manera directa, permitiendo con estos recursos identificar variables y factores extrínsecos e intrínsecos de las experiencias que ha vivido el usuario.</li> </ul>
<p>(S.)</p> <p>Transformative service research and service design: synergistic</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transición entre proceso de investigación en servicios y el proceso de diseño de servicios de manera sinérgica enfocado al sector salud.</li> <li>• Se ve el proceso de diseño de manera intencional, por eso la implementación de investigación se realiza de manera orgánica y complementaria a procesos propios del diseño de servicio.</li> </ul>

	effects in healthcare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La investigación y la practica convergen en enfoques durante la configuración de un servicio de salud: mejora de la experiencia humana, solución de problemas con un alto grado de complejidad y diseño de servicios se marquen la diferencia respecto a su competencia.</li> <li>• Destaca la herramienta de “Service Blueprint” especialmente en la valoración de servicios para procesos de rediseño, enfocados en mejorar la experiencia de los usuarios.</li> </ul>
(Damali et al., 2016)	Co-creating value using customer training and education in a healthcare service design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se identificó la necesidad por parte de los usuarios de tener capacitaciones relacionadas a la enfermedad que sufren, permitiendo así tomar decisiones informadas respecto a ciertos fenómenos que se pueden presentar a lo largo de la patología.</li> <li>• Las interacciones con los usuarios determinaron un grado superior de confianza con el tratamiento que se está siguiendo.</li> <li>• Los procesos de co-creación con los usuarios iniciales permitió reproducir este conocimiento con otros usuarios, arraigando los resultados para llegar a considerarlo como una práctica clínica.</li> <li>• Es de suma importancia dos variables por parte de los usuarios: Comunicación y confianza.</li> </ul>
(Chew, 2016)	iSIM: An integrated design method for commercializing service innovation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La innovación en servicios se enfoca en la creación de valor para los usuarios, centrando su proceso de diseño en direccionar sus innovaciones hacia las necesidades específicas del usuario.</li> <li>• El artículo se enfoca en la implementación del método innovación en servicios de forma integrada, valorando de manera simultánea la innovación en el servicio, y el modelo de negocio para llegar a crear valor en el servicio que el usuario aprovechará</li> <li>• En función de dar respuesta a las necesidades del usuario, el autor menciona la necesidad de revisar literatura interdisciplinar de manera general, para toma de decisiones informadas.</li> </ul>
(Wherton et al., 2015)	Co-production in practice: how people with assisted living needs can help design and evolve technologies and services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de tecnologías puede contribuir a la mejora de procesos de co-creación, especialmente cuando se está trabajando con actores clave que cuentan con barrera geográfica.</li> <li>• La implementación de herramientas tecnológicas, permite que el servicio de salud sea más directo, especialmente en casos donde se está presentando un fenómeno de urgencia o se requiere despejar alguna duda sobre situaciones específicas.</li> <li>• La provisión del servicio de manera digital posee diversas barreras por la dificultad tecnológica, especialmente con personas mayores pero la interacción con ellos mismos permite la generación de estrategias para facilitar el proceso en la curva de aprendizaje.</li> </ul>
(Flieess et al., 2014)	Mirror, mirror on the wall - how customers perceive their contribution to service provision	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El artículo se centró en indagar el nivel de satisfacción que puede conseguir un usuario, al contribuir en el diseño de los servicios que el mismo va a consumir</li> <li>• En la literatura se encuentran evidencias de un nivel superior de satisfacción cuando las personas contribuyen al diseño del servicio y se llevaron a cabo 27 entrevistas donde la percepción relacionada con el nivel de satisfacción es mayor respecto cuando este actor no participa en el diseño.</li> <li>• Las interacciones físicas con el proceso aumentan el nivel de compromiso y satisfacción posterior a la configuración del servicio.</li> </ul>
(Mukhtar	A hierarchical classification of co-creation models and techniques to aid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resalta de este artículo la clasificación respecto a los actores que intervienen en la cadena de valor, especificando sus aportes de manera jerárquica</li> <li>• Se identifica como ventaja la posibilidad de pasar los usuarios de actores pasivos a actores activos en la configuración de la cadena de valor, aportándole al</li> </ul>

in product or service design	<p>proceso certidumbre por el direccionamiento en la toma de decisiones durante el desarrollo del servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La definición del valor establecido a cierto tipo de usuarios depende de su contribución y su posibilidad de ser multifacéticos en la toma de decisiones</li> <li>• Según la categoría del actor se pueden implementar diversas herramientas de diseño como: método de participación, diseño empático, Co-diseño, uso de artefactos o prototipos, personas y avatares, laboratorios vivientes, enfoque de usuario líder, método de innovación basado en comunidad, ente otras.</li> </ul>
<p>Benefits of Co-design in Service Design Projects</p> <p>(Steen et al., 2011)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muchos de los avances que se han desarrollado en el campo del diseño de servicios se encuentra relacionado con procesos de c-diseño.</li> <li>• En el caso de usuarios que poseen avanzada edad, para el servicio de salud es de suma importancia su opinión, dada la experiencia de uso que estos poseen se puede tomar decisiones clave para la mejora del servicio</li> <li>• Los procesos de co-creación enfocados a la tecnología pueden ir ligados directamente a interacciones con niños, pues ellos son quienes logran comprender mejor estas herramientas.</li> <li>• El relacionamiento directo con los empleados permite visualizar las mejorar a aplicarse durante la logística del servicio.</li> <li>• Con los procesos de co-creación se logran mejorar fases relacionadas con la creatividad y modelamiento del servicio en su conceptualización.</li> <li>• Los procesos de co-creación contribuyen de manera directa al desarrollo de servicios de manera eficiente.</li> </ul>

#### Apéndice 4. Conceptos clave de la Revisión sistemática de la Literatura- Servicios.

Cita	Título del artículo	Conceptos clave
<p>(Leinonen &amp; Roto, 2023)</p>	<p>Service Design Handover to user experience design – a systematic literature review</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las diversas industrias y especialmente en las relacionadas con tecnología, la transferencia de conocimientos juega un papel importante en el direccionamiento de las organizaciones, requiriendo mantener la información resguardada con la finalidad de garantizar el traspaso de información en casos donde es adecuada o necesaria.</li> <li>• La generación de marcos conceptuales o creación de taxonomías, garantiza un mejor flujo de información de manera efectiva y permite mantener sus procesos de manera controlada a las empresas que implementan estas estrategias</li> <li>• Se definieron variables distintivas que deben tenerse en cuenta para la toma de decisiones: Análisis situacional, exploración, concepto, decisión para inversión, implementación, desarrollo y comercialización.</li> </ul>

(Vink et al., 2021)	Service Ecosystem Design: Propositions, Process Model, and Future Research Agenda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas en el diseño de servicios con las políticas de la organización, teniendo en cuenta los lineamientos básicos y la interdependencia en las empresas.</li> <li>• En este artículo se resalta el nivel de importancia de los actores en los diferentes niveles de la cadena de valor y la intervención que estos deben tener para la configuración de servicios en el marco de los lineamientos organizacionales.</li> <li>• Se generan relaciones de sinergia entre: Diseño de servicios, Diseño para los servicios con el Ecosistema de diseño para servicios; articulando las necesidades de los usuarios, la creación de valor y las necesidades empresariales</li> </ul>
(Faust et al., 2020)	A Smart Service Platform for Cost Efficient Cardiac Health Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problema principal identificado: Costo-efectividad de dispositivos médicos que monitorean la salud cardíaca a distancia, incluyendo el diseño de servicios como herramienta de análisis y solucionadora en función de la eficiencia y rendimiento económico.</li> <li>• Punto importante de conexión para la recolección de información en el médico tratante, pues este es quien tiene contacto directo con el paciente y la organización.</li> <li>• En el servicio de soporte mediante monitoreo constante, se le permite al especialista realizar un proceso de diagnóstico asertivo y mayor claridad respecto a la tipología de enfermedad cardíaca que se encuentra tratando</li> <li>• La articulación tecnológica como soporte puede estar enmarcada en servicios de apoyo al sector médico y debe ser diseñado mediante el conocimiento de relaciones y actores clave.</li> </ul>
(Cong et al., 2020)	Design Entropy Theory: A New Design Methodology for Smart PSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La articulación de tecnologías permite digitalizar herramientas como el Product-Service System en función de mejorar sus resultados en función de las necesidades a solucionar y las soluciones enmarcadas en la realidad.</li> <li>• El estudio se centró en estas variables: Cerrar la barrera en el proceso de diseño, reducir iteraciones, co-creación en torno de crear valor en el marco del contexto y el diseño en función del contexto.</li> <li>• Al estar enmarcado en procesos de co-creación se le enmarca en la entropía y se requiere de procesos de control para llevar a cabo procedimientos de investigación.</li> <li>• Procedimiento establecido para llevar a cabo las debidas iteraciones se generan flujos de trabajo en el marco del monitoreo de actividades realizadas y la predictibilidad de las situaciones.</li> </ul>
(Raza et al., 2020)	Linking Corporate Social Responsibility to Customer Loyalty through Co-Creation and Customer Company Identification: Exploring Sequential Mediation Mechanism	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciones de responsabilidad comercial junto con la co-creación, les permite a los usuarios tener contacto directo con el artefacto que se encuentra diseñando o rediseñando estrategias de marketing en el marco de la industria bancaria.</li> <li>• En función de la alta demanda de nuevas propuestas, las empresas responden a problemas con múltiples facetas y por ello se ve influenciado por la opinión propia de los usuarios y con esto se busca influenciar la fidelidad del usuario al volver en el mismo servicio.</li> <li>• La recolección de datos de manera virtual sirve para realizar análisis de comportamientos y predecir la situación industrial por demanda del usuario.</li> <li>• La identificación del usuario permite predecir comportamientos y monitorear resultados específicos, para llevar a cabo modificaciones y adaptaciones específicas, en procesos correctivos.</li> </ul>

(Burnham, 2020)	I've got an idea! Exploring the antecedents of suggestion sharing in consumer services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importancia de los aportes presentados por los usuarios en función de mejorar un producto con sus experiencias.</li> <li>• Mediante firmas adicionales se puede llevar el proceso en paralelo para el levantamiento de requerimientos basados en experiencias y las necesidades propias de los usuarios, buscando simplificar el proceso para la marca principal.</li> <li>• Procesos para caracterizar el comportamiento</li> <li>• Es clave resaltar que en este artículo se presenta como una propuesta de relación entre empresas para mejorar los productos en torno a las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta los beneficios y motivaciones propias de las personas.</li> <li>• Tipo de estudio: Cualitativo</li> <li>• Se identificó la necesidad de poseer una motivación propia o de comunidad para participar en las encuestas y las mejoras propias de la situación, servicio o producto</li> </ul>
(Kim et al., 2020)	Product Redesign for Service Considerations Using Affordances for Service Activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionamiento basado en el ejemplo del rediseño de producto para la mejora constante de los servicios en función de las necesidades propias de los usuarios.</li> <li>• El método se encuentra enfocado en la sistematización de procesos para el rediseño de un servicio que fue considerado basándose en un producto pues debido a la evolución se debió acompañar con un servicio.</li> <li>• Capacidades a las que se le dan mayor relevancia: Accesibilidad, facilidad, conectividad, revisión y búsqueda de información.</li> </ul>
(García-Magro & Soriano-Pinar, 2020)	Design of services in servitized firms: gamification as an adequate tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de implementación de la herramienta “Gamificación” en el marco del Diseño de servicios a través del “Diseño centrado en humanos”</li> <li>• La Servitización en torno de manejar nuevos recursos para la mejora de procesos comunicativos durante los procesos complementarios en el diseño de servicios.</li> <li>• La articulación del proceso de diseño de artefactos con la herramienta de gamificación, permite la mejora constante de productos, dada la interacción lúdica con los usuarios y la conexión de interés que estos sienten por mejorar el producto.</li> <li>• La articulación de la herramienta con los procesos de referencia permite que las organizaciones articulen sus desarrollos más fácilmente y los procesos de evaluación de usabilidad se den de manera ordenada y sencilla.</li> </ul>
(Schallehn et al., 2019)	Defining the antecedents of experience co-creation as applied to alternative consumption models	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los modelos de consumo, les sirven a los diseñadores para el establecimiento de patrones de comportamiento a la hora de tomar decisiones y elegir situaciones favorables para la inversión de su dinero.</li> <li>• En este estudio se identifican al proceso de co-creación como la base para el entendimiento de los usuarios y la comprensión de las necesidades de manera directa.</li> <li>• Experiencias previas para saber que sí y que no es lo que se debe buscar con un producto.</li> <li>• La concepción de una teoría o la aplicabilidad de esta, dependen de las bases científicas y estructurales, por eso se recomienda abiertamente en el artículo la revisión de literatura, sirviendo como base para la toma de decisiones.</li> </ul>
(Urbinati et al., 2018)	Creating and capturing value from Big Data: A multiple-case study analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de bases de datos y el análisis de Big Data en empresas, les ha permitido llevar a cabo análisis a profundidad de posibles fallas o problemas que se pueden presentar, para mejorar el comportamiento y el rendimiento de los servicios diseñados.</li> </ul>

	of provider companies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campos donde se aplica el Big Data ampliamente: Análisis de datos, identificación de necesidades, Diseño de producto o servicio, manejo de la calidad y reconocimiento de oportunidades.</li> <li>• La implementación de Big Data en la captura de valor, se ha dado por la predictibilidad de comportamiento del consumidor y la identificación de necesidades, acompañado de un análisis de fidelidad, según sea el requerimiento de la empresa que use los datos.</li> </ul>
(Ruiz-Alba et al., 2019)	Servitization strategies from customers' perspective: the moderating role of co-creation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En este estudio se encontraron relaciones de co-creación estrictamente relacionadas entre organizaciones para mejorar sus capacidades de desarrollo y el beneficio experimentado en sinergias "Business to Business"</li> <li>• Los procesos de Servitización permiten que los usuarios se vean envueltos en el proceso realizado y creen desarrollos enmarcados en las capacidades propias de las organizaciones.</li> <li>• Se entienden los proceso de co-creación como una herramienta adaptable a diversos tipos de necesidades, aportando a los diversos procesos, enmarcados en la experiencia, el valor a producirse y como enfoque adicional: La creatividad</li> </ul>
(Zhang et al., 2019)	Visualization analysis of the cognitive characteristics of service designers based on linkography	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículo enfocado al tipo de pensamiento que poseen los diseñadores y las clases de actividades que estos realizan de manera secuencial para llevar a cabo procesos de relacionamiento en las etapas de configuración y diseño.</li> <li>• Para la valoración de las actividades cognitivas se partió de bases de pensamiento para el diseño de servicios y se identificaron actividades adicionales relacionadas con la comunicación entre actores para la comprensión general del problema</li> <li>• Se identifica que la solución de problemas, basada en el desarrollo de actividades se realizada basada en el conocimiento generalizado del contexto en el que se enmarca el problema, las bases teóricas en las que se puede conceptualizar y las interacciones de valoración previas al uso general del artefacto.</li> </ul>
(Zheng et al., 2019)	Smart Product-Service Systems Solution Design via Hybrid Crowd Sensing Approach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La concentración de información ha generado la necesidad de establecer herramientas prácticas para el desarrollo de las actividades en diseño, por ello se han establecido herramientas IT que permiten sistematizar procesos relacionados con actividades propias para la configuración de PSS</li> <li>• El enfoque se centra en la captura de información para la toma de decisiones para servicios y productos verdes, mencionando las necesidades, problemas y situaciones con las que la industria se debe enfrentar para realizarse cambios de manera correcta.</li> <li>• La implementación de IT al ser relacionada con el diseño estructural de un servicio o un artefacto, es de suma importancia tener en cuenta las mediciones de las iteraciones y los procesos, por eso se establecieron modelos matemáticos que refuerzan los datos establecidos en los procesos, evidenciando la necesidad constante de tecnificación.</li> </ul>
(J. J. Lee et al., 2018)	Design Choices Framework for Co-creation Projects	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tienen en cuenta las necesidades propias de los procesos de co-creación, estableciendo lineamientos base para la toma de decisiones en interacciones entre diversos tipos de actores que intervienen en la cadena de valor, teniendo relevancia la complejidad contextual y las contingencias necesarias de cada proyecto.</li> <li>• Para la identificación de patrones de comportamiento en procesos de co-creación de verificaron 13 proyectos, donde se valoraron los comportamientos propios del proceso y el liderazgo necesario por parte del equipo de diseño</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el proceso se establecieron los grupos que desarrollaban el proceso, las actividades que implementaban, estrategias comunes y los desarrollos obtenidos, resaltando cada una de las actividades que realizaban y los procesos que se ejecutaron en medio del diseño. La toma de decisiones se evaluaba en torno a las necesidades propias de la situación y la opinión clave de los actores.</li> </ul>
(Abrantes et al., 2018)	Human-Centric Design of Unified Communications: e-Collaboration Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículo enmarcado en la experiencia de usuario y procesos de valoración por medio de usabilidad, siendo llevados a testeos o pruebas de concepto, enfocándose en la optimización de procesos y la validación del artefacto.</li> <li>• El artículo se centra en la articulación del diseño centrado en el usuario con investigación y desarrollo junto con las herramientas “Concurrent Think-aloud activities”</li> <li>• Es de suma importancia resaltar beneficios propios para la industria como: creación de valor por medio de contribuciones individuales y procesos de validación mediante usabilidad.</li> </ul>
(Patrício, Gustafsson, et al., 2018)	Upframing Service Design and Innovation for Research Impact	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el proceso de diseño del servicios la comunidad de investigación se ha centrado en mejorar las actividades propias del diseño, sirviendo de esta forma a la organización social y de actores en la cadena de valor.</li> <li>• Se reconoce el proceso multidisciplinario en el marco del diseño de servicio posee múltiples actores con contribuciones mixtas que pocas veces se ve controladas por la complejidad y son pobremente entendidas.</li> <li>• Los avances y elementos identificados se concentran en 3 en 3 focos principales: Reforzando y expandiendo organizaciones de diseño, avances teóricos en el proceso de diseño para la innovación y creando valor a través de la innovación en servicios para el fortalecimiento epistemológico del diseño enfocado a la estructuración de servicios.</li> </ul>
(Bolton et al., 2018)	Customer experience challenges: bringing together digital, physical and social realms	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se le da un nivel superior de relevancia a la opinión de los usuarios en términos de experiencia y uso previo de artefactos similares, especialmente en contextos de servicios donde la opinión es la determinante en los procesos de captura de valor al adquirir un producto o servicio.</li> <li>• La experiencia del usuario definida en torno a múltiples variables que estructuran la complejidad de la interacción: Esfera digital, esfera física y esfera social, donde la interacción determinan la complejidad y las necesidades a solucionarse en el contexto del usuario.</li> <li>• La autonomía o dependencia del usuario a procesos de apoyo y soporte puede ser determinado según el usuario, estableciendo límites según el concepto y las necesidades para ser verificado</li> </ul>
(Zivkovic, 2018)	Systemic Innovation Labs: A Lab for Wicked Problems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el caso de problemas de baja complejidad, muchas veces se pasan por alto y en etapas posteriores en procesos de diseño, se llegan a considerar “la piedra en el camino” por esta razón este artículo permite visualizar los procesos de tratamiento y laboratorios aliados al proceso que permite la toma de decisiones informada y con alta efectividad.</li> <li>• Para la valoración de los procesos se encuentran relacionados diversos tipos de laboratorios que pueden apoyar el proceso de diseño: laboratorios vivientes, laboratorios de innovación social, laboratorios de vivienda urbanos, laboratorios de transición humana y laboratorios para innovación en el sector público, sirviendo como soporte y apoyo en la toma de decisiones constante y efectiva.</li> <li>• Para llevara a cabo el proceso de solución de problemas pequeños, se deben tener en cuenta que tipo de laboratorio se requiere y el tipo de actores con</li> </ul>

		los que se trabaja de manera dominante, sirviendo como soporte en el contexto del proceso de diseño.
(Ojasalo & Ojasalo, 2019)	Service Logic Business Model Canvas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante el modelo CANVAS se buscó el establecimiento de un modelo específico para ejecutar procesos de diseño en el enfoque “Service Logic”, teniendo en las necesidades expresadas por los actores en todo el proceso de configuración y desarrollo.</li> <li>• Ventajas: simplificación del proceso “Service Logic” para ejecutar procesos de co-creación de manera cooperativa enfocándose en entender las necesidades propias de los usuarios y las personas que pueden usar el artefacto de manera ocasional</li> <li>• Se menciona una estructuración básica que cada servicio debe poseer: segmentos, canales, relaciones con los clientes, proposiciones de valor, flujo de ingresos, recursos clave, actividades clave, socios clave y costo estructural</li> </ul>
(Eskelinen et al., 2017)	Improving Internal Communication Management in SMEs: Two Case Studies in Service Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En este artículo se muestra lo determinante del manejo de información para el crecimiento organizado y estructurado de un empresa, teniendo el seguimiento del proceso de manera organizada,</li> <li>• La comunicación eficiente se debe llevar a cabo, teniendo controladas las variables comunicativas y el tipo de relaciones de comunicación que se ejecutan entre los grupos encargados del proceso de diseño.</li> <li>• Se estableció un proceso de diseño enmarcado en comunicación para la configuración del servicio, conteniendo las etapas: Diseño en contexto, generación de ideas, evaluación de ideas, análisis de decisiones y finalmente, discusión y plan de acción.</li> </ul>
(Ballantyne & Nilsson, 2017)	All that is solid melts into air: The servicescape in digital service-space	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicescape: proceso de contextualización llevada a cabo en las etapas iniciales del diseño de servicios.</li> <li>• Es de suma importancia resaltar que los procesos de diseño de servicios, en este momento requieren de contexto que relacione ámbitos físicos y virtuales, dadas las necesidades propias de la comunidad en general.</li> <li>• Los procesos llevados a cabo en la etapa de “Servicescape” se relacionan directamente con la expansión creativa a la hora de establecer relaciones entre los usuarios y las personas que contribuyen en el proceso desde el equipo de diseño.</li> </ul>
(Simon et al., 2017)	Exploring the ‘black box’ of customer co-creation processes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En este artículo se reafirman las relaciones entre las organizaciones, los equipos de diseño y los consumidores, dando opiniones basadas en sus experiencias, procesos de relacionamiento y habilidades que interactúan en la configuración de un elemento.</li> <li>• Las situaciones y procesos en los que se enmarca la persona o el usuario directo con el que se encuentra trabajando, puede cambiar sus perspectivas, llevando a ser este procesos subjetivo en el caso cuando el diseñador líder no sepa diferenciar y tomar decisiones de manera generalizada, sin basarse en la experiencia neta de un individuo.</li> <li>• El entendimiento de las situaciones y el desarrollo de las actividades para los procesos de configuración y diseño en el marco de procesos de co-creación, permite que el conocimiento del trasfondo respecto a características determinantes y los direccionadores motivacionales para participar en el proceso.</li> </ul>

<b>(Yang &amp; Sung, 2016)</b>	Service Design for Social Innovation through Participatory Action Research	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El contexto del artículo se centra en relacionamiento entre actores clave a lo largo de la cadena de valor enfocados en generar artefactos para mejorar sistemas ecológicos envueltos en la creación de valor por medio de la co-creación.</li> <li>• Se da una definición importante para “innovación en contexto social” definiéndolo como: Proceso de creación de valor a largo periodo de tiempo que beneficie directamente a la sociedad y es aplicado abiertamente a los servicios por el contexto en el que se enmarcan.</li> <li>• Los procesos de innovación social en el marco de procesos de co-creación sirven para mejorar los recursos y servicios con los que cuenta una sociedad, brindándole soporte y mejoras constantes a los desarrollos con los que interactúan todos los actores sociales.</li> </ul>
<b>(Drăgoicea et al., 2015)</b>	Self-organizing socio-technical description in service systems for supporting smart user decisions in public transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelamiento de un servicio se puede dar en función de diversas variables: Modelamiento de actividades, Modelamiento para la asignación de recursos, modelamiento de redes de servicios y modelamiento de interacciones por medio de co-creación de valor.</li> <li>• En la configuración de los procesos que se relacionan con un servicio, entre ellos se deben establecer las siguientes variables: interacciones, big data, acceso a recursos, competencia y cooperación, apertura, posibilidad de cambio adaptabilidad y empoderamiento.</li> <li>• Una de las formas más eficientes de mejorar un producto o servicio, y en ciertos casos mejorar las condiciones del artefacto es mediante la interacción pasiva y controlada con usuarios, interactuando con ellos para la toma de decisiones de elementos específicos</li> </ul>
<b>(Pera &amp; Viglia, 2015)</b>	Turning ideas into products: subjective well-being in co-creation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El desarrollo de las actividades para la configuración de nuevos productos ha cambiado con el pasar del tiempo, pues las máquinas y el conocimiento puede ser adaptadas a pequeñas escalas, con desarrollos propios y adaptados a sus necesidades, dando paso a las necesidades propias de cada persona.</li> <li>• En el proceso de desarrollo de actividades de innovación abierta mediante cooperación se tiene en cuenta 3 elementos principales: motivos personales de crecimiento, motivos de relacionamiento a la comunidad y motivos utilitarios.</li> <li>• Las situaciones de relacionamiento con motivos personales al desarrollo de un producto ayudan a que las personas generen mejores interacciones para mejorar el producto y cumpla con sus propias expectativas.</li> </ul>
<b>(Lam &amp; Dearden, 2015)</b>	Enhancing service development and service delivery through co-design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los procesos de diseño colaborativo pueden colaborar a ciertas organizaciones a mejorar los ciclos de desarrollo para satisfacer las propias necesidades.</li> <li>• El diseño no es lo mismo que llevar a cabo procesos de planeación y se requiere de los siguientes lineamientos para considerarse un proceso de diseño: Empatía, pensamiento integrador, optimismo, experimentación y colaboración.</li> <li>• El proceso de co-diseño connota colaboración y cooperación, promoviendo la creatividad colectiva siendo aplicada en procesos de diseño, requiriendo: realizar investigaciones para obtener conocimientos; interpretar los hallazgos para identificar necesidades / oportunidades reales; desarrollar ideas para abordar los objetivos establecidos; probar ideas e implementarlas en la realidad</li> </ul>

(Karlsson & Skålén, 2015)	Exploring front-line employee contributions to service innovation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículo está enfocado en actores clave que no se evalúan constantemente: los trabajadores de las industrias con las que ejecutan el servicio o son proveedores diarios.</li> <li>• Al ser los trabajadores quienes se relacionan directamente con el cliente, sus opiniones se encuentran basados en las experiencias directas del cliente y las necesidades al prestar el servicio.</li> <li>• En el proceso de diseño las relaciones con trabajadores de la primera línea permiten que los procesos de creación de servicios sean basados también en las necesidades propias de los prestadores de servicios,</li> </ul>
(Bang Nguyen Dilip S. Mutum, 2015)	EXPERIENCE CO-CREATION IN FINANCIAL SERVICES: AN EMPIRICAL EXPLORATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se definieron 5 variables contextuales para tener en cuenta durante la creación de servicios financieros: intensidad de información, complejidad del contrato, Relaciones, membresías relacionadas e intangibilidad</li> <li>• Se hace necesario definir el ciclo de vida en el que interactúan los usuarios con el servicio, monitoreo de la verdad según las necesidades y relacionamiento de las personas con el proceso de diseño mediante incentivos propios de la marca.</li> <li>• En este artículo se superan procesos relacionados con las implicaciones para la administración de recursos a lo largo del proceso de diseño.</li> </ul>
(Chou et al., 2012)	A systematic approach to generate service model for sustainability	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño de servicios para la sostenibilidad se lleva a cabo generalmente a través de estrategias comerciales o políticas administrativas con una relación única entre proveedores de servicios y receptores.</li> <li>• Una serie de herramientas gráficas visualiza modelos de servicio sobre su estructura y elementos. Como todos los parámetros y sus relaciones se expresan con el procedimiento y los diagramas detallados, los tomadores de decisiones pueden ajustar o modificar el desarrollo de las actividades de servicio. Estos gráficos también mejoran la comunicación entre los planificadores y las instituciones relacionadas.</li> </ul>
(Vánca et al., 2011)	Cooperative and responsive manufacturing enterprises	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fabricación ya no puede considerarse aisladamente: las empresas deben operar en densas redes de interacción tanto con sus parientes como con su entorno socio-ecológico. Al mismo tiempo, las empresas deben considerar continuamente la división entre la realidad y su reflexión sobre lo que está sucediendo en el mundo.</li> <li>• Las necesidades de los clientes están muy extendidas y son difíciles de determinar.</li> </ul>

## Apéndice 5. Revisión de organizaciones más productivas en el sistema de salud Colombiano

No.	RAZON SOCIAL	Consumidor	Evaluar del gasto	Ordenador del gasto	Ordenador del dispositivo médico	¿Ubicados en Santander?
8	NUEVA EPS S.A.	1	x			x
15	EPS SURA	1	x			x
16	E.P.S. SANITAS S.A.	1	x			x
25	SALUD TOTAL S.A. EPS	1	x			x
35	COMPENSAR	1	x			x
39	COOSALUD	1	x			x
41	FAMISANAR LTDA. CAFAM - COLSUBSIDIO E.P.S.	1	x			x
70	COLSANITAS	1	x			x

110	CAPITAL SALUD EPSS S.A.S	1	x			x
172	FUNDACION VALLE DEL LILI	1		x	x	
224	COLMÉDICA	1	x			x
252	SOLINSA G.C. S.A.S.	1	x			
281	SERVICIOS DE SALUD IPS SURAMERICANA S.A.	1	x			x
292	ORGANIZACION CLINICA GENERAL DEL NORTE	1		x	x	
305	CENTRO MEDICO IMBANACO DE CALI S.A.	1		x	x	
307	COOMEVA MEDICINA PREPAGADA S.A.	1	x			x
313	VIRREY SOLIS IPS. S.A.	1		x	x	
320	FUNDACION OFTALMOLOGICA DE SANTANDER - FOSCAL	1		x	x	x
323	INSTITUTO DE DIAGNOSTICO MEDICO S.A.	1		x	x	
402	FUNDACION CARDIO INFANTIL INSTITUTO DE CARDIOLOGIA	1		x	x	
404	HOSPITAL PABLO TOBON URIBE	1		x	x	
423	FUNDACION CARDIOVASCULAR DE COLOMBIA	1		x	x	x
435	DIAGNOSTICO Y ASISTENCIA MEDICA SA IPS DE SALUD	1		x		
457	COMFENALCO VALLE E.P.S.	1	x			
472	CORPORACIÓN HOSPITALARIA JUAN CIUDAD	1		x	x	
479	IPS ESPECIALIZADA S.A.	1		x		
512	ALIANSA SALUD EPS S.A.	1	x			x
516	HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN IGNACIO	1		x	x	
580	EPS INDÍGENA MALLAMÁS	1	x			
604	HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE EVARISTO GARCIA E.S.E.	1		x	x	
645	CLINICA DE OCCIDENTE	1		x	x	
657	ESE INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGIA	1		x		
658	SOCIEDAD DE CIRUGIA DE BOGOTA HOSPITAL DE SAN JOSE	1		x	x	
664	SUBRED INTEGRADA DE SERVICIOS DE SALUD CENTRO ORIENTE E.S.E.	1		x	x	
698	EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO METROSALUD	1		x		
743	MEDPLUS MEDICINA PREPAGADA S.A.	1	x			
795	E.S.E. HOSPITAL UNIVERSITARIO HERNANDO MONCALEANO PERDOMO DE NEIVA	1		x	x	
805	FUNDACION ABOOD SHAIQ	1		x	x	
811	CLINICA NUEVA EL LAGO S.A.S.	1		x	x	
816	CLINICA LOS NOGALES SAS	1		x	x	
845	SALUD COLPATRIA	1	x			x
853	BIENESTAR IPS S.A.S.	1		x	x	
854	LOS COMUNEROS HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BUCARAMANGA	1		x	x	x
861	FUNDACION HOSPITAL DE LA MISERICORDIA	1		x	x	
883	HOSPITAL DEPARTAMENTAL DE VILLAVICENCIO E.S.E.	1		x		
902	EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER	1		x	x	x
922	MEDISANITAS	1	x			x

930	CLINICA DESA CALI	1		X		
943	MIREB BARRANQUILLA IPS S.A.S.	1		X	X	
955	E.S.E. HOSPITAL UNIVERSITARIO ERASMO MEOZ	1		X	X	
959	SOCIEDAD MÉDICA RIONEGRO S.A. SOMER S.A.	1	X			
980	HOSPITAL FEDERICO LLERAS ACOSTA E.S.E.	1		X	X	
982	CLINICA MEDELLIN S.A.	1		X	X	
	total consumidores				53	

## Apéndice 6. Información identificada en las entrevistas.

Título profesional	Información identificada
Cirujana Cardiovascular pediátrica	<p><b>Edad:</b> 42 años</p> <p><b>Tiempo de experiencia:</b> 20 años de experiencia</p> <p><b>I.P.S. donde labora:</b> Fundación Cardiovascular de Colombia</p>
	<p><b>Contexto de la entrevista:</b></p> <p>En función de la dificultad de los casos que poseen los cirujanos cardiovasculares, se identificó la oportunidad de apoyar este tipo de cirugías en la etapa prequirúrgico, especialmente en casos infantiles donde la anatomía es más pequeña y los casos poseen alta complejidad por los condicionantes anatómicos de los pacientes que se encuentran tratados en este servicio.</p> <p>La primera reunión se realizó de manera virtual, donde la cirujana comentó el proceso de pre-planeación quirúrgica con todos los casos, las diferencias respecto a otras especialidades y cómo considera ella que la pre-planeación podría mejorarse para la toma de decisiones asertiva.</p> <p><b>Elementos identificados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La cirujana comentó que los casos que manejaba de manera constante eran de alta complejidad, teniendo en su mayoría pacientes con condiciones genéticas, congénitas y hereditarias expresadas antes de los 18 años.</li> <li>• Entre los procesos de pre-planeación quirúrgica que la doctora menciona, se evidencia un clave relacionamiento con el área de radiología para verificación de casos con alta complejidad anatómica, procesos de estudio y verificación del caso en la literatura para corroborar el abordaje quirúrgico además de constantes juntas médicas en las que los demás especialistas en la rama contribuyen de manera asertiva con procedimientos o tratamientos que reducirán el riesgo.</li> <li>• En los procesos de preparación del paciente, en múltiples casos es de suma importancia estabilizar peso y talla del paciente para poder ejecutar los procedimientos ya que es un criterio de correlación de éxito en el procedimiento a ejecutarse.</li> <li>• En casos donde la claridad anatómica es compleja de identificarse en su totalidad, se realizan procedimientos para estabilizar el paciente y tener un panorama más certero respecto a la toma de decisiones de los procedimientos finales a ejecutarse. En estos procedimientos se ejecutan cirugías que aumenten la calidad de vida de los pacientes y permita una mayor estabilidad para ejecutar cirugías más complejas.</li> <li>• En algunos casos, la transmisión de la información es compleja y el entendimiento del equipo es clave para mejorar la sinergia en el quirófano. Muchas de las dificultades de comprensión del caso se dan por la dificultad de comprensión en las imágenes diagnósticas y el ruido radiográfico que estas pueden contener.</li> <li>• En algunos casos la toma de imágenes diagnósticas como el MRI, se encuentran contraindicadas para el paciente tratante, pues la exposición a anestesia durante largos periodos de tiempo puede incurrir consecuencias directas sobre el corazón y deteriorar las condiciones fisiológicas del paciente.</li> <li>• En las interacciones con los padres de los pacientes, la explicación de las intervenciones y los procedimientos que se van a realizar para rehabilitar el paciente son difíciles de explicar. Este</li> </ul>

fenómeno es consecuencia de que los padres no logran comprender la patología de sus hijos y la incertidumbre es alta por la incomprensión de la situación o la condición médica que atraviesa su hijo o hija.

- Entre los procedimientos de planeación quirúrgica, la relacionada con el abordaje quirúrgico no siempre se puede planear en totalidad, pues el no tener un objeto tridimensional dificulta la comprensión de espacialidad en ciertos pacientes con condiciones de alta complejidad.
- En esta área de la cirugía, los dispositivos médicos de soporte para la toma de decisiones no son común, por eso fue de su interés la temática y le parecería de suma importancia la implementación de estos dispositivos médicos en casos de alta complejidad.
- En esta reunión la cirujana comentó que tiene dificultad en la actualidad en comprender totalmente las condiciones y la anatomía de una paciente y le gustaría implementar este tipo de dispositivos para tomar decisiones basándose en dispositivos complementarios.
- Entre los beneficios de este tipo de dispositivos se menciona la posibilidad de tener los dispositivos médicos esterilizados en el quirófano para tener la seguridad de la toma de decisiones

**Edad:** 26 años

**Tiempo de experiencia:** 4 años y medio de experiencia

**I.P.S. donde labora:** Clínica Infantil Colsubsidio

**Contexto de la entrevista:**

Durante los procesos de entrevistas previos, las cirujanas mencionaron de forma constante que ellos como médicos especialistas cuentan con el soporte de un médico general que apoya los procesos y tratamientos que el médico especialista delimita para la rehabilitación del paciente.

En este caso, el médico general no es quien toma de decisiones, pero si acompaña el procedimiento quirúrgico y en muchos casos es el primer diagnóstico es realizado por estos profesionales. En múltiples casos los médicos generales acompañan el proceso de planeación quirúrgica y emite juicios que contribuyen a la toma de decisiones por parte de los especialistas.

**Elementos identificados:**

- Los médicos generales apoyan el proceso de toma de decisiones que lleva a cabo el médico especialista, ellos son los encargados de realizar el primer diagnóstico y en muchos casos de realizar el seguimiento continuo a los pacientes. El contacto de control y observación se realiza de manera constante con estos profesionales de la salud y se encargan de remitir la información a los especialistas designados.
- En casos donde el especialista direcciona el tratamiento del paciente hacia tratamientos quirúrgicos, muchos cirujanos toman decisiones de manera colaborativa con el profesional.
- En casos donde el médico requiere apoyo en el quirófano por no contar con estudiantes de especialidad o asistentes de cirugía, el especialista invita al médico a asistirlo en el procedimiento.
- En casos de alta complejidad donde la planeación posee diversas variables que deben ser cuidadas, los médicos generales son invitados como soporte durante el seguimiento del protocolo establecido en la pre-planeación quirúrgica.
- Es clave resaltar que los cirujanos realizan procesos de planeación quirúrgica acorde a los procedimientos que van a ejecutar, contemplando los riesgos, situaciones o complicaciones que pueden suceder en la cirugía. Es clave resaltar que en casos quirúrgicos que no se encuentran relacionadas a patologías y traumas de alta complejidad, los procesos de planeación son sencillos pues dependen principalmente de exámenes complementarios y de las valoraciones físicas del paciente.
- Entre los procedimientos más complejos, la planeación quirúrgica debe contener diversos exámenes médicos que contribuyan a la toma de decisiones de manera integral, este seguimiento entre las áreas de la medicina que atienden a un paciente.
- En procedimientos donde las técnicas quirúrgicas son los focos de atención, la implementación de recursos complementarios es casi nula, pues los procedimientos son repetitivos y solo dependen de la pericia en técnica que posea el cirujano.

- Los dispositivos médicos complementarios los contempla como una oportunidad para planear de manera más asertiva patologías o traumas de alta complejidad donde se requiera el reconocimiento espacial de la anatomía del paciente.
- Es clave resaltar que, en casos quirúrgicos de rutina, los procesos de planeación dependen de la comprensión de la fisiología y anatomía del paciente.
- En la interpretación de las imágenes diagnósticas, la sinergia junto con la confianza entre el especialista y el médico radiólogo es clave para confiar o no en la lectura de las imágenes diagnósticas y buscar como consecuencia más información en otras fuentes.

**Edad:** 38 años

**Tiempo de experiencia:** 14 años de experiencia

**I.P.S. donde labora:** Fundación Cardiovascular de Colombia

**Contexto de la entrevista:**

Con procesos previos en el desarrollo de dispositivos médicos en la pre-planeación quirúrgica, se identificó a un médico especialista en radiología junto con el técnico como actores clave durante el flujo de trabajo. En función de indagar el proceso realizado por la médica especialista, se indagó con la cirujana cardiovascular la posibilidad de conectar con un especialista en el área radiológica y ella realizó el contacto.

En una reunión posterior, se mantuvo un acercamiento con la especialista en radiología, quien contribuyó con aportes muy valiosos sobre su intervención en el proceso quirúrgico y toma de decisiones en el diagnóstico.

**Elementos identificados:**

- La radióloga comenta que el proceso inicial depende del paciente y la remisión para imágenes diagnósticas que solicita el especialista encargado.
- En la actualidad en el centro médico especializado en el que trabaja la especialista, los casos de niños inferiores a 5 años no se les puede tomar MRI con las capacidades de la I.P.S. por más que estos exámenes se ordenen, puesto que no se cuenta con equipo de sedación especializado para ese tipo de pacientes que sea apto durante el uso del tomógrafo.
- Al ser limitado el tipo de exámenes médicos a los que estos niños pueden ser sometidos, se debe realizar un cálculo de exposición a radiación durante la toma de CT's, requiriendo de un tiempo menor con la finalidad de minimizar las consecuencias negativas derivado de la toma de este tipo de imágenes diagnósticas.
- En el análisis de casos con alta complejidad anatómica en casos que intervengan con tejido blando, en algunas situaciones se requiere de revisión junto con el médico especialista y la historia clínica del paciente, puesto que la visualización total del tejido puede poseer cambios de posición por los movimientos naturales del cuerpo y la complejidad anatómica requiere de un estudio detallado para determinar un veredicto clave para el diagnóstico final del paciente.
- Las apreciaciones y descripciones de los médicos especialistas en radiología son claves para la toma de decisiones de los médicos tratantes del caso, pues son los encargados de determinar a través del tejido las condiciones, anomalías y fallas que sean observables a través de las imágenes diagnósticas.
- La doctora menciona que en casos relacionados con ortopedia el proceso de visualización es más sencillo pues siempre se garantiza la inmovilización total del paciente, pero en casos donde se están observando tejidos blandos, el proceso presenta mayor dificultad de visualización por los movimientos involuntarios y propios del cuerpo humano, generando diferencias de posición entre slice y slice de la misma tomografía computarizada.
- Es clave resaltar que entre más pequeño sea el paciente, es mucho más complicado el proceso de análisis de las condiciones anatómicas y fisiológicas por las mismas condiciones físicas.
- Entre los adultos, los procesos diagnósticos son altamente determinadas por la lectura y la identificación de anomalías por parte del radiólogo/a encargado de la revisión del caso.

Médica especialista en Radiología

**Edad:** 42 años

**Tiempo de experiencia:** 18 años

**I.P.S. donde labora:** Fundación Cardiovascular de Colombia/ Hospital Universitario de Santander

**Elementos identificados:**

- En cirugía electiva para cirugía general, se remite al paciente por parte de un médico general con sospecha diagnóstica o un colega de otra especialidad que requiere soporte en alguna

Cirujana General

intervención, especialmente cuando se poseen dos patologías al mismo tiempo y se puede realizar una sola intervención.

- La doctora menciona que casos comunes donde ella opera están relacionadas, hernias, colecistectomía, vesículas inflamadas, entre múltiples patologías que pueden poseer los pacientes, para este tipo de procedimientos se solicitan exámenes complementarios que mediante la valoración por el especialista pueden confirmar o negar la sospecha diagnóstica.
- Hay algunos casos donde las imágenes diagnósticas son complementarias y deben ser solicitadas acorde a las necesidades del caso. En algunos casos, los exámenes complementarios también arrojan resultados de otros órganos que pueden verse comprometidos y deben remitirse al especialista específico.
- En la cirugía general es raro que un procedimiento se pueda complicar y llegar a cirugía de revisión, normalmente las cirugías programadas son casos que se deben tartar estando el paciente estable, por eso es raro tener segundas intervenciones o complicaciones de alta gravedad.
- Casos donde se puede implementar el planeamiento quirúrgico virtual estarían relacionados al cierre del paciente cuando la pared abdominal no se encuentra en tono adecuado. Este tipo de elementos reduciría el cálculo subjetivo de los índices de la pared abdominal y se generaría una técnica precisa para la toma de decisiones.
- El proceso de pre-planeación se encuentra relacionado al cumplimiento de los requerimientos de exámenes y condiciones médicas para realizar el procedimiento. El seguimiento al proceso se realiza mediante una lista de chequeo y las condiciones sean las adecuadas. Antes de iniciar el procedimiento se revisan las imágenes.
- El paciente en cirugía general siempre va a junta y se lleva cuando no es obvio lo que se va a hacer, se deben llevar a junta médica la mayor cantidad de recursos como imágenes diagnósticas y exámenes complementarios para tomar la decisión adecuada.

**Edad:** 32 años

**Tiempo de experiencia:** 6 años

**I.P.S. donde labora:** Clínica Chicamocha

**Contexto de la entrevista:**

En la fase inicial y en función de complementar el proceso de identificación de especialidades quirúrgicas donde se pudiese implementar el servicio de pre-planeación quirúrgica en múltiples especialidades. En proyectos de investigación anteriores que se ejecutaron en el grupo de investigación, se realizaron procesos de acompañamiento experimentales que permitieron el desarrollo de dispositivos médicos que contribuyeron directamente a la planeación quirúrgica y a la definición de procedimientos a ejecutarse.

Dado este contexto, se evidenció la pertinencia de ejecutar una entrevista a un cirujano maxilofacial que evalúe la importancia de este tipo de dispositivos para el soporte en su práctica quirúrgica.

**Elementos identificados:**

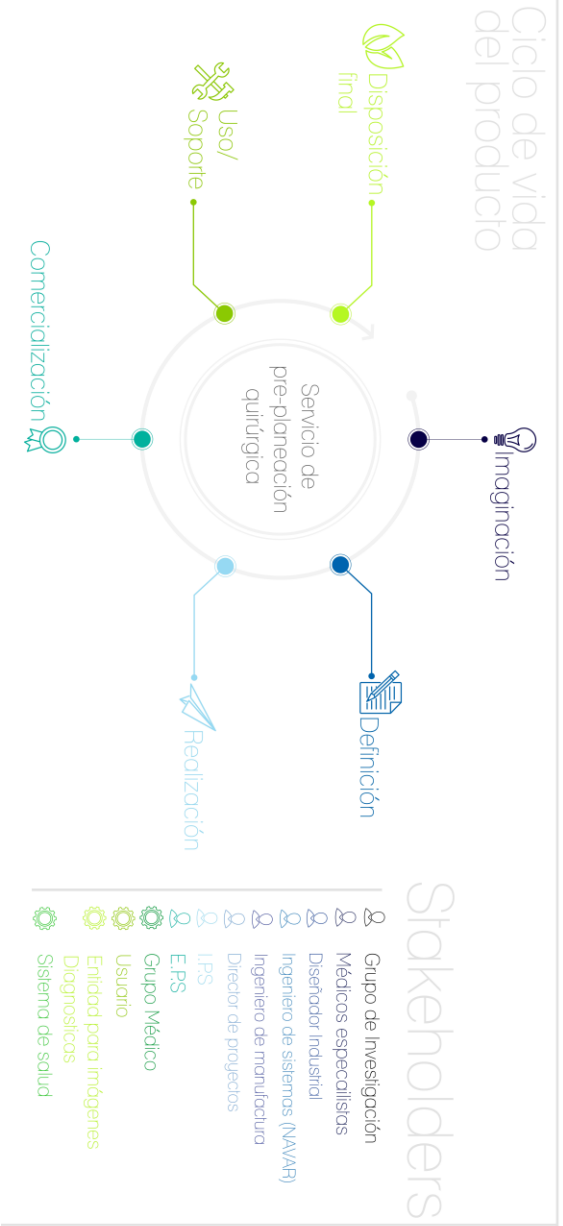
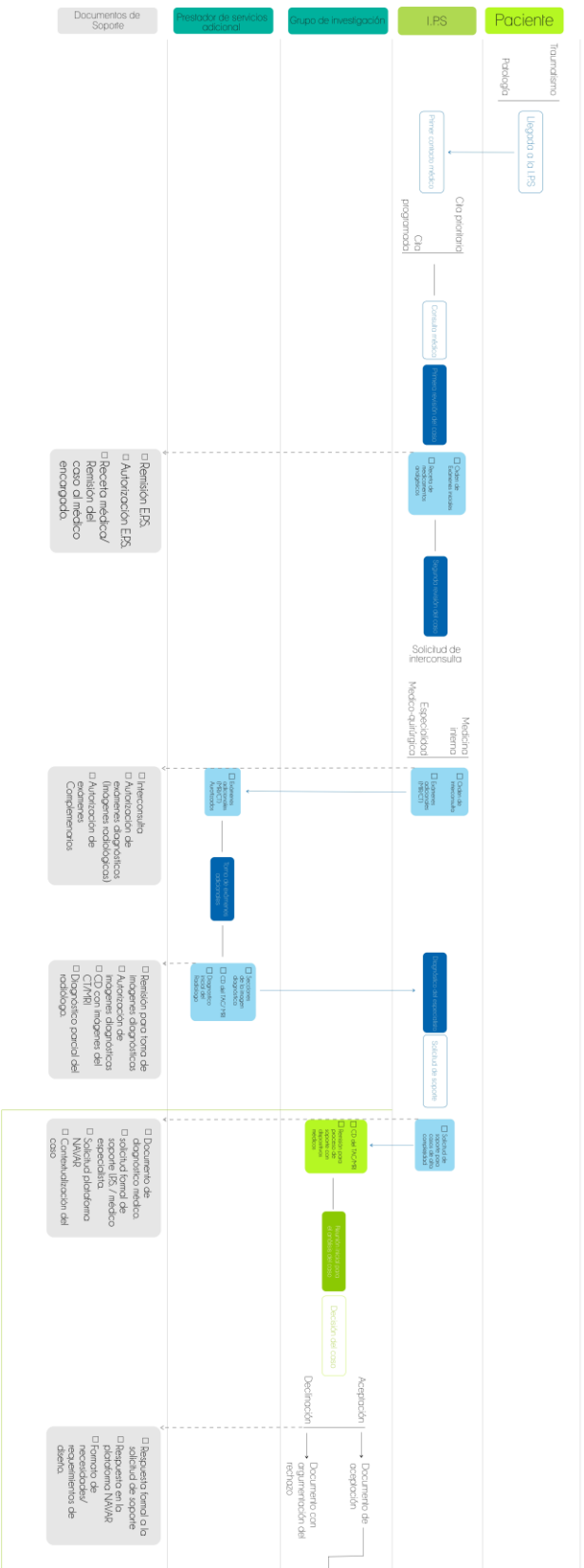
- En este encuentro se le explicaron al especialista diversas oportunidades y aplicaciones de los dispositivos médicos a los procesos de pre-planeación quirúrgica, es clave resaltar que esta era la primera vez que el especialista evidenciaba la oportunidad de aplicar este tipo de dispositivos con productores colombianos.
- En esta entrevista el cirujano comentó que le ve mucho potencial a este tipo de desarrollos para casos de alta complejidad, donde se deben hacer correcciones de mordida complejas, corrección de crecimiento y demás procedimientos para lograr un adecuado posicionamiento del sistema masticatorio.
- Los dispositivos de soporte en toma de decisiones servirían para comunicarse entre especialidades quirúrgicas, especialmente cuando se realizan trabajos colaborativos con el área de cirugía plástica. Este tipo de elementos serían claves en casos complejos en cirugías reconstructivas donde se necesite rehabilitar la función de alguna región facial.
- Se evidencia la posibilidad de implementar este tipo de dispositivos a planeaciones complejas donde se comprometan complejos nerviosos, glándulas o irrigación sanguínea en zonas sensibles como lo es la región orbitaria del ojo.
- Las guías contribuyen a la planeación de manera conjunta, especialmente cuando se requiere de ortodoncia complementaria para ejecutar el procedimiento completo. Este tipo de dispositivos

---

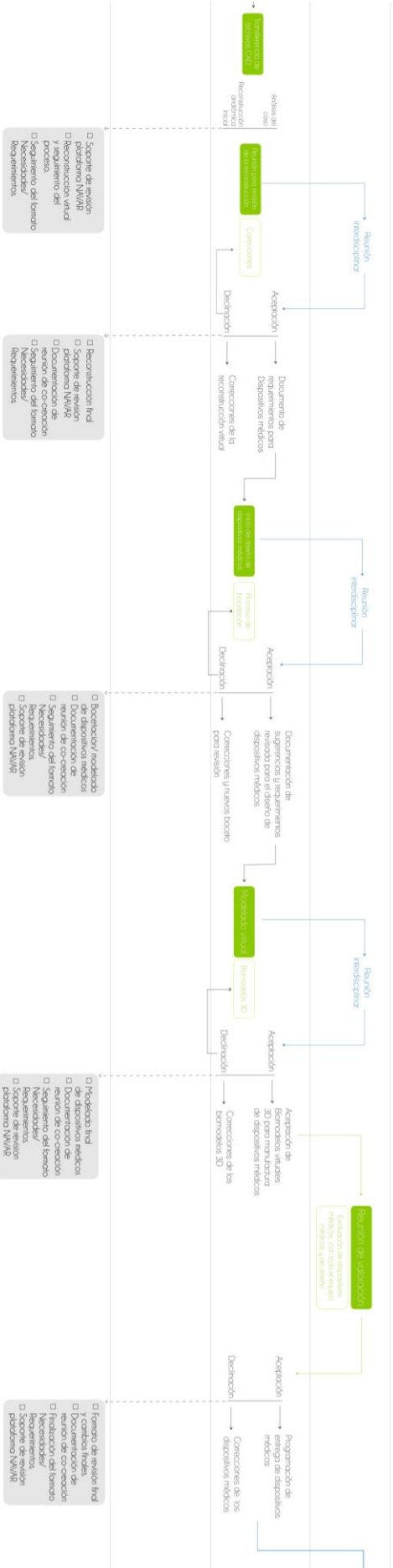
permitiría una planeación mediante modelos físicos basados no solamente con el exterior de la cavidad bucal, sino teniendo en cuenta toda complejidad de los dientes.

- El especialista identificó como clave este tipo de dispositivos para planear cirugías complejas de trauma, extracción de tumores que se encuentren ubicados en regiones complejas, reconstrucciones bucales y para toma de decisiones en tratamientos oncológicos.
  - En la entrevista, el cirujano menciona la oportunidad de usar los dispositivos implementados en casos de alta complejidad en cirugías para enseñanza a los siguientes cirujanos maxilofaciales procesos de planeación. Este tipo de desarrollos serían de gran ayuda a la estandarización de enseñanza respecto a la habilidad para toma de decisiones previas a la cirugía.
- 

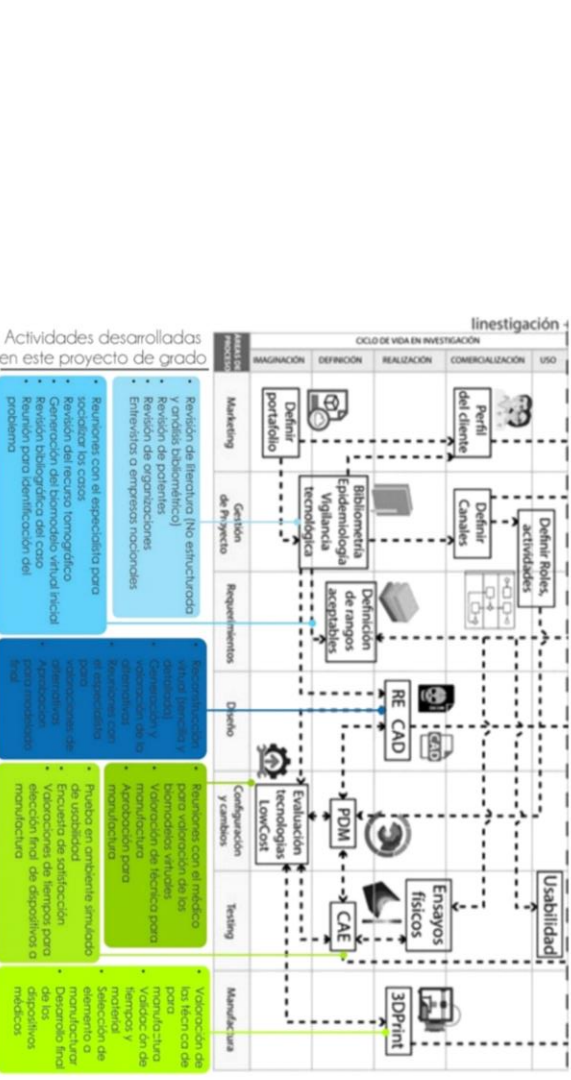
## **Apéndice 7. Flujo de procesos del servicio de pre-planeación quirúrgica**

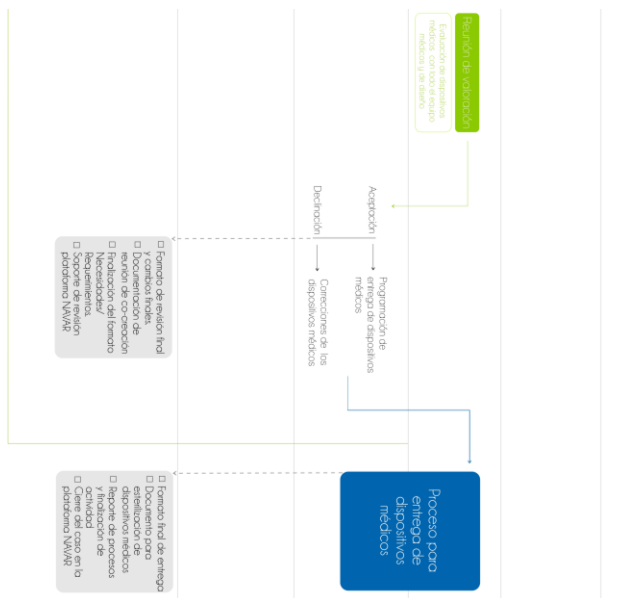


generalizado para el desarrollo de dispositivos medicos



Back del servicio





Anexo en PDF para mejor visualización.