

# **Co-exploración multidisciplinaria en la fase de prediseño de tecnologías de apoyo. Un caso de estudio**

**Christian David Quintero Guerrero**

Universidad de Caldas  
Facultad Artes y Humanidades, Departamento Diseño Visual  
Manizales, Colombia  
2021

# **Co-exploración multidisciplinaria en la fase de prediseño de tecnologías de apoyo. Un caso de estudio**

**Christian David Quintero Guerrero**

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Doctor en Diseño y Creación**

Director:  
Ph.D. Juan Diego Gallego Gómez

Grupo de Investigación:  
DICOVI Diseño y Cognición en Entornos Visuales y Virtuales  
Línea de Investigación:  
Diseño y Desarrollo de Productos Interactivos

Universidad de Caldas  
Facultad Artes y Humanidades, Departamento Diseño Visual  
Manizales, Colombia  
2021

## **Dedicatoria**

El esfuerzo y la dedicación de un camino de aprendizaje con aspectos favorables y desfavorables. El esfuerzo realizado dentro de este trabajo de investigación va principalmente dedicado a mis hijos por el apoyo y palabras de ánimo que permitieron seguir avanzando. A mis padres, por el apoyo a mi educación y por ser los que siempre estuvieron conmigo dando lectura a mis escritos.

De igual manera, quiero agradecer a mi asesor de tesis, compañeros de estudio, profesores y personal educativo que fueron los que me acompañaron en cada paso que di.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a todos aquellos que se involucraron en mi trabajo de investigación, al grupo de diseño por la paciencia u dedicación a lo largo del proyecto de investigación y a la institución educativa que me permitieron crear una aportación más a lo académico e investigativo.

## **Agradecimientos**

Esta tesis fue financiada de forma parcial por la Universidad Militar Nueva Granada, por medio de la comisión de estudios con descarga académica y apoyo económico.

## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo caracterizar la co-exploración multidisciplinaria en la fase de prediseño, la cual favorece la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para discapacidad motora, al establecer la forma como se construye el sentido colectivo centrado en siete participantes de diferentes disciplinas (medicina, psicología, ingeniería y diseño), el usuario, un interesado y el investigador. La metodología propuesta es de tipo cualitativo - interpretativo con perspectiva narrativa de tópicos, puesto que la intención es analizar el grado de interacción del grupo a través de un proceso de co-diseño. Para describir esas formas intersubjetivas en la toma de decisiones para la identificación de problemas de una persona en situación de discapacidad motora, se diseñó un estudio de tres etapas. La primera, recurrió a la recolección de datos por medio de sondas culturales para explorar cómo se relacionan los saberes y experiencias que se manifiestan en la fase de prediseño. En la segunda, se propuso situar esos saberes y experiencias hacia una construcción de sentido colectivo representado por ideas colectivas resultado de los espacios de co-diseño. Para la última etapa, se implementó un cuestionario con y para el grupo en donde los participantes interpretan las categorías de observación para definir los criterios de diseño que orienta la continuidad del proceso de co-diseño hacia el desarrollo de una tecnología de apoyo que satisfaga las necesidades identificadas desde la persona en situación de discapacidad motora. En tal sentido, una de las conclusiones que sobresale es el grado de contribución equivalente por cada participante en la identificación del problema de diseño, fundamentada por el proceso de co-exploración que se transformó desde un estado multidisciplinar a un estado interdisciplinar como grupo de diseño.

Palabras clave: Co-exploración, Multidisciplinario, Discapacidad, Sentido colectivo, Co-diseño.

## Abstract

This research aims to characterize a multidisciplinary co-exploration in the pre-design phase, which enhances decision-making in problem identification oriented to the development of assistive technologies for motor disabilities, establishing how the collective sense is constructed by seven participants from different disciplines (medicine, psychology, engineering and design), a user, a stakeholder and the researcher. The proposed methodology is qualitative-interpretative with a topical narrative perspective, since the intention is to analyze the degree of group interaction through a co-design process. A three-stage study was designed to describe these intersubjective forms in the decision-making process for the identification of problems of a person with motor disabilities. The first, resorted to data collection by means of cultural probes to explore how the knowledge and experiences that are manifested in the pre-design phase are related. In the second, it was proposed to map knowledge and experiences towards a construction of collective sense represented by collective ideas resulting from the co-design spaces. For the last stage, a survey was implemented with and for the group where the participants interpret the categories of observation to define the design criteria, which guides the continuity of the co-design process towards the development of an assistive technology that meets the needs identified from the person with motor disabilities. In conclusion, the degree of contribution is equivalent for each participant in the identification of the design problem, based on the process of co-exploration that was transformed from a multidisciplinary state to an interdisciplinary state as a design group.

Keywords: Co-exploration, Multidisciplinary, Disability, Collective sense, Co-design.

Tabla de contenido	
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción.....	12
Problemática.....	12
Planteamiento del problema.....	14
Objetivos de investigación.....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
Pregunta de investigación.....	17
Pregunta auxiliar.....	17
Hipótesis.....	17
Conceptos clave.....	17
1. Revisión de la literatura.....	19
1.1. Reconociendo la discapacidad.....	19
1.2. Hacia una accesibilidad tecnológica.....	22
1.3. La extensión del modelo biopsicosocial con tecnología.....	24
1.4. La experiencia como unidad holística.....	26
1.5. Diseño participativo para las tecnologías de apoyo.....	28
1.5.1. La práctica del co-diseño.....	29
1.5.2. Procesos de diseño vinculando usuarios.....	31
1.5.3. La co-exploración en el prediseño.....	33
1.6. Un enfoque multidisciplinar para la co-exploración.....	34
1.7. Enfoques de <i>-inter-</i> y <i>-trans-</i> disciplinar.....	36
1.8. Aproximaciones similares en la literatura.....	38
2. Metodología.....	41
2.1. Descripción del caso de estudio.....	42

2.1.1.	Participantes .....	44
2.1.2.	Área del conocimiento en medicina.....	44
2.1.3.	Área del conocimiento en psicología.....	45
2.1.4.	Área del conocimiento en ingeniería .....	45
2.1.5.	Área del conocimiento en diseño .....	45
2.1.6.	Interesado: Compañero de clase .....	45
2.1.7.	Persona-usuario.....	45
2.2.	Selección de caso de estudio.....	46
2.3.	Consideraciones éticas.....	47
2.3.1.	Procedimiento .....	47
2.4.	Diseño de la investigación .....	48
2.5.	Recolección de datos .....	49
2.6.	Análisis de datos.....	50
2.7.	Procedimiento.....	53
2.7.1.	Contextualizando .....	53
2.7.2.	Comprendiendo.....	65
2.7.3.	Matriz de auto-interacción estructural .....	83
2.7.4.	Matriz de alcanzabilidad .....	84
2.7.5.	Partición por niveles.....	86
2.7.6.	Grafo direccional.....	88
2.7.7.	Clasificación por sectores basado en MICMAC .....	89
2.7.8.	Interpretando.....	91
3.	Resultados .....	104
3.1.	Lineamientos metodológicos .....	104
3.1.1.	Lineamiento Reglas: el conflictos y toma de decisiones.....	105
3.1.2.	Lineamiento Sujeto: conformación de grupo multidisciplinar.....	106

3.1.3. Lineamiento Comunidad: personas-usuarios con discapacidad e interesados	107
3.1.4. Lineamiento División del trabajo: definición de roles .....	108
3.1.5. Lineamiento Artefacto mediador: sondas culturales .....	109
3.1.6. Lineamiento Objeto: sentido colectivo.....	111
3.1.7. Relaciones entre lineamientos.....	112
3.2. Hallazgos .....	113
4. Discusión.....	117
4.1. Las perspectivas parciales hacia la objetividad desde un conocimiento colectivo	118
4.2. Construcción de sentido colectivo a partir del diálogo de saberes.....	122
4.3. Procesos en la toma de decisiones desde la colectividad.....	125
4.4. Retos y dificultades.....	128
4.5. Perspectivas posteriores al prediseño .....	131
4.5.1. Reactivación de la mano no dominante .....	132
4.6. Abandono del prototipo en la mano dominante .....	133
4.7. Contribuciones del proyecto de investigación .....	135
4.8. Contribuciones como difusión del conocimiento .....	135
5. Conclusiones y futuras investigaciones .....	137
5.1. La construcción de sentido colectivo multidisciplinario .....	137
5.2. La definición colectiva interdisciplinaria de criterios de diseño .....	139
5.3. Invitación a futuras investigaciones.....	141
Referencias.....	143
ANEXOS .....	157

## Listado de tablas

<b>Tabla 1.</b> Definición de las etapas de co-diseño.....	42
<b>Tabla 2.</b> Etapas de recolección de datos.....	49
<b>Tabla 3.</b> Identificación de los categorías de observación.....	56
<b>Tabla 4.</b> La centralidad del grado ponderado.....	66
<b>Tabla 5.</b> La centralidad del grado ponderado como resultado de la distribución ponderada entre categorías fusionadas.....	72
<b>Tabla 6.</b> Categorías colectivas emergentes desde el grupo de diseño. ....	77
<b>Tabla 7.</b> La centralidad del grado ponderado final como resultado de la distribución ponderada en la segunda iteración obtenido por las categorías fusionadas.....	81
<b>Tabla 8.</b> Sociomatriz que representa los mensajes relacionados por el grupo de diseño, como resultado del proceso de construcción colectiva. ....	83
<b>Tabla 9.</b> Matriz de auto-interacción estructural.....	84
Tabla 10. Matriz de alcanzabilidad.....	86
Tabla 11. Partición por niveles.....	87
<b>Tabla 12.</b> Diseño de las preguntas abiertas asociadas a una categoría y dimensión.....	93
<b>Tabla 13.</b> Criterios de diseño desde la codificación abierta y axial.....	99
<b>Tabla 14.</b> Tabla cruzada de códigos por documentos.....	101
<b>Tabla 15.</b> Relación de informes de investigación como difusión del conocimiento.....	135

Listado de figuras

Figura 1. Esquema teórico y conceptual.....	37
Figura 2. Fases y etapas de co-diseño .....	42
Figura 3. Proceso de sonda .....	43
<b>Figura 4.</b> Diagrama de diseño de la investigación .....	49
<b>Figura 5.</b> Diagrama del proceso del modelo ISM.....	51
<b>Figura 6.</b> Diagramación de la sonda cultural para el espacio de co-diseño #1.....	54
<b>Figura 7.</b> Disposición del espacio de co-diseño #1.....	54
<b>Figura 8.</b> Datos obtenidos del espacio de co-diseño #1 .....	55
<b>Figura 9.</b> La representación de sistema complejo en un grafo a partir de las interpretaciones del grupo de diseño. ....	63
<b>Figura 10.</b> Subgrafo de categorías de observación con grado de influencia significativo. ....	67
<b>Figura 11.</b> Datos obtenidos del espacio de co-diseño #2 de los dos subgrupos con el identificador 1. ....	69
<b>Figura 12.</b> Datos obtenidos del espacio de co-diseño #2 de los dos subgrupos con el identificador 2, 3 y 4. ....	70
<b>Figura 13.</b> Diagrama del proceso de unificación entre las categorías de observación colectiva. ....	71
<b>Figura 14.</b> Grafo resultante de la primera iteración integrando las categorías colectivas. ....	73
<b>Figura 15.</b> Disposición del espacio de co-diseño #3.....	74
<b>Figura 16.</b> Diseño de la sonda cultural para el espacio de co-diseño #3. ....	74
<b>Figura 17.</b> Datos obtenidos del espacio de co-diseño #3 del subgrupos #1.....	75
<b>Figura 18.</b> Datos obtenidos del espacio de co-diseño #3 del subgrupos #2.....	76
<b>Figura 19.</b> Diagrama del proceso de integración y definición centradas en las categorías de observación colectiva del subgrupo #1 .....	78
<b>Figura 20.</b> Diagrama del proceso de integración y definición centradas en las categorías de observación colectiva del subgrupo #2 .....	79
<b>Figura 21.</b> Grafo final del proceso de construcción de sentido colectivo por medio de las categorías colectivas. ....	82
<b>Figura 22.</b> Grafo direccional de las categorías resultantes del proceso de co-exploración del grupo de diseño. ....	88
Figura 23. Modelo ISM final.....	88
<b>Figura 24.</b> Diagrama de influencia y dependencia de las categorías resultantes del proceso de co-exploración del grupo de diseño. ....	90

<b>Figura 25.</b> Red semántica con las categorías emergentes.....	98
<b>Figura 26.</b> Grados de contribuciones por códigos emergentes de los participantes. ....	102
<b>Figura 27.</b> Contribuciones de la persona-usuario por códigos emergentes. ....	103
<b>Figura 28.</b> Grado de contribución por participante con respecto a los códigos emergentes. ...	103
<b>Figura 29.</b> Esquema para la mediación de espacios de co-diseño .....	112
<b>Figura 30.</b> Implementación del espacio de co-diseño para la co-exploración desde un enfoque biopsicosocial tecnológico. ....	116
<b>Figura 31.</b> Esquema teórico y conceptual de los hallazgos.....	117
<b>Figura 32.</b> Ruta conceptual sobre los conocimientos situados del grupo de diseño. ....	119
<b>Figura 33.</b> Ruta conceptual en la co-exploración con un enfoque interdisciplinar. ....	124
<b>Figura 34.</b> Ruta conceptual en la definición de criterios de diseño. ....	128
<b>Figura 35.</b> Ruta conceptual sobre el proceso de construcción de sentido colectivo.....	130
<b>Figura 36.</b> Ruta conceptual en el co-diseño de la tecnología de apoyo.....	131
<b>Figura 37.</b> Muestra prototipo tipo órtesis para mano no dominante .....	132
<b>Figura 38.</b> Tecnologías de apoyo para las manos de la persona-usuario.....	134

# Introducción

## Problemática

En la actualidad, se observa que existen problemas en el diseño y desarrollo de tecnologías de apoyo, donde una de las principales causas es su abandono, o el no uso de estas (Federici et al., 2016; Howard et al., 2020; Larsson Ranada & Lidström, 2019; Phillips & Zhao, 1993; Riemer-Reiss & Wacker, 2000; Scherer, 2015; Wittich et al., 2021). Esta problemática es presentada como resultado de investigaciones realizadas en Estados Unidos e Italia. Por lo anterior, en Estados Unidos evidencian que el 29.3% de las tecnologías de apoyo han sido abandonadas, el reporte indica que los tipos de tecnologías que mayores tasas de abandono tiene son: sillas de ruedas, bastones, sillas para baño, caminadores y palancas de largo alcance. Así mismo, identifica como principales causas elementos socioculturales, las experiencias de vida y significado personal (Larsson Ranada & Lidström, 2019; Phillips & Zhao, 1993).

Esto demuestra un conflicto entre los usuarios y las tecnologías de apoyo debido a que las personas perciben una imposición tecnológica, puesto que no se considera su contexto en situación de discapacidad (Federici et al., 2016; Larsson Ranada & Lidström, 2019; Luborsky, 1993; Phillips & Zhao, 1993). En la misma línea, otra investigación en Italia indica que el abandono de las tecnologías de apoyo es del 17.9%, además, la muestra poblacional manifestó que no están utilizando las tecnologías de apoyo que en algún momento habían adquirido. Cabe agregar que un 40% de este grupo mencionó que nunca habían utilizado las tecnologías adquiridas. Así pues, sugieren involucrar a las personas desde sus necesidades e intereses para el diseño de las diferentes tecnologías de apoyo (Federici et al., 2016).

En este marco de la problemática en el contexto colombiano, en la revisión de literatura no se encontraron soportes científicos e información relevante que aporte de manera significativa, que aborde el uso o abandono de tecnologías de apoyo y que permita conocer el estado actual del país. En ese mismo sentido, existe un vacío importante a subsanar mediante la exploración y diagnóstico de cómo se encuentra el país en esta temática.

Sin embargo, se han realizado investigaciones que presentan factores asociados con la provisión de tecnologías de apoyo para personas con discapacidad motora en la ciudad de Bogotá (Rios, Miguel, Guarín y Caycedo, 2014). El estudio presenta diferentes tipos de tecnología de apoyo como: silla de ruedas, tecnología de apoyo para caminar (bastón, caminador y muletas), órtesis y prótesis (en extremidades superiores e inferiores) y realiza una clasificación de factores para el acceso a estos tipos de tecnología, lo cual está relacionado con la edad de la persona, el estrato socioeconómico, la zona donde reside y si la persona dispone o no de un

cuidador. Así mismo, los resultados presentan que la silla de ruedas es la tecnología de apoyo que más se provee a las personas con un 41.5%, y estas fueron entregadas por entidades asociadas al Estado.

Lo anterior implica un cambio de perspectiva, que no solo pretenda buscar el desarrollo de un dispositivo que únicamente brinde accesibilidad o apoyo, sino que proyecte una respuesta que potencialice las capacidades individuales de las personas. Esta respuesta debería enfocarse en las necesidades e intereses de las personas en situación de discapacidad. Ahora bien, los participantes deberán tener un compromiso hacia la participación e integrar sus propios aportes, de modo que se reconozca la experiencia de vida de las personas como un elemento fundamental en el desarrollo de tecnologías de apoyo.

Por otra parte, están las instituciones internacionales que perciben la discapacidad desde un ámbito global, como la Organización Mundial de la Salud -OMS- que estableció una iniciativa global, denominada Cooperación Global en Tecnologías de Apoyo o en sus siglas en inglés -GATE-. La OMS indicó que para el año 2018, más de 1 billón de personas en el mundo requieren de tecnologías de apoyo para los diferentes tipos de discapacidad, pero solo 1 de cada 10 personas tienen acceso a los productos que necesitan. Por ejemplo, en muchos países de ingresos bajos y medios, sólo el 5% y un 15% de las personas tienen acceso a algún tipo de tecnología de apoyo (World Health Organization, 2011), es por esto que se espera que para el año 2030 se incremente en un 200% la necesidad de adquirir este tipo de tecnologías. Con referencia a lo anterior, el problema del bajo porcentaje de acceso a la tecnología de apoyo lo presentan en tres factores: 1. Altos costos de los productos; 2. Falta de recurso humano cualificado; 3. Falta de políticas y estándares (World Health Organization, 2018).

En Colombia, se implementó el registro para la localización y caracterización de las personas con discapacidad, como una herramienta para registrar y analizar los datos que puedan ayudar a entender aspectos de la discapacidad desde un contexto país. En el año 2020, la población en situación de discapacidad en Colombia es del 3.22%, donde algunas regiones como Bogotá, Valle del Cauca y Antioquia presentan el mayor número de personas con limitaciones permanentes, y Cauca, Nariño y Boyacá con la más alta proporción de población con algún tipo de limitación visual, auditiva, motora o cognitiva (Sistema Integrado de Información de la Protección Social – SISPRO, 2020). Por las consideraciones de la OMS descritas anteriormente, en Colombia entre 0,16% y el 0,48% de la población en situación de discapacidad tiene acceso a algún tipo de tecnología de apoyo, lo cual indica que en el país es necesario establecer estrategias para aumentar y garantizar el acceso a estas tecnologías para personas que lo requieran.

Finalmente, desde una perspectiva social se ha mantenido una problemática hacia la discriminación, estigma y marginación de las personas en situación de discapacidad. En ese sentido, el término discapacidad lleva a pensar en enfermedad, limitación, carencia, minusvalía, o en el mejor de los casos, en un grupo social diferente al propio (Rodríguez Díaz & Ferreira, 2010; Velarde Lizama, 2016). En consecuencia, los estudios en discapacidad declaran la participación igualitaria en las actividades culturales, laborales y políticas como cualquier persona con derechos, con el fin de mitigar los prejuicios sociales. Así mismo, una integración a la sociedad por medio de sus capacidades en el desarrollo de actividades sociales (Maldonado, 2005).

Lo anterior, ha evidenciado un avance en la búsqueda de un trato y condiciones igualitarias para la población con discapacidad, no obstante, aún faltan dar pasos importantes para romper imaginarios que han generado en la sociedad la discriminación o la marginación. La reflexión de la discapacidad detrás del estigma permite evidenciar aspectos determinantes para el estudio de factores de la discapacidad desde la experiencia individual; así mismo, el enfoque social de la discapacidad permite un análisis en pro de cambios de vida, desde las diferentes corporeidades y aspectos de participación para identificar capacidades que aporten en actividades integrales en sociedad (Fine & Asch, 1988). De forma similar, la colaboración de diferentes dominios disciplinares en salud, ingeniería y diseño desde un aporte colectivo, permitirá fortalecer los aspectos de participación mediante la identificación y potencialización de las capacidades de las personas en situación de discapacidad hacia las actividades integrales en sociedad.

Por consideraciones presentadas anteriormente, la intermediación del diseño aporta una co-exploración de tecnologías de apoyo para discapacidad motora desde un enfoque biopsicosocial tecnológico.

## **Planteamiento del problema**

Partiendo de la responsabilidad social y moral por parte del diseño y la ingeniería, estos dominios deben convertirse en una herramienta innovadora, altamente creativa e interdisciplinar que responda a las verdaderas necesidades humanas. De hecho, el diseño de productos debe ubicar un propósito específico que permita satisfacer dichas necesidades, evitando así, según Papanek (1985) el diseño de productos irresponsables que son masificados comercialmente y de los cuales los responsables directos son los diseñadores e ingenieros.

En ese sentido, el planteamiento del problema pretende esbozar el alcance del diseño para el desarrollo, de manera que pueda abordar las necesidades e intereses de las personas para diseñar productos significativos (Margolin, 2007), y en consecuencia, evitar una imposición

tecnológica y una obsolescencia temprana de productos. En términos de Papanek (1985), se trata de dejar de ensuciar la propia tierra con objetos y estructuras mal diseñadas.

Por los planteamientos anteriormente expuestos y un trabajo previo de revisión de literatura (Quintero, 2020), se puede considerar que este enfoque exige una mayor comprensión de las personas que practican el diseño, así como la comprensión del proceso de diseño por parte de las personas involucradas y que responda realmente a sus necesidades, por medio de una contribución de ideas como un aporte desde su conocimiento tácito. En este sentido, es posible afirmar que las personas en situación de discapacidad también tienen la posibilidad de ejercer procesos de diseño tanto, como cualquier ser humano. Sin embargo, en algunas ocasiones esta característica no se reconoce, puesto que las personas en situación de discapacidad continuamente han sido receptoras del diseño, lo cual opaca sus voces desde sus propias necesidades e intereses de acuerdo con su propio contexto, e incentiva a prácticas de poder que se construyen a partir de una relación asimétrica de sujeto-objeto, en donde el sujeto es el diseñador o ingeniero como experto y el objeto es la persona en situación con discapacidad. Estas prácticas contribuyen a dar poca visibilidad a las personas y desconocer su rol como sujetos de derecho, que pueden participar de manera significativa de los procesos desde su experiencia de vida como diseñadores difusos (Manzini, 2015a).

Ante la situación planteada, el problema se extiende cuando a las prácticas de diseño se incorporan otras disciplinas como expertos temáticos. En la literatura, algunos resultados de investigación entrelazan la condición multidisciplinar con procesos inter o transdisciplinarios como un atributo *per se* de los equipos de diseño, pero no presentan información de cómo se realizan las prácticas participativas de diseño. La presencia de múltiples disciplinas y perspectivas puede influir de forma central en el diseño, pues cada disciplina aporta diferentes formas de afrontar el problema basadas en la experiencia y el dominio específico. Además, cada disciplina tiene un lenguaje técnico con términos que son diferentes a las otras, pero en algunas ocasiones se utilizan los mismos términos con diferentes significados o de forma contraria (Mosleh & Larsen, 2020; D. A. Norman & Stappers, 2015). Es posible que estas diferencias afecten en el funcionamiento del proceso de diseño debido a que pueden interrumpir la colaboración entre los participantes. Por lo tanto, se puede considerar un problema de acción comunicativa cuando se transfiere un mensaje entre disciplinas.

De forma similar, el enfoque participativo del modelo biopsicosocial establece una posición de transformación y cambio desde la reflexión, mediante las características y funcionalidad, teniendo en cuenta la persona y su contexto ambiental. Este modelo promueve una transformación de los modelos médico y social e integra conceptos como la visibilización de

las necesidades de las personas que también son consideradas por Margolin & Margolin (2002) desde el modelo social.

Lo anterior, permite que el aporte se sustente desde una construcción social para el bienestar de la población con discapacidad. Al respecto, la apropiación de este modelo en Colombia por medio del Ministerio de Salud y Protección Social, valida las características de lo Biológico, Psicológico y Social en un enfoque integral para las personas en situación de discapacidad (Imrie, 2004; Ministerio de Salud y Protección Social, 2020). Por otra parte, este enfoque debe ser complementado con la conformación de equipos interdisciplinarios para brindar una mejor atención y responder a las necesidades de las personas (Ahmadvand et al., 2018). Ahora bien, la vinculación de un componente tecnológico desde un campo disciplinar distinto, requiere de complejas interacciones en busca de soluciones tecnológicas entre los aspectos biopsicosocial y tecnológico.

En ese sentido, la interrelación de estos componentes permite dar alcance al enfoque biopsicosocial tecnológico, sin embargo, se deben articular las personas que actúan dentro del núcleo social, así como caracterizar las necesidades de la persona y su contexto próximo familiar. La tecnología apoya funciones y sistemas biológicos por medio de factores personales e interacciones sociales y participativas, por lo tanto, la elección de usar, evitar, rechazar o abandonar una tecnología tiene implicaciones para todos los elementos del modelo biopsicosocial (Scherer, 2020). Del mismo modo, en las asociaciones entre médico-paciente, los pacientes remotos enfatizaron que el cambio debe ser más cultural que tecnológico, puesto que la tecnología actual ya permite establecer los primeros pasos en la respuesta a necesidades, pero se requiere un cambio de actitud por parte de todos los interesados (Meskó et al., 2019).

## **Objetivos de investigación**

### **Objetivo general**

Caracterizar la co-exploración multidisciplinaria en la fase de prediseño que favorece la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para discapacidad motora.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar el grado de contribución en la toma de decisiones por medio de la co-exploración de la persona en situación de discapacidad vinculada al caso de estudio.

2. Establecer el grado de interacción del grupo multidisciplinar desde prácticas de co-diseño en la fase de prediseño para la identificación del problema del caso de estudio.
3. Describir los procesos en la toma de decisiones del grupo multidisciplinar que derivan de los espacios de diálogo entre el grupo de diseño.

## **Pregunta de investigación**

En el marco de las consideraciones anteriores, se busca sentar una base para responder a la problemática con la pregunta ¿Cómo la co-exploración multidisciplinaria en la fase de prediseño favorece la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para un caso de estudio?

### **Pregunta auxiliar**

¿Cómo un grupo multidisciplinario desde el diseño participativo en la fase de prediseño construye sentido colectivo en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para un caso de estudio?

### **Hipótesis**

Probablemente la co-exploración multidisciplinaria favorece la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para discapacidad motora.

La co-exploración multidisciplinaria tiene el potencial para transformar grupos de trabajo multidisciplinarios en equipos interdisciplinarios.

Probablemente la construcción de sentido colectivo en la fase de prediseño potencializa las prácticas de co-exploración multidisciplinaria para el desarrollo de tecnologías de apoyo para discapacidad motora.

## **Conceptos clave**

**Tecnologías de apoyo:** cualquier artículo, equipo o producto, que sea adquirido comercialmente, modificado o personalizado, que se utiliza para aumentar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de las personas con discapacidad. De forma similar, otra notación lo establece en la literatura como tecnologías asistidas (Agree & Freedman, 2003; Salcedo, 2006).

**Discapacidad:** el término significa una deficiencia física, mental o sensorial, ya sea de naturaleza permanente o temporal, que limita la capacidad de ejercer una o más actividades esenciales de la vida diaria, que puede ser causada o agravada por el entorno económico y social. (Ley 762 de 2002). En términos de la OMS, la discapacidad se refiere

a las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales. Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive (World Health Organization, 2018).

**Discapacidad motora:** se puede definir como la dificultad que presentan algunas personas para participar en actividades propias de la vida cotidiana, que surge como consecuencia de la interacción entre una dificultad específica para manipular objetos o acceder a diferentes espacios, lugares y actividades que realizan todas las personas, y las barreras presentes en el contexto en el que se desenvuelven.

**Multidisciplinariedad:** conjunto de disciplinas que trabajan simultáneamente, sin tener en cuenta las relaciones que puedan existir entre ellas. Este tipo presenta un solo nivel, con múltiples objetivos para cada disciplina e independientes entre sí. Los grupos multidisciplinarios realizan sus análisis por separado, obteniendo como resultado varios informes sin una coherencia integradora como grupo (Max-Neef, 2005; Tamayo y Tamayo, 2011).

**Modelo biopsicosocial:** hace énfasis en las causas y los resultados de las condiciones de salud y enfermedad que deben ser considerados junto con los factores biológicos, psicológicos y sociales, desempeñan roles hacia la actividad humana en el contexto de una enfermedad o discapacidad (Engel, 1977).

**Co-diseño:** se refiere a un proceso que implica tanto a los expertos temáticos como a los usuarios de productos o servicios en su desarrollo. Esto permite la integración de la investigación generativa o exploratoria, la cual ayuda a definir el problema que requiere abordar e implementar soluciones de diseño (Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008).

**Prediseño:** Fase temprana del proceso de co-diseño que describe actividades que se llevan a cabo para informar e inspirar la exploración que permite identificar problemas (Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008).

**Co:** El prefijo "co" que está asociado al co-diseño y la co-exploración indica una naturaleza colaborativa, cooperativa, colectiva o conectiva de un compromiso con el diseño (Zamenopoulos & Katerina, 2018).

# 1. Revisión de la literatura

Este capítulo presenta un recorrido teórico necesario para abordar esta investigación desde los componentes principales enmarcados en reconocer y entender los enfoques en discapacidad, seguido de un aspecto tecnológico con relación a la accesibilidad. Posteriormente, se desarrolla un enfoque del modelo biopsicosocial con tecnología como base teórica desde un aspecto social y tecnológico para la investigación. Por otra parte, se presentan dos enfoques desde los estudios en diseño y creación que permiten establecer teorías y prácticas para el abordaje de la investigación. De forma temprana, se abordó el enfoque de diseño experiencial identificando un componente holístico predominante para el desarrollo de los procesos de diseño. Además, el proceso hace un énfasis en la significación del producto desde una apropiación de uso mediante la satisfacción de necesidades específicas identificadas en un contexto real de los usuarios.

El segundo enfoque, se orienta desde el diseño participativo en coherencia con el modelo biopsicosocial con tecnología que requiere la vinculación de un grupo multidisciplinar en los procesos de diseño. Además, el diseño participativo relaciona componentes holísticos, particularmente por el proceso de co-diseño, el cual establece etapas para su desarrollo. Por consiguiente, esta investigación se sitúa en la fase temprana del proceso denominada prediseño que describe un conjunto de actividades que se llevan a cabo para informar e inspirar la exploración en la identificación de problemas. En tal sentido, las actividades se establecen por medio del diseño de sondas (Gaver et al., 1999; Mattelmäki, 2006; E. B. N. Sanders & Stappers, 2014) para el proceso de co-exploración. Lo anterior, permite establecer los constructos teóricos y procesos de diseño.

## 1.1. Reconociendo la discapacidad

En la actualidad, diferentes escenarios presentan posturas con relación a la discapacidad. Se evidencia cómo a partir de una perspectiva social, en las comunidades, grupos minoritarios, políticos, académicos e investigativos, buscan identificar situaciones problemáticas mediante una visión de mejora de la calidad de vida en el desarrollo de actividades cotidianas, así como campos de acción hacia las prácticas en un entorno real. Las personas en situación de discapacidad buscan actividades que las ocupen por medio de nuevas experiencias en aspectos laborales, deportivos o incluso en su mismo hogar. Es complejo pensar o imaginar lo que las personas puedan llegar a necesitar o cuáles puedan ser sus motivaciones, lo que conlleva a un concepto subjetivo en el que cada ser humano toma decisiones con base en su entorno próximo (Campbell & Moyers, 1991, p. 13; Deci & Ryan, 2000; Press & Cooper, 2003, p. 13; Ryan & Deci, 2000).

En ese orden de las ideas, Press y Cooper (2003, p. 13) proponen un proceso de diseño donde las personas se involucran en torno a una metodología participativa, la cual vincula un conocimiento a partir de experiencias de vida. Así, describen aspectos que orientan el significado de la cultura por medio de tres componentes: el primero, lo denominan la ecología desde un contexto social y cultural en un entorno próximo, que permite analizar cómo es el entorno de productos y servicios que posee una persona o una comunidad y el uso del mismo; el segundo, es desde una estructura social a partir de su calidad de vida y necesidades cotidianas, que analiza sus creencias desde lo religioso y político hacia un significado de las ideas de las personas; y tercero, la ideología que se refiere a la creencia o idea que tiene la persona sobre sus derechos, responsabilidades y deberes desde una interpretación autónoma, que proviene de aspectos éticos, de valores y aspiraciones que se sitúan en la identidad propia hacia la cultura.

En el marco anterior, se estable una relación con las poblaciones con discapacidad para determinar un significado de cultura que oriente las diferentes aproximaciones y resignificaciones históricas. Así mismo, se buscó establecer un enfoque desde los estudios de discapacidad por medio de los diferentes acercamientos que la definen. Por lo tanto, se parte de la base etimológica de la palabra “discapacidad” que supone la falta de capacidad de una persona, pero de esta forma es reconocida desde la literatura. El término discapacidad lleva a pensar en enfermedad, limitación, carencia, minusvalía, o en un grupo social diferente al propio. En tal sentido, se propicia una concepción social, un imaginario que incita a la discriminación, estigma y una marginación (Rodríguez Díaz & Ferreira, 2010; Tsatsou, 2020; Velarde Lizama, 2016). En respuesta a esta definición de *discapacidad*, las organizaciones públicas y privadas de orden académico y político han buscado mecanismos que protejan y permitan la igualdad de condiciones para las personas en situación de discapacidad.

Es el caso de la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el 2006, en la que se establecieron ocho principios generales, entre los cuales se resalta el de la no discriminación y la accesibilidad, sobre el cual, los Estados firmantes deben garantizar que bajo su normatividad se procure el cumplimiento de este, así mismo, define la accesibilidad como una de las herramientas para brindar igualdad de condiciones, entre ellas, la vida en familia e integridad personal (Naciones Unidas Asamblea, 2006; Silveira-Maia et al., 2019).

Así mismo, la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos del año 2005 establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, vincula la bioética con los derechos humanos, estableciendo así un conjunto de

principios universales en dirección a los problemas éticos que están enmarcados en investigaciones de ciencia y tecnología (Santi, 2015).

La discapacidad se puede clasificar en cuatro tipos: motora, sensorial, intelectual y psíquica. La discapacidad motora o física se presenta por una alteración en el sistema nervioso, muscular, y/o óseo-articular, la cual dificulta o imposibilita la movilidad funcional de una o varias partes del cuerpo; la discapacidad sensorial se presenta debido a la afectación de uno o varios de los sentidos, esto puede mostrar una disminución de la información que recogen esos sentidos dentro de un contexto natural; la discapacidad intelectual o cognitiva es aquella relacionada con el procesamiento de la información: atención, percepción, memoria, resolución de problemas y comprensión, entre otros; la discapacidad psíquica se presenta en alteraciones en la conducta de una persona, éstas son derivadas de trastornos mentales como la depresión, la esquizofrenia, el trastorno bipolar, trastornos de personalidad (Jiménez Lara, 2007).

Profundizando en la discapacidad motora, esta puede ser calificada de forma permanente o temporal en la funcionalidad del sistema motor. En la terminología médica se conoce como trauma raquímedular -TRM- o lesión medular, esta notación se da al grupo de distintas lesiones en la estructura de la columna vertebral en cualquiera de sus distintos niveles. Ahora bien, la mayoría de las personas con TRM se vieron afectados como consecuencia de accidentes de tránsito o laborales (García et al., 2007). Adicionalmente, un TRM puede presentar alteraciones de tipo sensitivo-motor completo en más de tres segmentos medulares, y por debajo del nivel de la lesión cervical (Waters et al., 1991). En los miembros superiores, el déficit se distribuye según la extensión de la lesión.

Así mismo, un TRM se establece en dos niveles: completa e incompleta. En cuanto a la completa, según estudios a partir de una caracterización media de pacientes que presentan este tipo de lesión, se evidencia un predominio de lesiones completas con un 75,4%, de las cuales el 61,8% afectan a las extremidades inferiores (paraplejía), y el 13,6% son tetraplejías con afectación de las cuatro extremidades. Mientras que en las lesiones incompletas con el 24,6% de afectación en las extremidades inferiores (paraparesia, 15,3%) y al 9,3% de tetraparesia, lesión que afecta a las cuatro extremidades (Ruiz & Díaz, 2003, p. 184).

Continuando sobre la base de los procesos de resignificación, en las últimas dos décadas han emergido nuevos modelos en discapacidad. Por ejemplo, desde la dualidad entre el modelo médico y el social (Velarde Lizama, 2016) surge el modelo biopsicosocial (Burkhardt, 2014; Engel, 1977), que tiene por objeto integrar y destacar la importancia de tres dominios que influyen en el crecimiento y el desarrollo humano, a saber: primero, los factores biológicos enfocados en los estados de la salud; segundo, los factores psicológicos que incluyen la mente, las emociones y

la personalidad; y tercero, los factores sociales que incluyen las interacciones interpersonales que implican el contexto próximo, además, las actividades que vinculan a las personas en la sociedad.

En tal sentido, desde el dominio de la medicina se elaboró un documento que clasifica los funcionamientos de la discapacidad por medio de estados de salud. Este documento publicado por la Organización Mundial de la Salud -OMS- se denomina Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud -CIF- (Castaneda, 2018; OMS, 2001) que proporciona un lenguaje unificado y estandarizado dentro de un componente conceptual hacia la descripción de la salud y los estados relacionados con la misma. Aunque el modelo biopsicosocial tiene una relación con los propósitos de la CIF, no se puede inferir que sean los mismos como lo mencionan Pérez Dalmeda y Chhabra (2019) en el seguimiento histórico que realizan del concepto de discapacidad, debido a que no desarrolla el concepto del modelo biopsicosocial, sino que solo atribuye la CIF como un proponente del modelo.

El modelo biopsicosocial tiene un enfoque para el desarrollo humano de no discriminación, lo cual permite una integración social para y desde la sociedad (Barbosa Ardila et al., 2020; Burkhardt, 2014). En tal sentido, otros enfoques emergen como la planeación centrada en la persona, el cual hace énfasis en la discapacidad intelectual o cognitiva de esta (Claes et al., 2010; Lyle O'Brien et al., 1997). El objetivo se centra en el individuo desde un punto de vista relacional con su entorno, es decir, que vincula a la familia, cuidadores o personas en su entorno próximo como una red social (Mansell & Beadle-Brown, 2004).

En conclusión, se establecen procesos de resignificación en la discapacidad en una posición de transformación de pensamiento desde la reflexión, mediante las características y funcionalidad que poseen las personas y su contexto próximo. En tal sentido, esta revisión visibiliza el modelo biopsicosocial que constituye una alternativa que resignifique lo que se entiende por discapacidad con aportes conceptuales de los modelos médico y social. Esto permite un aporte desde una construcción social para la persona en situación de discapacidad.

## **1.2. Hacia una accesibilidad tecnológica**

En el año de 1950, el acercamiento conceptual sobre la accesibilidad desde un enfoque a través del diseño (Bixler, 2010; Schwarzkopf, 2013) permitió la vinculación de procesos de reflexión en torno a la accesibilidad. En tal sentido, las investigaciones que orientan procesos a través del diseño tienen como propósito mejorar las prácticas, y en consecuencia la satisfacción de los usuarios (Findeli et al., 2008), las cuales promueven el uso de productos y servicios. Por tanto, se presentan tres tipos de diseño accesible (Persson et al., 2015; Story, 1998): 1) el diseño universal -DU-, 2) diseño adaptable y 3) diseño transgeneracional. En primer lugar, en el enfoque

del DU se integran las consideraciones de la accesibilidad desde el inicio del proceso de diseño, mediante pautas y principios en el desarrollo de objetos y espacios para cualquier persona (Burgstahler, 2009).

En este contexto, la tecnología cumple un papel importante en el apoyo a las personas en situación de discapacidad, ya que tiene como propósito brindar mejoras en la capacidad para realizar actividades que puedan ser difíciles o imposibles de ejecutar. En segundo lugar, el enfoque que orienta el diseño adaptable se puede identificar como las modificaciones que se realizan a un diseño estándar para que sea utilizable por una persona o grupo en particular según las necesidades (Story, 1998). Algunas características del diseño adaptable pueden ser reconocidas como añadiduras al diseño que requieren de un gasto adicional, sin embargo, en algunas ocasiones pueden llegar a ser estigmatizantes. En tercer lugar, el diseño transgeneracional, también conocido como diseño de vida, es un diseño que tiene en cuenta los cambios que se producen en las personas a medida que envejecen (PirkI, 1994).

De acuerdo con la clasificación anterior, la atención se debería enfocar en las necesidades e intereses que permitan mejorar las capacidades de las personas en situación de discapacidad a través de la tecnología. Al respecto, Nasr (2016) presenta resultados de una investigación implementando métodos cualitativos y con un enfoque de diseño centrado en el usuario para la recolección de datos por medio de sondas culturales y entrevistas. Esto permitió identificar la tecnología de rehabilitación en el hogar para personas en situación de discapacidad.

Las personas con algún tipo de discapacidad experimentan un nivel de pérdida de capacidad funcional o cognitiva. Los niveles se pueden considerar como la pérdida de capacidad moderada o severa (Benktzon, 1993) y esto dependerá de la valoración por expertos en salud. Por lo tanto, es apropiado identificar el tipo de nivel de discapacidad con la finalidad de analizar la tecnología de apoyo (Scherer, 2015) que resulte más adecuada. Así mismo, el diseño para la tecnología requiere una comprensión de la variación de la capacidad en la población y de cómo esta afecta la interacción con los productos y servicios.

Diferentes tipos de tecnología de apoyo brindan soluciones teniendo en cuenta el nivel de discapacidad de las personas, estos tipos pueden ser desarrollados con baja tecnología – mecánica – y alta tecnología – electromecánica o computarizada – para productos y servicios. Estos podrán compensar pérdidas sensoriales y funcionales de las personas (Scherer, 1996; Scherer & Lane, 1997). Cabe señalar, que la tecnología es una mediación para disminuir las restricciones de los funcionamientos corporales o cognitivos. En ese mismo sentido, se encuentra que dichas tecnologías permiten potenciar las capacidades de las personas en situación de discapacidad.

Por otra parte, se identifican otro tipo de tecnologías que se ubican en el campo de la salud como son los dispositivos médicos, estos se definen según la Organización Internacional de Estandarización (siglas en inglés -ISO-) mediante la referencia ISO 13485 (ISO, 2016) como un producto, instrumento, máquina, implante o un reactivo in vitro destinado a ser utilizado en el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de enfermedades u otras condiciones médicas. Ahora bien, los dispositivos médicos se enmarcan de forma general en el campo médico a diferencia de las tecnologías de apoyo que son relacionadas con la población en situación de discapacidad.

Las tecnologías de apoyo y accesibles deben tener características que se complementen entre sí, ya que el enfoque tecnológico debe ser considerado como una herramienta que facilite las actividades cotidianas de las personas en situación de discapacidad. Además, las formas de acceso deben garantizarse teniendo en cuenta la complejidad del desarrollo tecnológico. En consecuencia, los diseños deben ser flexibles en cuanto a la adaptación y solución de un producto para las personas.

En ese orden de ideas, se han realizado investigaciones basadas en estudios de caso como el llevado a cabo en Sierra Leona. Al respecto, Jones y Pal (2015) a través de una investigación etnográfica contextualizan cómo el postconflicto ubica a la población con discapacidad en Sierra Leona, para esto indican tres criterios en el análisis. El primero son las actitudes negativas, la estigmatización y las barreras hacia el acceso laboral, educativo y político por parte de la sociedad (Tsatsou, 2020). En consecuencia, se deben proponer soluciones orientadas a la activación de la acción social, en las cuales, la sociedad asuma la responsabilidad de facilitar la participación de las personas en situación de discapacidad (Arnau Ripollés & Toboso Martín, 2008; Velarde Lizama, 2016).

El segundo, es un marco de trabajo que garantice la autonomía hacia la toma de decisiones para afrontar retos sociales y propios que son emergentes de manera cotidiana (P. Jones, 2018; Mattelmäki, 2008; Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008). El tercero, orientado a potenciar las capacidades de las personas en situación de discapacidad motora para mejorar el bienestar y mitigar la pobreza, como una alternativa de oportunidad laboral (Oosterlaken, 2009; Oosterlaken & Hoven, 2012).

### **1.3. La extensión del modelo biopsicosocial con tecnología**

A partir del modelo biopsicosocial emerge el enfoque desde la tecnología que permite extender este modelo. Tal es así que algunos autores lo denominan enfoque digital como un elemento que brinda soluciones y posibles efectos e interacciones de las tecnologías digitales para beneficio de la salud. Además, este enfoque involucra los procesos de evaluación, aceptabilidad, usabilidad y la satisfacción de las soluciones planteadas, permitiendo una

comprensión más profunda de su uso (Ahmadvand et al., 2018). En tal sentido, se observa la importancia de las tecnologías de apoyo como un amplificador de diversas capacidades en personas en situación de discapacidad que las han apropiado de manera positiva.

Retomando el caso de Jones y Pal (2015), allí presentaron la relación entre la tecnología y las personas en situación de discapacidad como un componente significativo para la apropiación tecnológica. Los autores consideran al teléfono móvil como un dispositivo de uso cotidiano que permite ampliar las capacidades de las personas. De forma similar, otra investigación tiene como caso de estudio una persona con apoplejía, el cual se centra en la mejora del bienestar de la persona y de su entorno próximo, para esto los procesos de transición de antes y después del colapso cerebral van desde la independencia a la dependencia en actividades. Sin embargo, el trabajo hace énfasis en la tecnología para potenciar la mejora de funciones, adaptaciones ambientales y variaciones en el funcionamiento humano.

El enfoque biopsicosocial tecnológico busca anticipar e interpretar el uso por medio de una validación prospectiva de las posibles soluciones que mejoren el bienestar o las condiciones de salud de las personas en situación de discapacidad, pero este enfoque debe ser complementado con la conformación de equipos interdisciplinarios para brindar una mejor atención y aliviar las necesidades de las personas (Ahmadvand et al., 2018). Esto requiere la vinculación de otras disciplinas en los procesos de desarrollo tecnológico, y tener en cuenta las complejas interacciones de comunicación entre los actores disciplinares sobre tecnologías, y los factores biológicos, psicológicos y sociales que componen el enfoque biopsicosocial.

La interrelación de estos componentes permite dar alcance al enfoque biopsicosocial tecnológico. Sin embargo, se deben considerar las personas que actúan en el núcleo social, y caracterizar las necesidades de la persona y su contexto próximo familiar. La tecnología apoya funciones y sistemas biológicos por medio de factores personales e interacciones sociales y participativas. Por lo tanto, la elección de usar, evitar, rechazar o abandonar una tecnología tiene implicaciones para todos los elementos del modelo biopsicosocial tecnológico. En el mismo sentido, las relaciones entre médico-paciente deben tener un cambio tanto de índole cultural como tecnológico, puesto que la tecnología actual ya permite establecer los primeros pasos en la respuesta a necesidades, pero se requiere un cambio de actitud por parte de todos los interesados (Meskó et al., 2019).

Otro ejemplo se presenta con la investigación desde los factores sociales asociados en atender la ansiedad en las personas. Específicamente, la *cibercondría* que refiere a la preocupación obsesiva que puede tener una persona al realizar consultas en internet de forma repetitiva sobre enfermedades que cree o teme padecer. Las búsquedas están asociadas a

síntomas, efectos o posibles tratamientos. En ese sentido, la investigación implementa un modelo cognitivo-conductual que presenta resultados sobre los posibles factores de riesgo en la intolerancia a la incertidumbre y las creencias metacognitivas. Cabe resaltar que los mecanismos de tratamiento surgen desde un componente multidisciplinar.

En conclusión, se considera que los procesos de diseño y desarrollo de tecnología dirigida a personas con algún tipo de discapacidad debe ser diseñada o con miras hacia un propósito significativo. Por lo tanto, la participación de las personas en los procesos de diseño es esencial en tanto que se reconocen como personas expertas desde su experiencia de vida, y por ende conocen su condición problemática y son capaces de reconocer sus necesidades e intereses. La tecnología debe brindar una respuesta que extienda los funcionamientos y capacidades de las personas, con el fin de facilitar la realización de sus actividades cotidianas.

En el modelo biopsicosocial tecnológico participan múltiples disciplinas, aspecto que debe ser reconocido como un trabajo colectivo en los procesos de desarrollo tanto desde la ingeniería como desde el diseño. Además, si se vincula la participación de la persona-usuaria y otros interesados, se debe tener en cuenta que los procesos de acción comunicativa permitan pasar de un estado multidisciplinar a una estado -inter- o -trans- disciplinar (Max-Neef, 2005; Tamayo y Tamayo, 2011). Se sugiere que los participantes se vinculen en una fase temprana del proceso de diseño, lo que permite incorporar los diferentes puntos de vista al identificar problemas y brindar soluciones efectivas. Esto puede reducir una imposición tecnológica que conlleve a una obsolescencia temprana de dicha tecnología (Aryana et al., 2019; Federici et al., 2016; Francis et al., 2009).

Por otra parte, la revisión de literatura ha proporcionado una exploración temática para entender la discapacidad desde una perspectiva tecnológica y multidisciplinar. La revisión de literatura permite la identificación de componentes colaborativos en el diseño y desarrollo de tecnologías con un enfoque biopsicosocial, pretendiendo construir un sentido colectivo multidisciplinar. La extensión de un modelo biopsicosocial tecnológico establece nuevas perspectivas en los procesos de diseño y desarrollo de tecnologías para las personas con discapacidad.

## **1.4. La experiencia como unidad holística**

El desarrollo de tecnologías ha aplicado diferentes metodologías en la comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue (Pressman 2010, 13). Sin embargo, las implicaciones holísticas indican cambios en los procesos metodológicos, que involucran formas de comunicación a partir del diálogo entre los participantes en la exploración e identificación de problemas y posibles soluciones. No obstante, algunas investigaciones presentan al usuario

como informante desde una metodología de diseño participativo (Malinverni et al., 2019), pero no visibiliza los aportes de los usuarios, solo son tenidos en cuenta como ejecutores hacia pruebas, puesto que ese enfoque hace parte de procesos como el diseño centrado en el usuario.

Los procesos que poseen atributos holísticos se reconocen por medio de una estructura social, la calidad de vida y las necesidades cotidianas que identifican objetivos y metas de vida de las personas. Estas deben involucrar las ideas, deseos y aspiraciones de las personas, con la finalidad de que puedan ser características situacionales de discapacidad. Lo anterior, permite establecer particularidades que logren brindar facilidades a las personas en las actividades que quiera desarrollar por medio de la tecnología.

De forma similar, Desmet y Hekkert (2007) lo definen como “experiencia de significado”, es decir, la identificación de características expresivas del usuario, con el fin de evaluar el significado personal o simbólico del producto. La “experiencia emocional”, considerada desde un campo psicológico donde las emociones describen un lenguaje que representa y a su vez permite observar cambios en la persona, las emociones como el amor y la ira, pueden ser provocadas por un significado simbólico del producto enmarcado en un contexto real o adaptado (D. A. Norman, 2004).

La interpretación de las necesidades de las personas requiere de una comprensión de los fenómenos dentro de su contexto de vida a partir de sus objetivos e intereses, entrelazando la experiencia con el producto, identificando una jerarquía en un orden descendente de tres niveles: el primero denominado ¿Por qué? que permite establecer metas, el segundo corresponde al ¿Qué? dirigido a cumplir las metas, y el tercero referido al ¿Cómo? dirigido hacia la realización de las metas (Hassenzahl, 2010, p. 11).

Así mismo, Bacha (2017) argumenta que mediante el uso de métodos que recolectan datos mediados por experiencias narrativas, estas se establecen en la primera fase del proceso con la finalidad de categorizar factores en la identificación de necesidades potenciales como fuentes positivas de la experiencia, tales como la autonomía, capacidad, relacionalidad, popularidad, estimulación y seguridad. Esto le permite mediante un relato autobiográfico encontrar múltiples características de la experiencia en un caso cotidiano, identificando particularidades holísticas desde los patrones propuestos (Hassenzahl et al. 2013).

La revisión de literatura presenta diversos conceptos acerca de la experiencia y cómo desde diferentes perspectivas se logran entrelazar características en procesos de diseño. Al respecto, Hassenzahl (2010, 38) considera que la experiencia se autodefine, es decir, mediante una acción de memoria autobiográfica permite realizar una reflexión personal basada en una memoria semántica desde una situación particular. Además, describe la experiencia como un

momento de felicidad, el fundamento parte desde la vivencia de experiencias positivas que intervienen como una presencia simbólica que afectan el bienestar de la persona. Así mismo, presenta la experiencia como una unidad motivadora, por medio de las necesidades humanas en la construcción o desarrollo de nuevas metas en las actividades cotidianas. El autor plantea la unicidad de conceptos y características de la experiencia como un fragmento de tiempo que sucedió con signos y sonidos, sentimientos y pensamientos, motivaciones y acciones, que se unen y son almacenados en la memoria con una etiqueta única, donde posteriormente, es revivido y comunicado hacia otros.

En conclusión, el diseño experiencial nos presenta un marco de trabajo desde un enfoque comunicativo, que permite identificar y comprender las actividades cotidianas de las personas por medio su contexto próximo referente a su estilo de vida. Así mismo, los procesos de diseño participativo permiten la vinculación de las personas desde su experiencia para identificar la solución más efectiva. En tal sentido, se propende mantener el interés de las personas por medio de la participación con sus aportes e ideas en la búsqueda de una experiencia motivadora en relación con el uso de productos o servicios, lo cual se basa en las necesidades identificadas como una unidad holística en el proceso de diseño.

## **1.5. Diseño participativo para las tecnologías de apoyo**

Esta revisión de literatura presenta una exploración conceptual del diseño participativo y el desarrollo de procesos de diseño accesible. Esto permite inferir una relación entre la participación en un proceso de diseño y la vinculación de las experiencias de vida de las personas en situación de discapacidad, lo cual posibilita el desarrollo de tecnologías de apoyo para productos o servicios.

La metodología de diseño participativo permite un rol de la persona-usuario como un diseñador difuso (Manzini, 2015a) durante el proceso de diseño. Otros roles como expertos temáticos establecen un punto de vista diferente que puede ser observado y evaluado durante una actividad. Así mismo, se debe sintonizar la empatía entre los miembros del grupo de diseño y la persona-usuario. La información del contexto puede reunirse de forma natural e inducir a las personas a identificar ideas a partir de sus motivaciones e intereses (Woodbury, 2013). Así, se deben fomentar espacios de participación basados en la empatía. Estas características pueden reforzar los conceptos para el diseño de tecnologías en la adaptabilidad de los productos existentes o en la creación de nuevos productos hacia un diseño para todos (De Couvreur & Goossens, 2011). De igual manera, desde los expertos en su campo disciplinar hasta los usuarios finales, son alentados a participar y son respetados como socios iguales que comparten experiencia en el diseño de productos y servicios.

El desarrollo de tecnologías de apoyo ha aplicado metodologías como el diseño participativo por medio del proceso denominado co-diseño, en el cual un grupo de personas de forma interdisciplinaria dialogan entre ellos sobre una posible solución, además, en este grupo participan personas en situación de discapacidad desde su rol como expertos en el marco de su propia experiencia (Verza et al., 2006). Cabe señalar que el análisis situacional de las actividades y la toma de decisiones en el proceso de diseño participativo permite establecer un vínculo con el producto, teniendo en cuenta que, las personas conocen el proceso de desarrollo por lo que generan apropiación de la respuesta tecnológica desde sus ideas, manifestando así su propia experiencia creativa.

En ese mismo sentido, Williamson et al. (2015) involucran a un grupo de diez personas en el proceso de diseño de tecnologías de apoyo, mediante un caso de estudio de procesos de rehabilitación en el que se incluye personas en situación de discapacidad que hayan tenido experiencia en el uso de tecnologías de apoyo similares. También involucra expertos en el desarrollo de tecnologías mediante un diálogo crítico en las diversas perspectivas del análisis situacional. Sin embargo, algunas consideraciones de los miembros del grupo no fueron positivas en la incorporación del co-diseño como proceso, al igual que el comportamiento de las personas y la falta de reflexión cuando se retroalimentan las ideas.

De forma similar, en el caso de las personas en situación de discapacidad el co-diseño es implementado para conceptualizar, adaptar y evaluar un producto o servicio, esto con la finalidad de mejorar la accesibilidad de las personas en su entorno próximo. Este proceso puede ser eficaz al responder a problemas complejos, sin embargo es importante tener en cuenta que no es un proceso lineal, y por tanto no puede ser apresurado su análisis dada su variabilidad. Así como los problemas que se pretenden abordar, puesto que se establecen las necesidades de las personas, es decir, se requiere un compromiso para construir el cambio desde todos los participantes.

### **1.5.1. La práctica del co-diseño**

Las diferentes metodologías orientadas en el diseño participativo establecen fases permiten identificar posibles necesidades de los usuarios, con el fin de que el diseñador pueda interpretar esta información desde criterios de diseño, posteriormente conceptualizar y desarrollar un prototipo que finalmente puede ser fabricado como producto (Brandt et al., 2012; Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008). De la misma forma, hacia los inicios del año 2000, la participación multidisciplinar en procesos de investigación que incorporan roles como facilitador (Lee, 2008), permite una mediación entre los saberes con la intención de propiciar un diálogo entre el grupo. Además, el involucramiento del usuario en el proceso de diseño es determinante

como un componente clave. El rol de facilitador, también tiene que diseñar recursos y herramientas para que las personas puedan expresar sus ideas e intereses, asimismo, poder reflexionar desde las contribuciones de los demás participantes. Lo anterior, permite propiciar una activación en las cinco etapas del proceso de co-diseño: problematización, ideación, conceptualización, prototipado y producto. Así mismo, este proceso involucra cuatro fases que pueden oscilar entre el *diseño para* y el *diseño con* el usuario, las cuales son: prediseño, generativa, evaluativa y posdiseño (E. B.-N. Sanders, 2000). Lo anterior, establece un marco de trabajo hacia la interdependencia de experiencias en todo el proceso de diseño.

Ahora bien, se resalta la fase de prediseño como etapa de problematización, uno de sus propósitos está orientado a establecer las pautas para el desarrollo de la solución de problemas. En ese sentido, Nielsen (1992) desde un marco de trabajo en el ciclo de vida de la ingeniería para la usabilidad propone una subetapa denominada “Conocer al usuario”, que implica: identificar las características individuales del usuario, las tareas y acciones que desarrolla actualmente, un análisis funcional de cómo está ejecutando las diferentes acciones o identificar oportunidades de nuevas formas de ejecución. Por último, sugiere una subetapa de evolución del usuario con el propósito de recopilar datos de las tareas realizadas para que permitan ser contrastadas con los posibles cambios futuros cuando se obtenga un resultado concreto. De forma similar, el enfoque de diseño sociotécnico que presenta De Macedo Guimarães (2012), destaca conocer las necesidades de los usuarios en etapas tempranas del diseño por medio de la eco-innovación, como una estrategia de la etapa de planeación del ciclo de vida de un producto.

Por las anteriores aproximaciones, se considera que la fase temprana del proceso de diseño, que tiene como propósito realizar actividades que se llevan a cabo para informar e inspirar la exploración de características, permite identificar problemas desde las necesidades de las personas (Mattelmäki, 2006, p. 58). Lo cual, desde el proceso de co-diseño se denomina “prediseño” (Nielsen, 1992; Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008).

El co-diseño es un proceso de diseño participativo que implica involucrar a los usuarios de productos o servicios en el proceso de desarrollo, por medio de un diseño conjunto para combinar la experiencia de vida y la experiencia profesional para identificar y así proponer un resultado o producto. En estos procesos, los participantes son críticos a través del diálogo y la toma de decisiones. De igual manera, los expertos en su campo disciplinar hasta los usuarios finales son alentados a participar como socios iguales que comparten experiencia en el diseño de servicios y productos (John, 2015).

Similarmente, el co-diseño permite la construcción de diseños que contemplan la accesibilidad como un componente esencial en los procesos, puede ser eficaz al responder a

problemas complejos y por lo tanto no es considerado como un proceso lineal, ya que es tan variable como los problemas que pueden abordar, reflejando las necesidades de las personas que están involucradas y esto requiere un compromiso para construir el cambio. Así mismo, el co-diseño apunta a cambiar la mentalidad y el comportamiento de los participantes, alentando y apoyando procesos hacia soluciones innovadoras a medida que trabajan para identificar el “punto justo” (Pine & Gilmore, 1998; Press & Cooper, 2003; Shedroff, 2009), en otras palabras, una apropiación de la respuesta diseñada por el usuario final.

Desde la anterior perspectiva, es importante reconocer que el trabajo colaborativo como principio del co-diseño busca la reubicación del usuario en un proceso de diseño, en el que el rol del usuario se modifica con el reconocimiento de una presencia humana y con las capacidades de diálogo y opinión acerca de su experiencia como un diseñador difuso (Manzini, 2015a), es lo que se ha establecido como diseño iniciado por el usuario -DIU- (Sarmiento Pelayo, 2015).

Por otro lado, la participación se puede considerar de forma pasiva o activa. En la primera, las personas son directamente afectadas o no influyen en la realización de la actividad, pero experimentan la situación como observadores u oyentes; en la segunda, se refieren a las personas como factores de cambio y estas afectan el desarrollo de la actividad (McLellan, 2000), pasando de la mera participación al involucramiento en las acciones de diseño por medio de la generación de ideas, resolución de problemas y construcción colaborativa de sentido, esto es lo que se conoce como diseño generativo (Cortés y Cruz 2015). Del mismo modo, la estrategia de vinculación en un cambio de participación pasiva a activa, será establecida por el investigador facilitador para permitir un proceso de colaboración entre los actores.

### **1.5.2. Procesos de diseño vinculando usuarios**

Otros enfoques como el diseño informado (Scaife et al., 1997) son una alternativa al diseño centrado en el usuario (D. Norman & Draper, 1986), especialmente para usuarios que no pueden ser socios en igualdad de condiciones. El diseño informado es un marco para involucrar a varios participantes en el proceso de diseño, que tiene como objetivo maximizar su aportación en las diferentes etapas del diseño. Los usuarios o participantes son considerados como informantes “nativos”, esto sugiere que son conocedores de aspectos en las prácticas de aprendizaje y enseñanza que como investigadores no conocemos y debemos ser informados. En tal sentido, es importante identificar cuáles deben ser estos aspectos, para conformar equipos de trabajo durante todo el proyecto de diseño.

El diseño informado promueve la vinculación de participantes desde la diversidad de informantes, para amplificar la variedad de perspectivas y sugerencias. Así mismo, se consideran que los distintos informantes influyen en el diseño en distintos momentos. Sin embargo, este

marco de trabajo separa a los grupos de informantes desde un conocimiento particular, que luego es analizado de forma conjunta con todos los datos recopilados por medio de diferentes técnicas de recolección. Finalmente, la toma de decisiones que guía las etapas del diseño son consideradas por el grupo de investigadores por medio de la información identificada desde los informantes.

Por otra parte, otro enfoque como el diseño colaborativo tiene una aproximación con el diseño participativo, puesto que comparten propósitos, incentivando así los procesos colectivos. El diseño participativo proviene de diferentes orígenes y puntos de vista sobre el diseño que se está realizando, para esto requiere de participantes que tengan conocimientos específicos con el fin de tener un punto de partida y así crear nuevos conocimientos para el propósito del diseño. Según Kleinsmann (2006), el diseño colaborativo es el proceso en el que diferentes actores comparten sus conocimientos y habilidades, con el fin de crear un entendimiento compartido para lograr el objetivo común más amplio: el nuevo producto que se va a diseñar. En tal sentido, para llevar a cabo un trabajo colaborativo eficaz, los miembros del equipo requieren de competencias específicas relacionadas con el proyecto. La investigación se orienta a la integración de conocimientos que permiten que emerja un conocimiento colectivo que se va a emplear en la actividad de diseño, esto es concebido por la mentalidad de cada participante y su saber específico. No obstante, algunos participantes pueden presentar posturas fijas desde su propio conocimiento y esta rigidez obstaculiza el proceso de integración de conocimientos. Sin embargo, debatir y replantear progresivamente el problema de diseño en la búsqueda de un nuevo conocimiento compartido puede conducir a un mejor rendimiento en la actividad de integración de conocimientos (Gibson, 2001).

En la misma línea, García-Acosta et al. (2011) plantea que el diseño colaborativo orienta 5 propósitos: primero, aumentar las relaciones entre variables con la finalidad de tomar decisiones sólidas en las fases de definición. Segundo, involucrar enfoques disciplinares apoyados en tecnologías de comunicación y prototipado, para obtener diseños de calidad desde una integración funcional. Tercero, fortalecer los procesos de producción y selección de tecnologías, para reducir los tiempos y costos de producción. Cuarto, crear redes de distribución y comercialización, promoviendo así una participación más activa en los procesos de innovación de los productos. Quinto, integrarse con otros enfoques como la usabilidad, el diseño centrado en el usuario o el diseño basado en la experiencia, esto puede fomentar la retroalimentación permanente con respecto a las nuevas necesidades o mejoras realizadas por los usuarios.

### **1.5.3. La co-exploración en el prediseño**

Esta sección presenta investigaciones que involucra dinámicas participativas orientadas a identificar problemas en la fase temprana del proceso de diseño, esto con el propósito de vincular personas o comunidades en dicho proceso e identificar necesidades e intereses que puedan ser solucionadas por grupos de diseño según los contextos de las poblaciones.

Hecha la observación anterior, algunas investigaciones han aplicado enfoques como el proceso de sondas (Mattelmäki, 2006) en el marco del diseño participativo. Por ejemplo, en Ghana, las mujeres participantes a través de sondas de diseño y kits de herramientas, facilitaron procesos de empatía con los usuarios, así como el proceso de comunicación. Al respecto, se considera que la co-exploración mejora los resultados de la dinámica sociocultural por medio de sondas culturales y cajas de herramientas utilizadas (Ralitsa D. Debrah et al., 2017). Con base en las etapas de diseño con los usuarios y la exploración de las posibilidades emergentes del proceso, se puede crear un entorno propicio para que las principales partes interesadas participen en la búsqueda de soluciones de los problemas identificados.

Similarmente, otros estudios con cuidadores como participantes se involucran en el proceso de diseño, esto permitió visibilizar las necesidades de información a través de la participación abierta (Ralitsa Diana Debrah et al., 2015). En ese orden de ideas, los autores indican que las sondas culturales tienen beneficios como herramientas de investigación para la comprensión, al estar diseñadas con los usuarios en las comunidades africanas. En este sentido, el contexto sociocultural de los participantes debe ser considerado en el diseño de las sondas y las cajas de herramientas para que sean apropiados desde su contexto cultural (Ralitsa D. Debrah et al., 2017; Ralitsa Diana Debrah et al., 2015).

Dadas las condiciones que anteceden, el diseño participativo describe una intervención de la persona-usuario que genera un valor sensible en el producto. Las personas en situación de discapacidad tienen capacidades para explorar su contexto situacional en sus actividades diarias. El papel del diseño basado en los estudios sobre la discapacidad involucra a las personas, ya sea de forma individual o colectiva en los procesos de diseño que promueven el diseño participativo como útil para desarrollar tecnología de apoyo. Así mismo, un enfoque de diseño centrado en el usuario puede mejorar el marco de trabajo considerando una visión holística del mundo real de las personas-usuarias.

Esta revisión de literatura visibiliza la potencialidad de los componentes del diseño participativo a lo largo de todo un proceso de diseño, a partir de la vinculación de las personas-usuarias como diseñadores difusos y expertos desde su experiencia de vida. Lo anterior, ayuda a los investigadores a definir el problema y obtener una respuesta común desde el diseño.

Además, durante el proceso de diseño surge un aprendizaje mutuo entre los participantes vinculados en el grupo de diseño.

Adicionalmente, la metodología del diseño participativo puede apoyar a otras metodologías como el diseño centrado en el usuario, incorporando así, componentes holísticos en el proceso de diseño. A lo largo de los planteamientos hechos anteriormente, este trabajo propone etiquetar a los “usuarios o usuarias” como “persona-usuaria” o “personas-usuarios”, reconociendo así, las necesidades e intereses de una persona que después es considerada usuario o usuaria de la respuesta obtenida.

## **1.6. Un enfoque multidisciplinar para la co-exploración**

Los avances continuos en el desarrollo de tecnologías están cambiando de forma exponencial, lo que supone procesos constantes de transformación. En cuanto a los sistemas informáticos, el hardware y el software son componentes que pueden actualizarse y utilizarse como herramientas. Los sistemas informáticos son útiles para diseñar formas de interacción, comunicación y usabilidad, y los mejores diseños deben considerar diversas disciplinas como la ingeniería y el diseño de forma colaborativa (Greenhalgh et al., 2016).

Los puntos de vista múltiples permiten la percepción de muchas variables en una misma situación problémica a través de las observaciones de los participantes. Por ejemplo, los factores sociales exógenos, como los miembros de la familia y los cuidadores, en varias ocasiones no se tienen en cuenta en la creación o adaptación de las tecnologías. En tal sentido, cobra importancia la multidisciplinariedad definida como un conjunto de disciplinas que trabajan de forma paralela, sin tener en cuenta las relaciones que puedan existir entre ellas. Este enfoque representa propósitos individuales por cada disciplina (Max-Neef, 2005; Moran, 2002, p. 16).

El trabajo colaborativo busca una solución sólida, sin embargo, cuando el grupo de diseño está formado por participantes multidisciplinarios el proceso de comunicación puede ser difícil de gestionar, además, el diseño de experiencias combina aspectos para desarrollar tecnologías que implican a la persona-usuaria como actor social. De hecho, la praxeología contribuye a las acciones de las personas dentro de un contexto real (Berger & Luckmann, 1967; McCarthy & Wright, 2004, p. 7) permitiendo así la participación y el trabajo en equipo colaborativo.

En particular, varios trabajos presentan resultados positivos en investigaciones en los procesos de diseño multidisciplinarios que identifican la comunicación como un factor importante. Así pues, los puntos de vista hacia la solución más efectiva es analizada por el colectivo vinculado al proceso de investigación y al desarrollo del producto. Tal es el caso de la investigación que propone la valoración sobre la dificultad para abrir los frascos con tapas de rosca, donde el grupo focal vinculado a la investigación tiene problemas de movilidad reducida en las manos, luego,

proponen diferentes prototipos de apoyo para facilitar esta tarea y validar su efectividad en la ejecución de esta implementando procesos colaborativos (Yen et al., 2013).

Un grupo de diseño multidisciplinar debe establecer un marco de trabajo que permita incentivar la construcción del diálogo entre los participantes. Igualmente, la vinculación de las personas en situación de discapacidad como personas-usuarias y otros interesados desde el contexto próximo, se puede configurar en un sistema complejo debido a las múltiples interacciones entre los participantes. En este caso, la diversidad de la información es un reto para la ciencia desde su naturaleza compleja, la unificación de las diferentes disciplinas y campos. En otras palabras, cada disciplina podría beneficiarse de otras disciplinas convirtiéndose en la base de la ciencia desde la misma complejidad (Newman, 2011; Ottino, 2003). Además, se considera que la aparición y el desarrollo de la ciencia de la complejidad es la clave para que todas las ciencias superen el reduccionismo y pasen al holismo, es decir, para que vuelvan a integrar o unificar disciplinas separadas (J. Li et al., 2004).

Por otro lado, la experiencia de una persona puede llegar a ser ignorada en un grupo de diseño multidisciplinar, puesto que las opiniones expertas de diferentes dominios pueden opacar la voz de la persona o desestimular la participación. El proceso de diseño debe visibilizar y reconocer la voz de las personas e implementar estrategias para identificar las contribuciones. En ese sentido, la construcción social de la realidad relaciona una forma sociocultural de conocer, hacer y sentir. Esto orienta al proceso de diseño a la construcción de sentido colectivo (Berger & Luckmann, 1967; P. H. Jones, 2014; Krippendorff, 1989), promueve la toma de decisiones y los aspectos significativos de la experiencia vital, lo cual es un concepto útil para facilitar la relación entre las personas y la tecnología. Por ejemplo, en una investigación se utilizó un concepto denominado "encantamiento" para referirse a la facilitación de las relaciones entre las personas y la tecnología (McCarthy et al., 2006). Esto permitió incrementar una apropiación de la solución tecnológica.

En conclusión, se puede considerar que en los procesos de diseño y desarrollo de tecnología dirigido por grupos multidisciplinarios y vinculando a las personas con algún tipo de discapacidad, se establezcan marcos de trabajo para que la respuesta a ser diseñada tenga un propósito significativo para la persona-usuaria. Por lo tanto, la participación de las personas en situación de discapacidad es esencial en los procesos de diseño, se deben reconocer como personas expertas desde su experiencia de vida y otorgarles el mismo nivel de participación dentro del grupo de diseño, esto teniendo en cuenta que son ellas mismas las que conocen su condición problémica y son capaces de reconocer sus necesidades e intereses. Adicionalmente, la incorporación de un enfoque biopsicosocial tecnológico aumenta la complejidad de los

procesos participativos, aspecto que debe ser reconocido como un trabajo colectivo que permitan pasar de un estado multidisciplinar a una estado *-inter-* o *-trans-* disciplinar.

## 1.7. Enfoques de *-inter-* y *-trans-* disciplinar

El término "interdisciplinario" puede sugerir el establecimiento de conexiones entre las diferentes disciplinas, pero también puede ser establecido como un espacio de indisciplina entre las intersecciones conformados entre disciplinas (Moran, 2002, p. 15). En tal sentido, la interdisciplinariedad se puede entender como cualquier forma de diálogo o interacción entre dos o más disciplinas. Este enfoque forma parte de esa búsqueda tradicional de un conocimiento amplio y unificado, lo cual tiende a centrarse en los problemas y cuestiones que son difíciles de abordar o resolverse dentro de una única disciplina. Aunque la Interdisciplinariedad pretende una síntesis integradora.

La interacción de diferentes formas de diálogo se considera desde la lingüística como una forma de señalar la noción del lenguaje como un proceso colectivo, construido y limitado por patrones o convenciones sociales (Moran, 2002, p. 14). En términos generales, se ha utilizado para referirse a un modo de pensamiento en una práctica cultural que da sentido y estructura a el mundo, desde las perspectivas parciales de un grupo de interés. Según el argumento de Clarke et al (1976), las disciplinas son claramente construcciones discursivas en el sentido de que el poder de argumentar permiten ciertas formas de pensar y operar mientras excluyen otras.

En la misma línea, Saussure (1966) argumenta que el lenguaje no tiene una relación directa con la realidad, sino que funciona como un sistema de diferencias: las palabras no tienen una relación inherente con las cosas concretas que describen, sino que generan significado como resultado de su relación diferencial con otros significantes. En tal sentido, los enfoques estructuralistas presentan el término de "intertextualidad" desde la noción que los textos no se formulan a través de actos de originalidad por parte de los autores individuales, sino a través de la interacción y el diálogo con otros textos. Según Barthes (1972, p. 114) estos fenómenos generan un "metalenguaje" como resultado del estudio interdisciplinar se crea un objeto nuevo, que no pertenece a nadie. En tal sentido. la heterogeneidad del lenguaje debe ser clasificado y orientado para desvanecer los mensajes individuales que son transformados hacia un sentido colectivo.

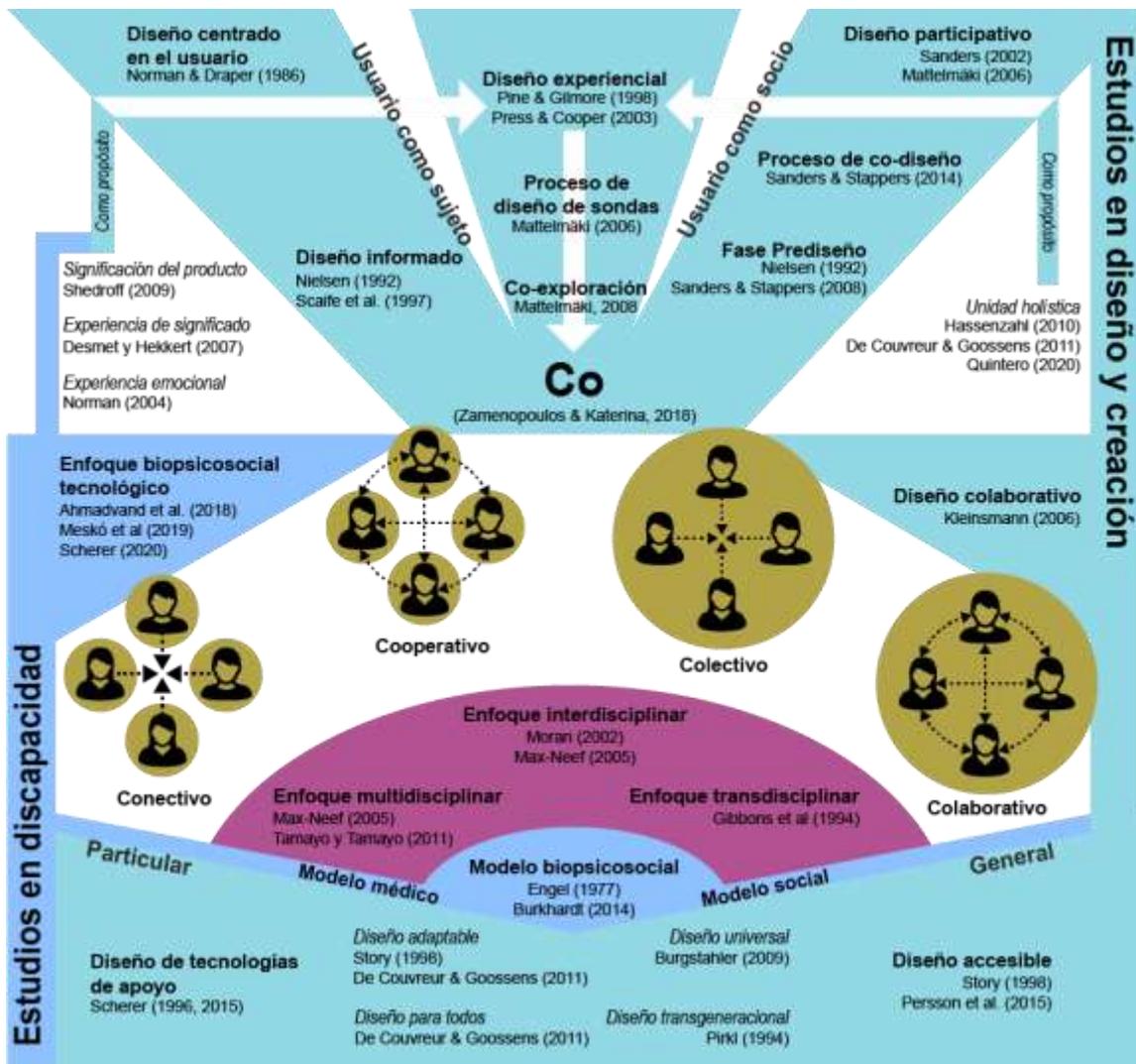
Por otro lado, el término "transdisciplinar" trasciende el hecho de reunir a una serie de expertos para que trabajen en equipo sobre problemas en un entorno complejo orientado a un contexto específico. Para Gibbons et al (1994, p. 4), la transdisciplinariedad se considera una forma específica de producción de conocimientos, por ello es esencial que la investigación esté guiada por un consenso en cuanto a la práctica social. El consenso está condicionado por el

contexto de aplicación y su evolución como práctica. Los determinantes de una posible solución implican la integración de diferentes competencias en un marco de actuación, pero el consenso puede ser solo temporal, esto depende de la adecuación de los contratos sociales entre los participantes.

Por su parte, Gibbons et al (1994, p. 5) denota la transdisciplinariedad como el “Modo 2”, para lo cual indica cuatro características. En primer lugar, se debe establecer un marco de trabajo para guiar los esfuerzos de resolución de problemas, este marco se genera y se mantiene en el contexto de la aplicación. La solución surge de auténtica creatividad y el consenso teórico, una vez alcanzado, no puede reducirse fácilmente a partes disciplinarias. En segundo lugar, dado que la solución comprende tanto componentes empíricos como teóricos, es innegable que constituye una contribución al conocimiento, aunque no necesariamente al conocimiento disciplinario. En tercer lugar, los resultados se comunican a quienes han participado, por lo que, la difusión de los resultados se realiza de forma frecuente durante el proceso de su producción. En cuarto lugar, la transdisciplinariedad es dinámica, esto indica que la resolución de problemas se puede mover en cualquier instante de tiempo. El “Modo 2” se caracteriza especialmente, aunque no exclusivamente, por la interacción cada vez más estrecha de la producción de conocimientos con una sucesión de contextos problemáticos.

En conclusión, los diferentes enfoques disciplinarios pueden ser considerados como evolutivos desde un estado *multi*, pasando por el *inter*, finalizando en *trans* como un conocimiento que se produce siempre bajo un aspecto de negociación continua y no se producirá hasta que se incluyan los intereses de los diversos actores en un contexto aplicado. En tal sentido, el nuevo conocimiento es formalizado desde una respuesta artefactual con un propósito definido, y este puede ser representado como un producto o servicio.

Figura 1. Esquema teórico y conceptual.



## 1.8. Aproximaciones similares en la literatura

Este proceso involucró una revisión sistemática de literatura para localizar referentes relacionados con el abordaje de este proyecto, lo cual permitió identificar aproximaciones similares y aspectos diferenciadores con la tesis. La estrategia de búsqueda de literatura incluyó artículos científicos con estructura IMRAD y valorados por pares expertos, con el fin de conocer casos y estudios elegibles en el estado del arte.

Para esta búsqueda se estableció la combinación de palabras clave y sinónimos en inglés mediante la siguiente estructura y conectores boleanos {"participatory design" AND ("multidisciplinary" OR "interdisciplinary" OR "transdisciplinary") AND ("Assistive technology" OR "Assistive technologies") AND ("requirements" OR "design criteria")}. Este proceso se completó en julio de 2021 y se seleccionaron tres bases de datos computarizadas: ScienceDirect, Scopus y Web of Science.

Se excluyeron artículos de conferencia y de revisión. Posteriormente, se realizó la descarga del texto completo de 33 artículos. De forma seguida, se revisaron los métodos de los artículos para seleccionar los textos que implementaran procesos de diseño participativo. Si el documento cumplía esta condición, se ubicaba el enfoque entre multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar. Finalmente, se seleccionaron 11 artículos que cumplieran con los criterios de selección y exclusión, por lo tanto se revisa cada documento de forma completa para identificar el espacio de diálogo y los participantes (Anexo 01). Esta revisión de literatura permitió establecer aproximaciones similares y aspectos diferenciadores en la tesis con relación a los enfoques de diseño participativo y multidisciplinario.

Los enfoques en la conformación de equipos disciplinares como *multi*, *inter* y *trans* se enuncian como un grupo de personas con diferentes especialidades disciplinarias en el campo de la salud, ingeniería, artes y diseño. Otra forma en la descripción de los participantes, quienes se presentan como representantes de proveedor de servicios, instituciones privadas, organizaciones no gubernamentales, instituciones de investigación, organizaciones del sector público y centros de salud. Sin embargo, los usuarios finales o clientes que participan en la investigaciones son separados en grupos focales y son considerados informantes para el diseño desde etapas tempranas. En tal sentido, la identificación de necesidades de los usuarios son evaluadas y definidas por expertos temáticos para establecer los requerimientos de diseño (Angelini et al., 2016; Biddiss et al., 2013; Pfisterer et al., 2019). Otras investigaciones abordaban de forma inversa el proceso, puesto que primero se identificaban contextos problémicos desde los expertos, y los resultados eran presentados a los usuarios para conocer la percepción e interés y así identificar las necesidades (Arlati et al., 2019; Dugstad et al., 2019; Span et al., 2014; Timmins et al., 2017).

Es de resaltar que la mayoría de las investigaciones realizan actividades con los usuarios para observar e identificar situaciones problémicas. Esto tiene una proximidad con el diseño participativo en una exploración temprana de problemas reales en contextos específicos. Sin embargo, se puede identificar que el enfoque es orientado hacia un diseño informado, el cual centra la atención en el usuario como informante. Ahora bien, las técnicas que resaltan para la recolección de datos provienen desde las ciencias sociales como entrevistas y encuestas que son desarrolladas en sesiones de grupo o talleres.

De forma general, se evidencian espacios para el diálogo enunciadas como talleres, sesiones o grupos focales, las cuales propician la interacción de saberes expertos desde las disciplinas involucradas, además, estos espacios que en algunas ocasiones son separados ubicando solo a usuarios finales, permiten obtener información valiosa para las investigaciones.

No obstante, en los resultados de estas no se evidencian las interacciones entre los participantes tanto expertos como usuarios, pero sí, se presentan una relación de las contribuciones iniciales de los usuarios con los resultados obtenidos de forma deductiva.

Las investigaciones que enuncian un enfoque de diseño participativo pero que no presentan un espacio de diálogo, solo muestran resultados cuantitativos de procesos de recolección de datos (Angelini et al., 2016; Michener et al., 2012), por lo cual, no se visibiliza las necesidades reales de usuarios de una forma específica, sino, se enuncian de una forma tan generalizada que es muy amplio el abordaje para concebir una respuesta concreta en el proceso de solución de problemas.

Se identificaron 6 artículos que tienen aproximaciones de forma similar. El primero, el trabajo de Elbers et al (2021) con un interés en el tratamiento del dolor crónico, en el cual se exploraron las ideas, necesidades y valores de los participantes implementando diversas técnicas generativas en las sesiones de co-creación. Estas técnicas permitieron evocar el conocimiento tácito abordando elementos sociales, emocionales y funcionales relacionados con tratamientos de dolor crónico. En segundo lugar, Pfisterer et al (2019) presentan un proceso en un etapa temprana para comprometerse con los usuarios finales como colaboradores y así establecer las direcciones del diseño que tiene como propósito un sistema automatizado de imágenes de alimentos y seguimiento de la ingesta de nutrientes. En concreto, la investigación tenía como objetivo comprender el flujo de trabajo actual para evaluar las prioridades y entender la carga de trabajo percibida del sistema actual e identificar posibles soluciones del proyecto. En tercer lugar, Timmins et al (2017) desarrollan talleres para identificar las necesidades y preferencias de los usuarios de tecnologías de apoyo con discapacidad, y a partir de ello, diseñar y crear un prototipo de producto adecuado para ellos. En una primera fase de la investigación, un estudio Delphi recopiló los acuerdos de terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas, fonoaudiólogos e instructores de tecnología de apoyo, esto generó un conjunto de cuestiones de diseño que se consideraban problemáticas para los usuarios de tecnologías de acceso especial. La segunda fase de la investigación consistió en una serie de talleres de diseño participativo para conocer la opinión de los usuarios de los servicios sobre posibles diseños futuros que tuvieran en cuenta estos problemas.

En un cuarto lugar, Span et al (2014) realizaron 2 talleres multidisciplinares para establecer una lista agrupada de problemas relacionados con el cuidado y el bienestar para la toma de decisiones de personas con demencia. Identificando así, los requerimientos de los usuarios para una herramienta web interactiva. Posteriormente, en una reunión de expertos en demencia se debatieron los resultados de las entrevistas y los grupos focales. Determinando así,

las prioridades de temas para la toma de decisiones que respondían al objetivo y al alcance de la herramienta web interactiva. De forma similar, se presentan el trabajo de Biddiss et al (2013) para identificar los requerimientos de los usuarios en los espacios de espera de un hospital, no obstante, la forma de priorización de los requerimientos de los usuarios fue mediante el Proceso de Jerarquía Analítica, en el que se consideraron sistemáticamente las comparaciones por pares, para ello se utilizó la Escala Fundamental de Comparaciones por Pares, y se calcularon las puntuaciones medias de prioridad.

En último lugar, se presenta la propuesta de un marco de trabajo para el retorno laboral de usuarios en silla de ruedas (Arlati et al., 2019). El proceso de diseño estuvo guiado según el Ciclo de Vida de la Ingeniería de la Usabilidad (Nielsen, 1992) por medio de 3 pasos definidos como "Conozca al usuario", "Análisis de la competitividad " y "Diseño participativo". Los participantes del equipo de diseño trabajaron primero por separado para completar borradores de diseño por medio de un diseño paralelo. Al final del encuentro, todos los miembros del equipo participaron en una mesa redonda para discutir y comparar los diseños iniciales, aprovechando las mejores soluciones de cada idea. Este trabajo se aproxima al caso de estudio desarrollado en el proyecto doctoral desde los participantes involucrados de forma multidisciplinar en áreas de la salud e ingeniería. Además, la participación de usuarios en silla de ruedas, pero no se evidencia el número de personas involucradas en el proceso. Ahora bien, el proceso de prediseño es abordado a través del paso "Conozca al usuario", a su vez ampliado con una revisión de literatura correspondiente a la discapacidad motora. Sin embargo, el espacio de diálogo se describe de forma difusa puesto que solo se plantea como un diseño paralelo y se realiza una sesión para discutir y comparar ideas solamente en el primer paso del marco de trabajo propuesto.

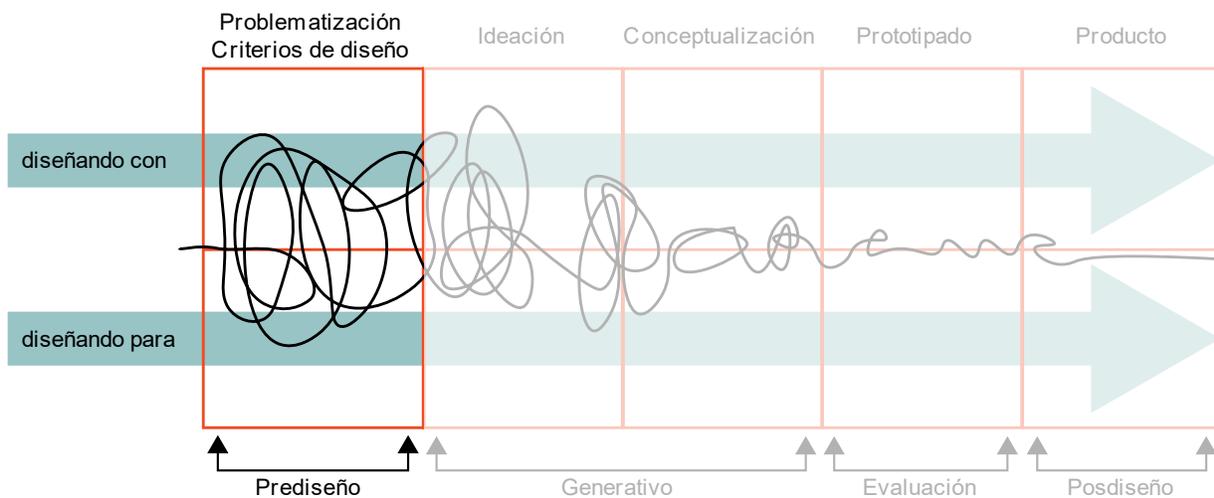
## 2. Metodología

La investigación es de enfoque cualitativo – interpretativo, tiene por objetivo caracterizar la co-exploración, que indica una naturaleza colaborativa y de compromiso con el diseño, en la fase de prediseño que se sitúa para describir actividades en torno a informar e inspirar la exploración para la identificación de problemas en un proceso de co-diseño. En tal sentido, la investigación en su enfoque cualitativo buscó entender las interacciones escritas, verbales y no verbales representadas a través de ideas, opiniones y saberes de un grupo de diseño. Con el fin de capturar e interpretar las diversas narrativas a partir de sus significados, experiencias y diálogos que subyacen de la co-exploración en la fase de prediseño (Hernández & Mendoza, 2018, p. 522).

## 2.1. Descripción del caso de estudio

Para llevar a cabo los momentos de recolección de datos, se ubicó un caso de estudio por oportunidad que desarrollaba un proyecto con un enfoque de diseño participativo, específicamente mediante un proceso de co-diseño (E. B. N. Sanders & Stappers, 2014; Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008), el cual desarrolló cuatro de cinco etapas: problematización, ideación, conceptualización y prototipado (Figura 2), cada una de las cuales tiene un propósito definido (Tabla 1) y oscilan entre el diseño para y con el usuario. A su vez, estas etapas están contenidas en cuatro fases del co-diseño: prediseño, generativo, evaluativo y posdiseño (Figura 2) (Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008).

Figura 2. Fases y etapas de co-diseño



Nota: Adaptado de Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008.

Tabla 1. Definición de las etapas de co-diseño

Etapa	Propósito
<b>Problematización</b>	Explorar el esquema del problema para determinar un direccionamiento hacia qué se debe diseñar.
<b>Ideación</b>	Generar diferentes ideas relacionadas con la etapa anterior y así, identificar las mejores opciones de diseño.
<b>Conceptualización</b>	Representar una idea abstracta resultante de la etapa anterior en un concepto, este surge de las contribuciones que poseen los participantes sobre un dominio específico.

---

**Prototipado**

Construir un primer modelo del producto final, este permite representar y verificar el diseño, para confirmar que cuenta con las características planteadas por el grupo de diseño por medio de pruebas del prototipo.

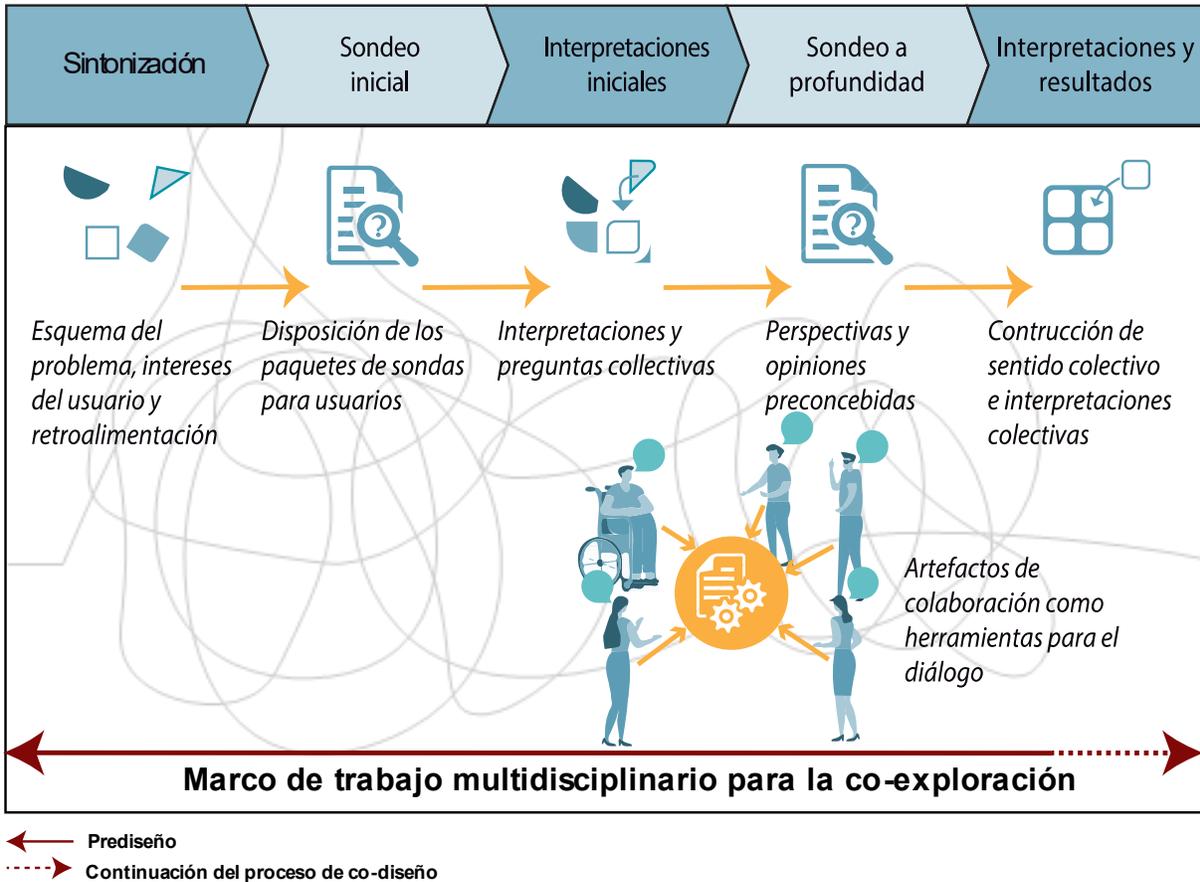
---

*Nota:* Tomado de Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008

Ahora bien, en la fase del prediseño se establecieron cinco sub-etapas denominadas por Mattelmäki (2006, p. 96) como proceso de sondas, estas son: sintonización, sondeo inicial, interpretaciones iniciales, sondeo a profundidad e interpretaciones y resultados (Figura 3). Lo anterior, permitió establecer las actividades en los espacios de co-diseño para profundizar en la co-exploración por medio de los participantes. Permitiendo identificar los intereses y necesidades de cada participante del grupo de diseño. Adicionalmente, se identificaron el grado de interacción y las relaciones que permitieron construir el sentido colectivo para la toma de decisiones e identificación de problemas.

Es de anotar que en la fase de prediseño se presentaron los primeros encuentros entre los participantes, esto fue un aspecto importante, pues se debieron considerar los procesos de empatía y relaciones de poder para así establecer procesos comunicativos que permitieron desarrollar diálogos entre los participantes por medio de los espacios de co-diseño.

*Figura 3. Proceso de sonda*



Nota. Adaptada de Mattelmäki (2006, p. 97).

El proyecto de co-diseño tenía como propósito identificar las capacidades de una persona con discapacidad motora para comprender y dar solución tecnológica para apoyar las actividades laborales como profesional. Por otra parte, para abordar este propósito se conformó un grupo multidisciplinario por cuatro participantes, los cuales están ubicados en un dominio específico como: medicina, psicología, diseño e ingeniería. Los demás participantes fueron: la persona con discapacidad motora, un interesado compañero de estudio en la universidad y un investigador como facilitador del proceso.

### 2.1.1. Participantes

A continuación se describe cada participante desde su dominio y el propósito específico en el caso de estudio.

### 2.1.2. Área del conocimiento en medicina

Una Médica estudiante de tercer año de la Especialización en Medicina Física y Rehabilitación. Apoyó en el diagnóstico de las capacidades físicas, funciones motoras e identificó

aspectos que pueden aportar o afectar el desarrollo de las actividades de la persona-usuario. Además, asesoró y evaluó componentes referentes al diseño de órtesis, prótesis, entre otras tecnologías de apoyo.

### **2.1.3. Área del conocimiento en psicología**

Una estudiante practicante de Psicología con énfasis en lo social. Es de anotar que la estudiante se encontraba bajo la supervisión de un psicólogo en colaboración con el proyecto. Apoyó desde la observación directa el comportamiento a partir de los enfoques cognitivos y emocionales, y en el diagnóstico hacia la afectación del desarrollo laboral de la persona-usuario.

### **2.1.4. Área del conocimiento en ingeniería**

Un Ingeniero de Sistemas, con estudios de Maestría en Sistemas y Computación, con Doctorado en Ciencias de la Electrónica. La actividad que apoyó, consistió en el análisis de la Interacción Humano-Computador para la evaluación de usabilidad en la tecnología y en la valoración de protocolos que orientaron las actividades de la persona-usuario.

### **2.1.5. Área del conocimiento en diseño**

Un Diseñador Industrial, con estudios de Maestría en Diseño Industrial. Su aporte se orientó al análisis ergonómico de la actividad, en esta estableció delimitantes y factores de influencia que aportaron a la identificación del problema mediante diseños centrados en las características y capacidades de la persona-usuario que orientan el diseño de productos con accesibilidad.

Un Ingeniero en Multimedia y estudiante de Doctorado en Diseño y Creación. La actividad principal fue apoyar al proceso de co-diseño como facilitador (Hassenzahl, 2010, p. 35; P. Jones, 2018; Mattelmäki, 2008), por medio de un conjunto de técnicas que se implementaron en los espacios de co-diseño. Además, tenía las funciones de recolectar, analizar e interpretar los datos arrojados en el proceso de co-diseño.

### **2.1.6. Interesado: Compañero de clase**

Un Ingeniero en Multimedia, quien realizó actividades como amigo y compañero de estudio de la persona-usuario. El rol que brindó apoyó desde su acompañamiento las experiencias previas observadas en el desarrollo de actividades académicas de la persona-usuario.

### **2.1.7. Persona-usuario**

Un estudiante de Ingeniería en Multimedia con discapacidad motora. El rol como experto desde su experiencia de vida a razón de su discapacidad contribuyó con una voz activa en los

procesos de co-diseño expresando sus motivaciones, necesidades e intereses en su contexto de vida.

En una descripción ampliada de la persona-usuario se procede a plantear la contextualización de que su discapacidad se produjo a consecuencia de un accidente laboral cuando se desempeñaba como miembro de las fuerzas militares de Colombia a la edad de 23 años. Fue diagnosticado con una lesión de la médula espinal de tipo tetraplejia. La lesión presentó una alteración del movimiento de forma parcial en los miembros superiores y la ausencia de movilidad en los miembros inferiores, y sin sensibilidad. La movilidad reducida que se evidenció era la de los hombros y los codos, pero los dedos de sus manos no tienen un movimiento autónomo.

## **2.2. Selección de caso de estudio**

De acuerdo con lo mencionado en la sección anterior, para el caso de estudio se hace énfasis en las subetapas de la fase de prediseño mediante la muestra por oportunidad, compuesta por 7 participantes, incluyendo al investigador de este estudio denominado “grupo de diseño”. Es de resaltar que el caso de estudio se fundamentó por un contexto real de práctica de co-diseño.

Así mismo, el caso de estudio tuvo dos características predominantes para la selección, la primera, el proyecto tiene la oportunidad de vincular un participante en situación de discapacidad en la muestra poblacional, esto permitiría identificar las contribuciones desde las capacidades de la persona a partir de su discapacidad. La segunda, la exploración desde un contexto real de práctica de co-diseño, que consintió en detallar y profundizar la interacción de los participantes (Cresswell, 2013, p. 97; Yin, 1994, 2003).

Por lo anterior, se profundiza en las diferentes interacciones entre los participantes y las contribuciones que emergen del proceso de co-exploración y las relaciones entre los participantes a través de las interacciones en los espacios de co-diseño que no son claramente evidentes (Gustafsson, 2017; Yin, 2003). En tal sentido, esta investigación se orientó desde el constructivismo (Guba & Lincoln, 2012; Hernández Sampieri et al., 2014, p. 692), por medio de la recopilación de datos que emergen de forma individual y colectiva en torno a la toma de decisiones a través de la construcción de sentido en los significados comunicados por los participantes.

## 2.3. Consideraciones éticas

Para garantizar la protección de la información personal de los participantes y evitar que esta fuera divulgada sin consentimiento de la persona, se estableció un consentimiento informado (Anexo 02) que permite asegurar a los participantes las siguientes consideraciones:

1. La participación no le significará algún perjuicio moral debido al propósito de la investigación y se encontraba alineada con sus valores, intereses y preferencias.
2. Se hizo explícito el tipo de información que recogió el estudio y cómo esta se pretendía utilizar, la cual estaba sujeta a ser publicada dentro de la investigación como fotografías y videos.
3. Se garantizó la seguridad y protección de la identidad de los participantes por medio del anonimato en la identidad de las personas involucradas en el estudio, así como de la información que pudo ser revelada por los participantes durante el proceso.
4. Los datos obtenidos del estudio no serían utilizados con fines distintos a los que fueron proyectados inicialmente.

### 2.3.1. Procedimiento

Posterior a la finalización del proyecto de investigación, las grabaciones y fotografías originales generadas durante el trabajo de campo quedaran archivadas de forma confidencial, limitando el acceso a la información solo a usuarios autorizados, protegiendo los archivos y estableciendo la posibilidad de hacer anónima la información cuando esta fuese usada para la investigación durante un periodo de un año, transcurrido ese tiempo se procederá a eliminar la información de forma permanente.

Por otra parte, de acuerdo con el plan de financiación del proyecto, se ejecutó un proyecto macro cuya metodología y objetivos, requirió de la elaboración de un consentimiento informado específico (Anexo 03) para la participación de la persona-usuario, puesto que las consideraciones éticas debían garantizar todos sus derechos, principalmente debido a su condición de vulnerabilidad social, física y psicológica. Este consentimiento fue avalado por el comité de ética de la Universidad Militar Nueva Granada (Anexo 04) y dejó explícito las siguientes consideraciones:

- No se requirió que el participante consumiera ningún medicamento adicional a su prescripción actual, no se realizó ningún procedimiento médico ni terapéutico, ni se afectó ningún procedimiento médico o terapéutico que estuviese desarrollando rutinariamente.

- El desarrollo de la investigación implicó la participación en actividades como: reuniones y entrevistas personales.
- Se realizaron procesos de diagnóstico de sus estructuras corporales.
- El participante desarrollo actividades que involucraron el diligenciamiento de instrumentos como cuestionarios y formularios que buscarán un registro cualitativo o cuantitativo de sus impresiones particulares.

Considerando las actividades anteriormente enunciadas en los consentimientos informados, es posible afirmar que de acuerdo con lo establecido en la Resolución 8430/1993 del Ministerio de Salud, en el Artículo 11, literal b, las pruebas a ser realizadas se pueden considerar como investigación con riesgo mínimo. Sin embargo, se debe aclarar que la información recolectada es de índole personal, y conforme a lo dispuesto por la Ley 1581 de 2012, se considera información sensible. Por tal razón, los proponentes se comprometen a usar esa información únicamente con fines de investigación, a realizar un adecuado tratamiento de la información, guardando su total confidencialidad, garantizando su seguridad y acceso restringido, realizando un correcto almacenamiento, permitiendo la futura consulta, bajo los parámetros ya mencionados.

## **2.4. Diseño de la investigación**

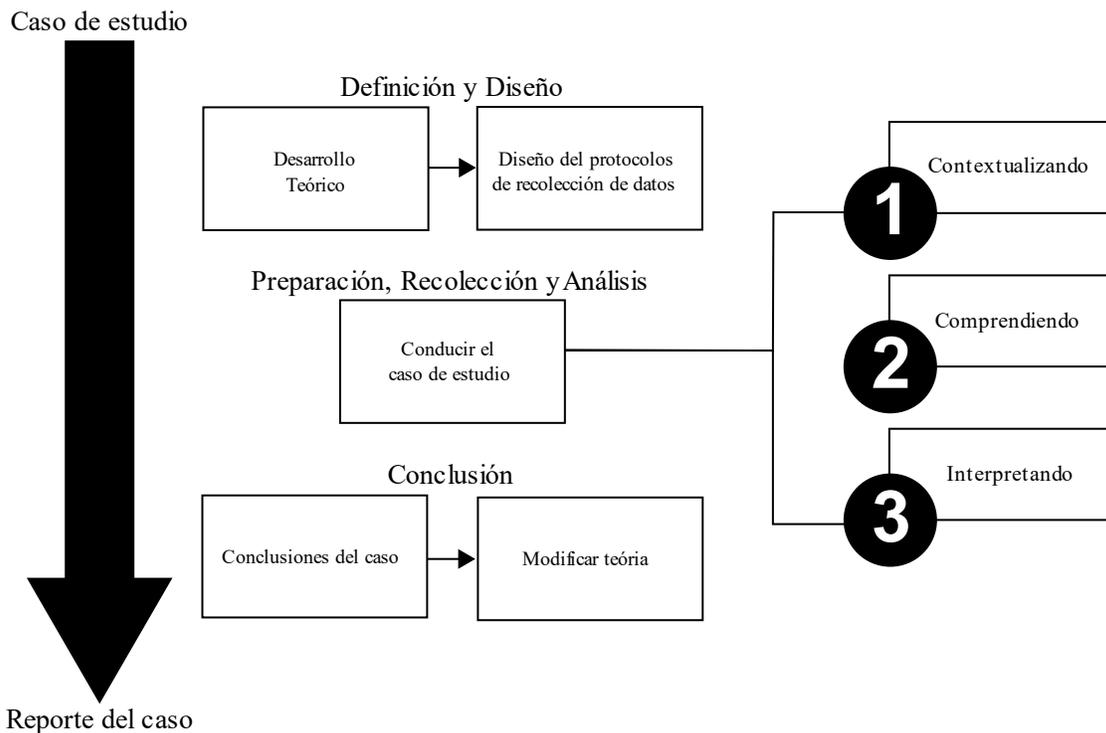
El tipo del diseño de investigación realizado fue narrativo, se enfocó en la recolección de datos en diferentes puntos del tiempo para registrar las interacciones que ayuden a pasar de un nivel descriptivo a otro interpretativo por medio de los cambios, sus causas y sus efectos del grupo de participantes (Hernández & Mendoza, 2018, p. 560). Sobre el caso de estudio se profundiza en la caracterización de la co-exploración. Lo anterior, se enuncia debido a que en las subetapas del caso de estudio se establecen interacciones por medio de comunicación escrita, verbal y no verbal expresando sus ideas, opiniones y reflexiones que emergen entre los participantes. Por lo tanto, la construcción de este fenómeno implica un diálogo de saberes que debe estar mediado por la objetividad como co-investigadores y como co-sujetos. Esto parte de la premisa de que las personas en un proceso de creación colectiva no son vistos como informantes sino como actores que comunican sus ideas y opiniones en la identificación de problemas por medio de la construcción colectiva de sentido (P. Jones, 2018; Manzini, 2015a, p. 170).

La recolección de datos en diferentes puntos del tiempo para realizar inferencias acerca de los cambios, sus causas y sus efectos del grupo de participantes (Hernández & Mendoza, 2018, p. 560). Lo anterior, con el propósito de observar la co-exploración en el prediseño donde

favorece la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para discapacidad motora. Para esto, se seleccionaron 2 sub-etapas del prediseño dentro del diseño de la investigación, lo cual permitió validar los hallazgos con los participantes, con el objetivo de examinar que los análisis realizados por el investigador no estuvieran influenciados por posturas individuales sino colectivas. Esto en aras de cumplir con el rigor necesario en la investigación mediante el proceso documental y seguridad en los resultados.

Para el diseño de la investigación se plantearon 3 etapas en correspondencia directa con los objetivos de investigación. Estas etapas fueron definidas como: una etapa inicial de contextualizando, seguida de una etapa de comprendiendo y finalizando con una etapa de interpretando (Figura 4).

**Figura 4.** Diagrama de diseño de la investigación



## 2.5. Recolección de datos

En esta sección se presenta el proceso de recolección de datos en las etapas definidas como contextualizando, comprendiendo e interpretando (Tabla 2) el cual permitió documentar el proceso de co-diseño en la fase de prediseño. A continuación se describen los procedimientos en cada etapa:

**Tabla 2.** Etapas de recolección de datos

Sub-etapas del prediseño	Etapas de la investigación	Técnica	Documentación
Interpretaciones iniciales	Contextualizando	Sonda cultural	Matriz de observación
	Comprendiendo	Sonda cultural	Matriz de observación
		Sonda cultural	Matriz de observación
Interpretaciones y resultados	Interpretando	Cuestionario	Respuestas

## 2.6. Análisis de datos

El análisis de los datos se orientó a proveer de un mayor entendimiento los significados y experiencias de los participantes en función de la acción comunicativa de las ideas, comentarios y aportes fundamentados en el diálogo. Así mismo, los resultados obtenidos permitieron hacer varias inferencias respecto a los cambios de forma longitudinal de las interacciones entre los participantes, obteniendo así, hallazgos y conclusiones del proyecto de investigación.

Para las etapas contextualizando y comprendiendo se implementaron tres métodos de análisis. El primero, el modelado estructural interpretativo (Sushil, 2012; Warfield, 1974b, 1974a) el cual se integra con el segundo método de análisis de multiplicación de matrices de impacto cruzado (MICMAC) (Godet, 1986) y el tercero, el método de análisis de redes sociales

-ARS- (Moreno & Jennings, 1938; Wasserman & Faust, 1994).

El modelado estructural interpretativo (siglas en inglés ISM) se ocupa de la representación de un sistema mediante la aplicación sistemática e iterativa de la teoría de grafos, definiendo un grafo como un conjunto de nodos unidos por aristas (Wasserman & Faust, 1994), lo que resulta en un grafo direccional de un sistema complejo para determinar las relaciones contextuales entre un conjunto de elementos. Es decir, el ISM se puede definir como un proceso que transforma los modelos mentales poco claros en sistemas visibles y definidos.

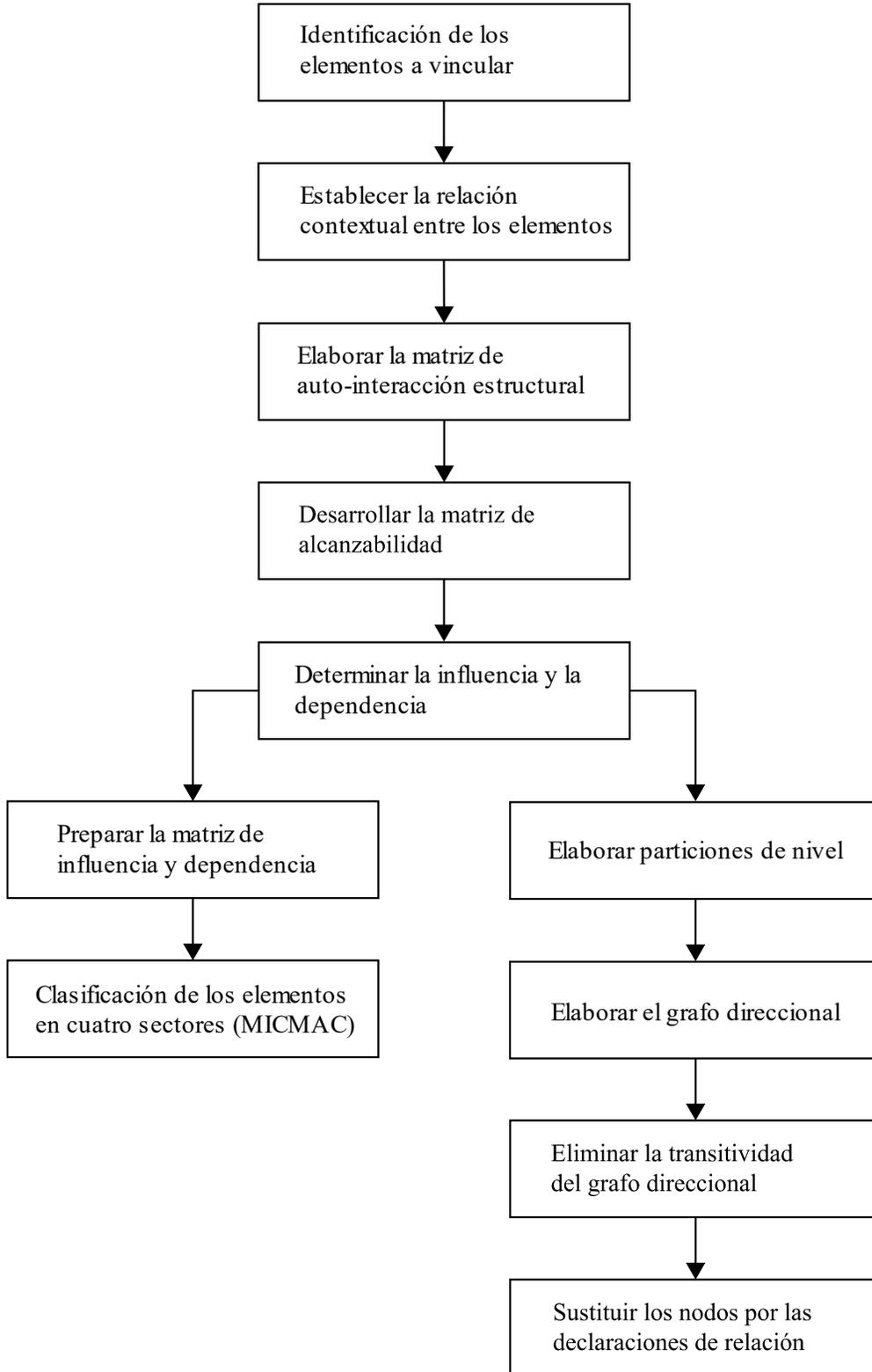
El método mencionado anteriormente se integró con el método de análisis de multiplicación de matrices de impacto cruzado (MICMAC) propuesto por Godet (1986), que

complementa el método ISM para la comprobación de los resultados obtenidos en los sistemas de modelos dinámicos (Oliva, 2004).

El análisis de redes sociales o ARS está fundamentado en la teoría de grafos, este permite interpretar un sistema social complejo que es presentado por un determinado número de relaciones establecidos por actores sociales, en este caso en particular, son las relaciones entre los mensajes que tienen una emisión y recepción entre los actores. En tal sentido, este análisis permite ayudar a la comprensión del proceso de ISM con base en la representación de las relaciones entre los mensajes, por medio del concepto de centralidad de grado ponderado (Murphy & Jones, 2020; Wasserman & Faust, 1994).

Finalmente, la integración de estos tres métodos de análisis permite apoyar los procesos de toma de decisiones para la solución y diseño de respuestas en diversas aplicaciones (Dawood & Underwood, 2010; Karadayi-Usta, 2020; Rade et al., 2017; Sharma et al., 2017). Por lo tanto, estos métodos de análisis prospectivos permiten identificar posibles oportunidades, así como establecer una variedad de posibles enfoques para la resolución de problemas por medio de datos extraídos del mundo real para la modelización e interpretación. A continuación, en la Figura 5 se presentan los pasos para el ISM integrado con MICMAC (Sharma et al., 2017; Vinodh et al., 2016).

***Figura 5. Diagrama del proceso del modelo ISM***



*Nota: Tomado de (Rade et al., 2017; Sharma et al., 2017; Sushil, 2012)*

## 2.7. Procedimiento

En esta sección se presenta el proceso de recolección y análisis de datos por medio de las etapas definidas: contextualizando, comprendiendo e interpretando. Los cuales fueron obtenidos durante la fase de prediseño, y posteriormente analizados cada vez que finalizaba una etapa. Lo anterior, permitió presentar los resultados al grupo de diseño para ser interpretados con el propósito de compartir a los participantes la representación de la co-exploración para la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para la discapacidad motora.

### 2.7.1. Contextualizando

Para esta etapa se implementó una técnica de recolección de datos desde el diseño participativo (E. B. N. Sanders & Stappers, 2014) la cual se denomina sonda cultural. Esta técnica es implementada en la fase temprana de diseño como una forma de exploración e identificación de características emergentes en los procesos de diseño. La sonda cultural puede ser definida como el diseño de un paquete de artículos que tienen una intención específica y son implementadas por medio de una actividad, tiene como propósito la recolección de ideas, opiniones y reflexiones de los participantes (Gaver et al., 1999; E. B. N. Sanders & Stappers, 2014).

Por lo anterior, para esta etapa de la investigación se diseñó un protocolo (Anexo 05) como guía para la interacción en el espacio de co-diseño, la actividad se denominó “Diálogo de saberes” y consistió en tres momentos: pre-encuentro, encuentro presencial y encuentro virtual.

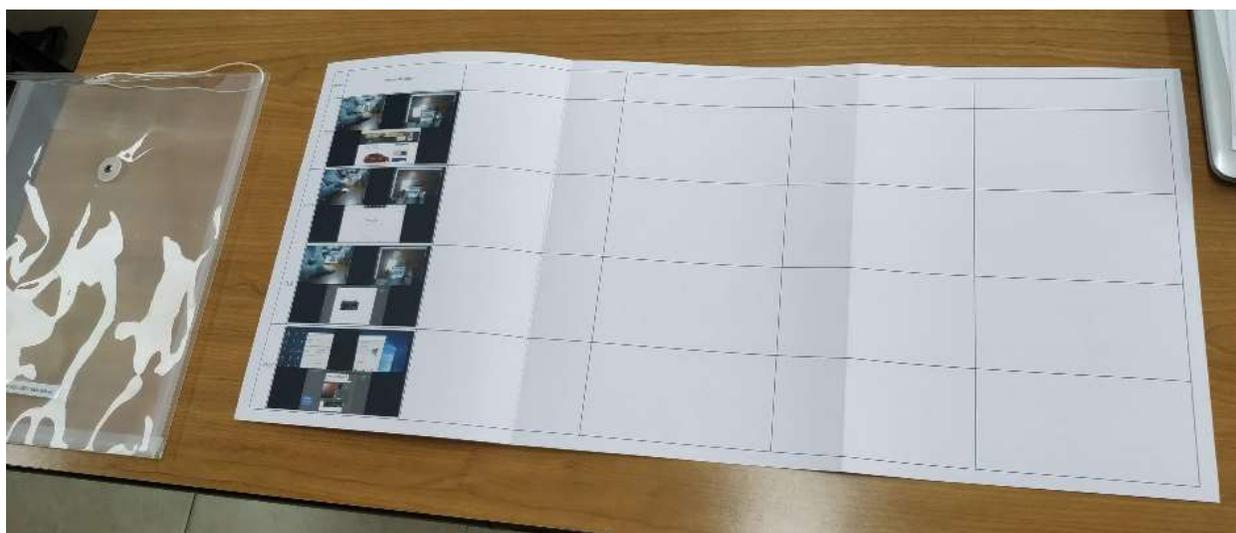
#### 2.7.1.1. *Espacio de co-diseño #1*

El pre-encuentro tenía como propósito solicitar a los participantes que observaran y escucharan un recurso audiovisual desde su inicio a fin. Adicionalmente, deberían resaltar los aspectos de su interés con una descripción corta y anotar el tiempo al cual hace referencia cada uno. Así mismo, los participantes debían llevar al encuentro presencial una hoja con las descripciones en forma textual con cada uno de los tiempos descritos. Por último, se solicitó a los participantes que seleccionaran cuatro momentos más relevantes con el respectivo instante de tiempo y enviarlos por correo electrónico.

**Procedimiento.** Para el encuentro presencial, se entregó la sonda cultural que contenía un lapicero con un color diferente para cada participante, esto permitió diferenciar las contribuciones escritas en un papel diagramado en forma de cuadrícula. Ahora bien, la disposición del esquema en papel tenía en la primera columna máximo cuatro imágenes que fueron obtenidas de forma previa mediante una actividad realizada por la persona-usuario. Así

mismo, en la primera fila cada participante podía indicar un máximo de cuatro categorías de observación (Figura 6). En ese sentido, en la intersección entre la imagen y la categoría se ubicó un espacio para que los participantes describieran las ideas y opiniones respecto a la observación previa. Para esto se usó la pregunta *¿Qué características puede describir en la imagen desde su perspectiva profesional?* Además, se indicó a los participantes que podían usar su hoja con sus observaciones generales.

**Figura 6.** Diagramación de la sonda cultural para el espacio de co-diseño #1.



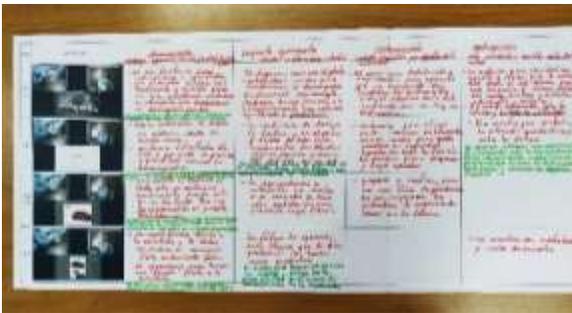
De forma posterior, se intercambiaron las sondas culturales entre los participantes de forma aleatoria, y se indicó a los participantes que escribieran o complementaran la o las características de su interés sobre las ideas presentadas en la sonda cultural. Para esto se usó la pregunta *¿Qué características puede describir o aportar desde la clasificación e imagen representada en la matriz desde su perspectiva profesional?* Este procedimiento se debía repetir seis veces debido al número de participantes en la actividad (Figura 7). Sin embargo, debido al tiempo que se tenía por parte de los participantes, este procedimiento solo se realizó tres veces. Por último, se capturó la imagen de cada sonda cultural (Figura 8) y retornándose después a cada participante para que pudiese leer e interpretar los comentarios realizados por el grupo de diseño.

Es de anotar que para esta etapa el participante del área de psicología no pudo asistir a la actividad. Sin embargo, realizó parte de ella de forma remota describiendo las categorías de observación (Anexo 06). En consecuencia, el participante no pudo obtener la retroalimentación mediante los aportes de los demás participantes.

**Figura 7.** Disposición del espacio de co-diseño #1



**Figura 8.** Datos obtenidos del espacio de co-diseño #1



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

*Nota. (a) Sonda cultural del diseñador. (b) Sonda cultural del facilitador. (c) Sonda cultural del interesado. (d) Sonda cultural del ingeniero. (e) Sonda cultural de la médica. (f) Sonda cultural de la persona-usuario.*

El encuentro virtual se realizó por medio de una invitación vía correo electrónico para acceder a un formulario (Anexo 07). Esta actividad tenía como propósito definir las categorías de observación por medio de la interpretación individual y colectiva mediante la implementación de la sonda cultural. Para esto cada participante definió unas categorías de observación por medio de la interpretación de los comentarios realizados por los demás participantes (Anexo 08). Como resultado, el grupo de diseño definió 23 categorías de observación (Tabla 3) por medio de la integración de los datos de los participantes.

Posteriormente, el primer paso como lo establece el ISM es la *identificación de los elementos a vincular*, esta es presentada en la Tabla 3 como el resultado obtenido del grupo de diseño, en el cual identificaron 23 categorías de observación como elementos a vincular en el ISM.

**Tabla 3.** *Identificación de los categorías de observación*

ID	Categoría de observación	Dominio	Descripción
n1	Interacción con el espacio físico	Ingeniería	Se refiera a toda interacción física con el espacio de trabajo. En este caso se debe entender que la manipulación de mouse y del teclado tienen una doble interpretación, como un elemento físico y como un artefacto de interacción, en este punto se debe entender la sola interacción física, la manipulación de objeto físico.
n2	Interacción conceptual con la actividad	Ingeniería	Se refiere a los procesos conceptuales que realiza el usuario mientras ejecuta la tarea. Interpretación, análisis, composición, abstracción, etc.
n3	Entorno	Interesado	Son los elementos tangibles que intervienen en los procesos que el sujeto desea realizar al igual que el ambiente de trabajo, y como afectan de manera positiva o negativa en la culminación de los mismos; se puede terminar el trabajo con resultados positivos, pero si no se disfrutó el proceso las expectativas recibidas no son positivas. Elementos como el mouse y el computador no tienen condiciones óptimas por lo que le obliga a desplazar de forma constante el equipo de trabajo.
n4	Racionalidad	Facilitador	Entendida como la capacidad que permite pensar, evaluar, entender y actuar de acuerdo a especificaciones, para satisfacer algún objetivo o finalidad.
n5	Interacción relación productiva por objetivo de la actividad	Diseño	Todo hacer del individuo o grupo se enmarca en una actividad que es productiva para la sociedad. La actividad se entiende y dimensiona desde su objetivo, tanto para el individuo desde lo que le atañe como al grupo, como el gran beneficiario de

			<p>la misma. Entender el desempeño de los individuos en una actividad requiere estudiarla desde las Fases en que se realiza hoy, con objetivos específicos, y distinguiendo en ellas las tareas y acciones que nos indican sus particulares alcances y objetivos, todos encadenados para establecer un congruente accionar, operar y realizar procesos que eleven el rendimiento de aquello y aquellos que intervienen. La interacción es la capacidad de lectura perceptual y experimentada de aplicar componentes de un entorno técnico para dar solución a problemas en un hacer objetivado.</p>
n6	Mesa de trabajo	Medicina	<p>La superficie de trabajo es el área para desempeñar sus actividades debe considerarse, debe tener una superficie amplia, libre de obstáculos que limiten el desplazamiento del miembro superior donde los elementos de trabajo sean accesibles, aunque no necesariamente con soportes, pero en la cual la Persona-usuario se sienta cómodo porque será el lugar donde desarrolle sus actividades.</p>
n7	Posición de persona-usuario	Medicina	<p>Se encuentra recargado sobre el espaldar de la silla lo que le permite alejarse de la pantalla para lograr una mejor visualización de la misma, además se observa constantes maniobras de adaptación y esfuerzos innecesarios y el uso de la otra mano para la estabilización del equipo de trabajo, lo que genera una constante carga física y mental y lo que lo hace menos operante a satisfacción y fatiga</p>
n8	Elementos de trabajo	Medicina	<p>El mouse y el computador no tienen una superficie homogénea para el deslizamiento, lo que le obliga un reposicionamiento y movilización constante no</p>

				sólo del equipo de trabajo sino de los demás elementos para sus actividades laborales que le permitirán desenvolverse adecuadamente en su entorno social y laboral y pueden considerarse una oportunidad para lo que se espera realice como ingeniero.
<b>n9</b>	Ordenador como herramienta de trabajo	Persona-usuario		Teniendo en cuenta que, para una actividad como la creación de un diseño de portada de revista, realizarla en un portátil no afectaría el resultado si su funcionamiento fuera igual a cualquier otra máquina, Considero hay que tener en cuenta modo de usabilidad, comodidad e interacción con el sistema si una persona tiene movilidad reducida en miembros superiores, y como futuro profesional de ingeniería adaptarse al cambio requiere de tiempo en el proceso.
<b>n10</b>	Sitio de trabajo	Persona-usuario		Conocido por el usuario, donde pasa la mayor parte de su tiempo para realizar sus trabajos, lo considera cómodo y tranquilo, aunque el dispositivo que utiliza como herramienta de trabajo no es el mismo que generalmente hace uso en su sitio de trabajo.
<b>n11</b>	Interacción con la interfaz de usuario	Ingeniería		Se refiere a todo proceso de interacción con la interfaz de usuario, movimientos y click con el mouse, uso del teclado, interacción con el sistema operativo, interacción con el software, etc. En otras palabras, toda mediación con cualquier artefacto de interacción.
<b>n12</b>	Comodidad y desplazamiento	Interesado		El desempeño del sujeto en cada actividad está relacionado con su experiencia en la misma, y con las tareas que debe realizar en cada momento de su vida. La posibilidad de llevar a cabo sus actividades con total libertad y éxito están relacionadas con la comodidad y facilidad en la

			que puede realizar los movimientos, en la medida que esto produzca satisfacción, más que en los resultados obtenidos, siendo el confort más importante mientras la realiza, que la actividad en si.
<b>n13</b>	Proceso de diseño	Facilitador	Un acto creativo que consiste en realizar un conjunto de actividades coordinadas y controladas, desarrolladas con el fin de alcanzar un objetivo para conformar requerimientos específicos y la conformación de ideas, incluyendo restricciones de tiempo, costo y recursos.
<b>n14</b>	Operatividad	Facilitador	Capacidad para realizar funciones o ejecuciones de forma ordenada y sistemática sobre un dispositivo para desarrollar una acción y conseguir un objetivo de forma eficaz.
<b>n15</b>	Desempeño (aprendizaje, experiencia, precisión, prontitud, satisfacción)	Diseño	El desempeño de un individuo en una actividad cualquiera, está ligada a su experiencia en la misma, sea esta derivada de actividades similares o no, en cualquier caso, el aprendizaje o entrenamiento previo marca en mucho en su capacidad de resolución de los problemas y sus circunstancias específicas. La capacidad de desempeñarse conlleva un grado de error en su hacer mental y/o físico, lo cual se debe considerar en el marco de la técnica involucrada y la eficiencia esperada, el menor número de errores posibles es un rango que debe contemplarse en función del tiempo para hacer de manera óptima lo esperado, esta es la precisión a observarse. La prontitud con que, desde sus posibilidades físicas y mentales, se es capaz de realizar las tareas solicitadas, siempre en el marco de la mayor eficiencia de los recursos involucrados. La

	<p>posibilidad de desempeñarse implica exponerse a la condición del grupo humano con una base de metas, sueños y anhelos que se desean alcanzar como parte del grupo y como recurso para alcanzar su realización. en la medida que esto se procura se logran grados de satisfacción y seguridad que le mantiene y proyectan en su hacer.</p>
<p><b>n16</b> Conjunto operante mandos en esfuerzo de la actividad Diseño</p>	<p>Todo artefacto, software u obra de cualquier índole que despliega desde su función y posible uso, aspecto, forma y componentes que se configuran como de posible lectura por parte de los individuos. el diseño de aquellos componentes que viabilizan el uso, alcance práctico de la obra, son denominados mandos y se integran al conjunto operante: Individuo (usuario), artefacto (obra, software, instrumento) en el cual el individuo se adapta a las condiciones tecnológicas de operación y el artefacto se acopla a las capacidades y características del usuario, todo dentro del entorno en que se desarrolla la actividad. La interrelación de estos componentes se dimensiona desde la productividad esperada por el conjunto.</p>
<p><b>n17</b> Motivación retos individuales y social en la actividad Diseño</p>	<p>El individuo halla en su hacer y proyección dentro de un grupo social diversas motivaciones personales tanto como aquellas que le vinculan y hacen miembro activo de un grupo. Las motivaciones, son resultado de las emociones, son de diverso orden, temporalidad que incitan a la acción, moviendo a la conducta. Las motivaciones representan tanto logros por alcanzar, por vivir, como el reconocimiento esperado por los mismos, se consideran tanto</p>

			<p>aquellas que son producto de un aprendizaje, formación, así como las emociones innatas y los impulsos generales emocionales, por lo que las condiciones físicas están íntimamente relacionadas con las metas, sentimientos y posibilidades de desempeño del individuo.</p>
<b>n18</b>	Software utilizado	Persona-usuario	<p>Es una herramienta conocida por el usuario, el cual tiene conocimientos básicos, faltó hacer un estudio previo para realizar la actividad con el fin de desenvolverse con naturalidad con el software y no improvisar, el uso de comandos, scroll, movimiento del mouse son indispensables para la interacción con el software el cual evidencia dificultad.</p>
<b>n19</b>	Grabación de la actividad	Persona-usuario	<p>Genera en el participante presión al sentirse observado perdiendo el dominio, naturalidad y relajación en su espacio de trabajo induciendo incomodidad y estrés, ya que normalmente no está acostumbrado a este tipo de invasión a la privacidad para realizar su trabajo.</p>
<b>n20</b>	Lenguaje	Psicología	<p>Se evidencio durante el trascurso del video que Persona-usuario posee disposición al comunicarse, el flujo de lenguaje es controlado, su tono de voz es adecuado y el contenido del discurso es productivo y coherente en donde se evidencian su nivel de conocimientos</p>
<b>n21</b>	Funcionamiento sensorial motor	Psicología	<p>Dificultades en motricidad fina entendiéndose como el agarre del mouse</p>
<b>n22</b>	Funcionamiento cognoscitivo	Psicología	<p>Se evidencia durante todo el video que Persona-usuario posee sentido de orientación, tiempo, lugar y persona</p>
<b>n23</b>	Insigh y juicio	Psicología	<p>Posee conciencia de la problemática en relación con su movilidad</p>

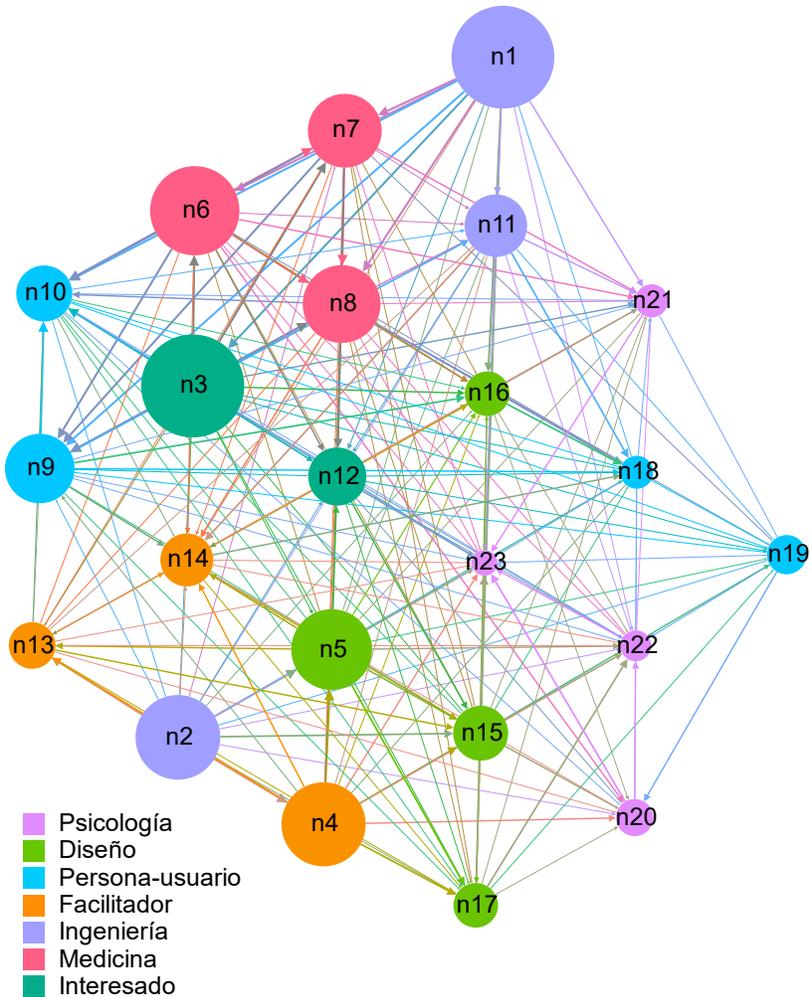
*Nota:* la información contenida en esta tabla corresponde a datos literales de los participantes.

En una segunda iteración, se realizó una actividad remota mediante invitación vía correo electrónico (Anexo 09) con el fin de acceder a un documento que presentaba las 23 categorías de observación de forma vertical y horizontal, esto con el propósito de establecer relaciones contextuales entre las categorías de observación. Ahora bien, cada participante estableció un valor de relación que dependía de si la intersección de categorías tenía relación o no. Para esto el participante asignó un valor de 0,0 (sin relación) o 1,0 (con relación) obteniendo la interpretación individual (Anexo 10).

Una vez se recopilaron los datos, se integraron en una única matriz relacional denominada “matriz de saberes” considerada como una sociomatrix (Moreno & Jennings, 1938; Wasserman & Faust, 1994), pues son mensajes emitidos por actores sociales. Posteriormente, los valores se normalizaron para establecer una relación ponderada entre 0,0 y 1,0. Este valor ponderado permitió establecer el grado de relación de forma entre dos categorías de observación. Si el valor ponderado era 1,0 indicaba que todos los participantes reconocían una relación completa entre dos categorías, y si el valor era 0,0 indicaba que las categorías no tenían relación entre ellas (Anexo 11).

Así mismo, el segundo paso del ISM *establecer la relación contextual entre los elementos*, se obtuvo como resultado en la construcción de la “matriz de saberes” (Anexo 11), la cual estableció el grado de relación entre las categorías de observación. En tal sentido, para representar estas relaciones entre categorías se utilizó el ARS que permite establecer relaciones entre actores sociales, patrones e implicaciones de estas relaciones. Este método se fundamenta de la teoría de grafos en dirección a representar atributos de una red. Desde el punto de vista del ARS, el entorno social puede expresarse como patrones o regularidades en las relaciones entre las unidades que interactúan. Estos patrones se pueden identificar en las relaciones como una estructura. Obteniendo así, un grafo (Figura 9) que representa las relaciones ponderadas que se establecieron por el grupo en los diferentes espacios de co-diseño. Un atributo que proviene de la teoría de grafos se denomina el grado del nodo de una sociomatrix, este se define como el número de relaciones (líneas) que inciden en el nodo (Wasserman & Faust, 1994).

**Figura 9.** La representación de sistema complejo en un grafo a partir de las interpretaciones del grupo de diseño.



En este grafo dirigido se puede obtener dos medidas que dependen del grado de entrada (el número de mensajes recibidos) y del grado de salida (el número de mensajes enviados). Por lo tanto, el valor total de la suma de la fila respecto a un nodo equivale al grado de salida de ese nodo, y el valor total de la suma de la columna respecto a un nodo equivale al grado de entrada de ese nodo (Freeman, 1978).

Por lo anterior, se puede establecer dos características con respecto a las entradas y salidas de relaciones que puede tener un nodo. La primera, correspondiente a la influencia, esta es representada por el número de relaciones que salen del nodo. La segunda, como un indicador de notoriedad, esta dependerá del número de relaciones en la dirección de entrada a un nodo.

De la misma manera, la centralidad del grado de un nodo se puede establecer mediante la relación entre dos nodos que puede tener un valor entre 0,0 y 1,0. Además, las características de influencia o notoriedad puede variar entre cada relación. En este caso el sistema es

modificado y es analizado como redes ponderadas (Opsahl et al., 2010) dentro de la teoría de grafos.

Finalmente, esta etapa de recolección y análisis permitió definir, compartir y reflexionar aspectos de cada disciplina como un diálogo no verbal entre los participantes, estableciendo una identificación inicial y las relaciones contextuales entre las categorías desde una interpretación colectiva inicial.

### **2.7.2. Comprendiendo**

En esta etapa se recolectaron los datos en dos momentos, cada momento se estableció como un espacio de co-diseño a través de una sonda cultural. Así mismo, esta etapa se fundamenta con base en los datos obtenidos en la etapa anterior. La sonda cultural tuvo como propósito recolectar las ideas colectivas y percepciones de las relaciones contextuales entre las categorías de observación (Gaver et al., 1999; E. B. N. Sanders & Stappers, 2014; Sushil, 2012).

Para diseñar la actividad del espacio de co-diseño de analizaron los datos obtenidos en el espacio de co-diseño #1, esto con la finalidad de agrupar las categoría de observación que tuviesen un grado de influencia mayor en relación con el resto del sistema. La Tabla 4, presenta la centralidad del grado ponderado, esta tabla está compuesta en la primera columna por SN, que corresponde a cada categoría de observación, la columna grado de entrada ponderado es equivalente al grado de notoriedad, la columna grado de salida ponderado es equivalente al grado de influencia y finalmente encontramos el grado ponderado, que establece el grado de centralidad del nodo. En tal sentido, los valores bajos indican que la categorías de observación no tienen una representatividad en el sistema, bien sea como influencia o notoriedad. Por el contrario, los valores altos tienen visibilidad en el sistema. Por lo anterior, se representan el grafo en relación con el grado de influencia representado por el tamaño del nodo (Figura 9), es decir, cuando un nodo tienen un área de color mayor, esto indica que tiene una influencia mayor en el sistema y las convenciones de color permiten ubicar a los participantes.

Obteniendo así, un subgrafo que representa las categorías de observación con el grado de influencia significativo. La Figura 10, resalta 10 nodos representativos en el sistema debido a su alto grado de influencia frente a los otros elementos. Así mismo, las interrelaciones que son visibles entre los nodos del subgrafo simbolizan una similitud conceptual a partir de la relaciones establecidas por el grupo de diseño. En tal sentido, se establecieron unos grupos de categorías de observación como recurso para el diseño del protocolo para esta etapa.

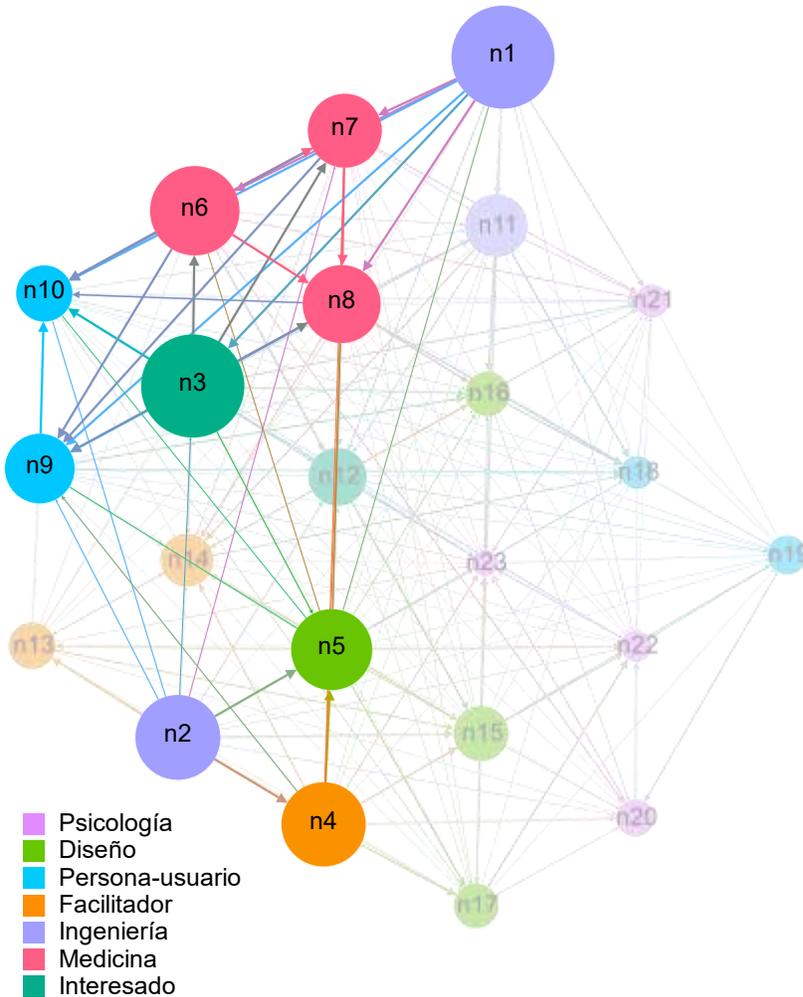
Por lo anterior, se diseñó un protocolo como guía para la interacción en el espacio de co-diseño, la actividad se denominó “Construcción de sentido colectivo” y consistió en dos momentos: el primero llamado *identificando relaciones* y el segundo *construyendo significados*.

**Tabla 4.** La centralidad del grado ponderado

SN	Grado de entrada ponderado	Grado de salida ponderado	Grado ponderado
n1	0	10,55	10,55
n2	0	8,07	8,07
n3	1,29	10,58	11,87
n4	1	7,99	8,99
n5	2,57	7,54	10,11
n6	2,14	8,69	10,83
n7	3,57	6,57	10,14
n8	4,28	7,13	11,41
n9	5,86	5,99	11,85
n10	5,99	4,15	10,14
n11	4,41	5,03	9,44
n12	5,99	4,43	10,42
n13	3,99	2,86	6,85
n14	7,42	3,72	11,14
n15	6,13	4,01	10,14
n16	8	2,58	10,58

n17	5,34	2,58	7,92
n18	6,3	0,99	7,29
n19	3,29	1,85	5,14
n20	4,89	1,57	6,46
n21	7,7	1	8,7
n22	7,71	0,71	8,42
n23	10,72	0	10,72

**Figura 10.** Subgrafo de categorías de observación con grado de influencia significativo.



### 2.7.2.1. Espacio de co-diseño #2

Para el momento *identificando relaciones*, el grupo de participantes fue dividido en dos subgrupos como estrategia de proximidad entre ellos, por medio de un diseño paralelo (Arlati et al., 2019) o diseño coordinado (Nielsen, 1992). Subgrupo 1, integrado por los participantes de diseño, psicología, el interesado y el facilitador. Subgrupo 2, integrado por los participantes de medicina, ingeniería y persona-usuario.

**Procedimiento.** Se entregó una sonda cultural a cada subgrupo que contenía 13 categorías de observación con sus respectivas descripciones separadas e impresas. Además, se entregaron cuatro hojas en blanco y dos resaltadores de color diferente, un lápiz y un borrador. Cada categoría de observación y las hojas en blanco tenían un identificador en la esquina superior derecha con valores de 1 hasta 4.

El objetivo del identificador consistió en agrupar las categorías de observación que tenían una relación significativa entre ellas para que el grupo dialogará y se establecieran consensos,

entonces las categorías podían fusionarse, complementarse, mantenerse o crear nuevas categorías.

Para el identificador número 1, se estableció un grupo de categorías (entorno, sitio de trabajo e interacción con el espacio físico). El número 2 agrupaba las categorías (interacción relación productiva por objetivo de la actividad, racionalidad e interacción conceptual con la actividad). El número 3 agrupaba las categorías (ordenador como herramienta de trabajo, mesa de trabajo y elementos de trabajo). Y en el número 4 estaba la categoría (posición de persona-usuario) como se muestra en la Figura 11 y Figura 12.

Ahora bien, cada subgrupo debía dar lectura a cada grupo de categorías y resaltar aspectos textuales en las descripciones para establecer posibles relaciones entre las categorías de forma paralela. Al final, entre los subgrupos compartían el resultado entre sí y establecían un consenso para determinar si las categorías podían fusionarse, complementarse, mantenerse o crear nuevas categorías.

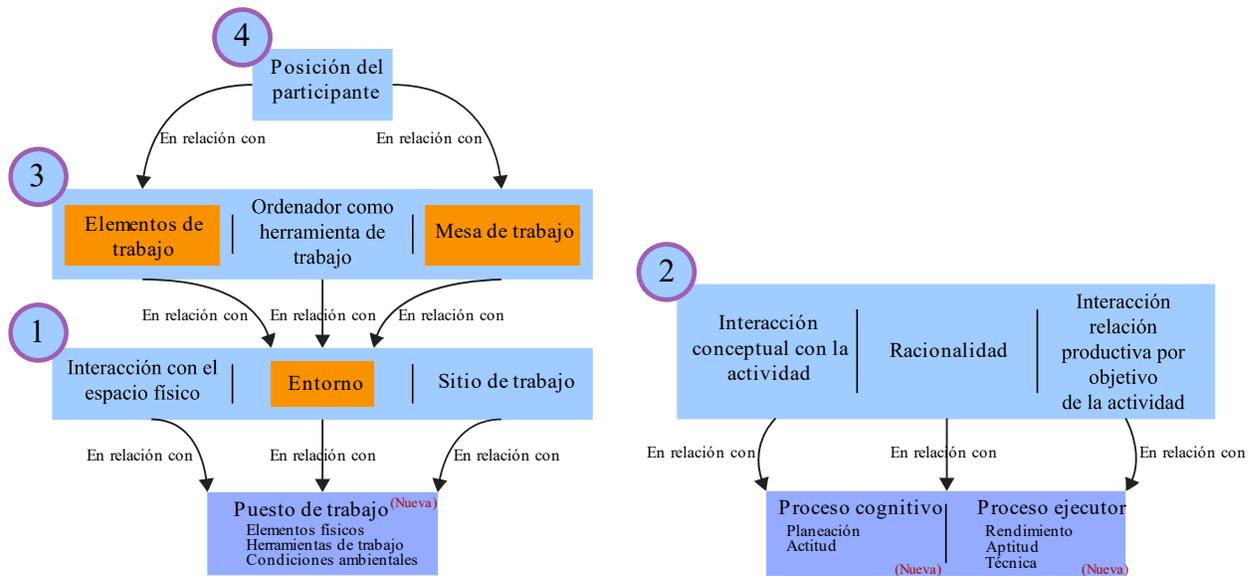
Finalmente, la recolección de los datos durante las interacciones entre los participantes se puede observar en la Figura 11 y Figura 12. Cabe resaltar que al finalizar el espacio de co-diseño el grupo en consenso estableció tres nuevas categorías: proceso cognitivo, proceso ejecutor y puesto de trabajo, que fusionaban las categorías de observación. En tal sentido, emergieron unas categorías colectivas que debían ser definidas por el grupo, y para este fin se realizó otro encuentro entre los participantes.

**Figura 11.** Datos obtenidos del espacio de co-diseño #2 de los dos subgrupos con el identificador 1.



categorías de observación. Para esto emergieron tres nuevas categorías colectivas enunciadas por el grupo de diseño. El proceso de asociación entre las categorías se presenta en la Figura 13 mediante cuatro iteraciones, las cuales dieron como resultado la toma de decisiones con respecto a la unificación de las categorías de observación en relación con las tres nuevas categorías colectivas.

**Figura 13.** Diagrama del proceso de unificación entre las categorías de observación colectiva.



En consecuencia, a la unificación de las categorías de observación se calculó la distribución ponderada (Patil, 2014; Singh & Das, 2020) a partir de cada categoría fusionada en función del coeficiente de relación. En otras palabras, el valor del grado de cada categoría fusionada es distribuido en todas las relaciones adquiridas por la nueva categoría fusionada. Por consiguiente, se cuantificaron los valores calculados de las relaciones de salida de cada categoría (Tabla 5). Por otra parte, el grupo de diseño no determinó una relación completa entre “Interacción conceptual con la actividad”, “Racionalidad”, “Interacción relación productiva por objetivo de la actividad” ( $n_2, n_4, n_5$ ). Por otro lado, a las dos nuevas categorías  $n_{25}$  que corresponde al “Proceso cognitivo” y  $n_{26}$  que corresponde al “Proceso de ejecutor” se calculó la distribución ponderada asignando el mismo valor de coeficiente de relación a las nuevas categorías ( $n_2, n_4, n_5$ )  $\rightarrow$  ( $n_{25}, n_{26}$ ).

Finalmente, como resultado se obtuvo un grafo que representa el grado ponderado de cada categoría mediante el tamaño del nodo, y las relaciones como resultado de la construcción de sentido del grupo de diseño (Figura 14). En tal sentido, se obtuvo como resultado la nueva

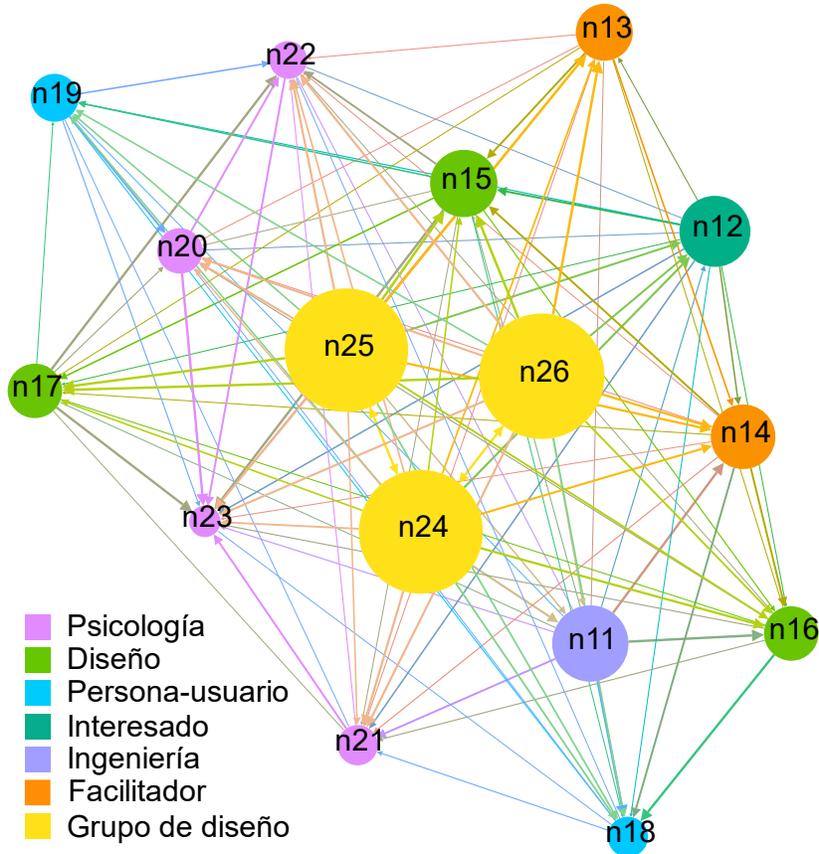
categoría  $n_{24}$  que corresponde a “Puesto de trabajo”, así mismo, la fusión  $n_{24} \rightarrow (n_1, n_3, n_{10})$ , basado en las fusiones  $n_3 \rightarrow (n_6, n_8)$ , y  $(n_6, n_8) \rightarrow n_7$ .

**Tabla 5.** La centralidad del grado ponderado como resultado de la distribución ponderada entre categorías fusionadas.

SN	Grado de entrada ponderado	Grado de salida ponderado	Grado ponderado
n11	1,92	5,03	6,95
n12	2,7	4,43	7,13
n13	3,02	2,86	5,88
n14	4,37	3,72	8,09
n15	4,8	4,01	8,81
n16	4,62	2,58	7,2
n17	4,07	2,58	6,65
n18	4,96	0,99	5,95
n19	3,34	1,85	5,19
n20	4,62	1,57	6,19
n21	5,58	1	6,58
n22	6,63	0,71	7,34
n23	8,91	0	8,91
n24	1,46	10,35	11,81
n25	0,76	10,31	11,07

n26	0,76	10,53	11,29
-----	------	-------	-------

Figura 14. Grafo resultante de la primera iteración integrando las categorías colectivas.



### 2.7.2.2. Espacio de co-diseño #3

Para este espacio de co-diseño *construyendo significados*, se estableció una actividad previa al encuentro presencial de forma individual, esto fue gestionado por medio de una invitación vía correo electrónico para el acceso a un formulario en línea (Anexo 12). Esta actividad tenía como propósito la definición de las tres nuevas categorías que emergieron anteriormente, así mismo, los datos obtenidos permitieron diseñar la actividad de co-diseño (Anexo 13).

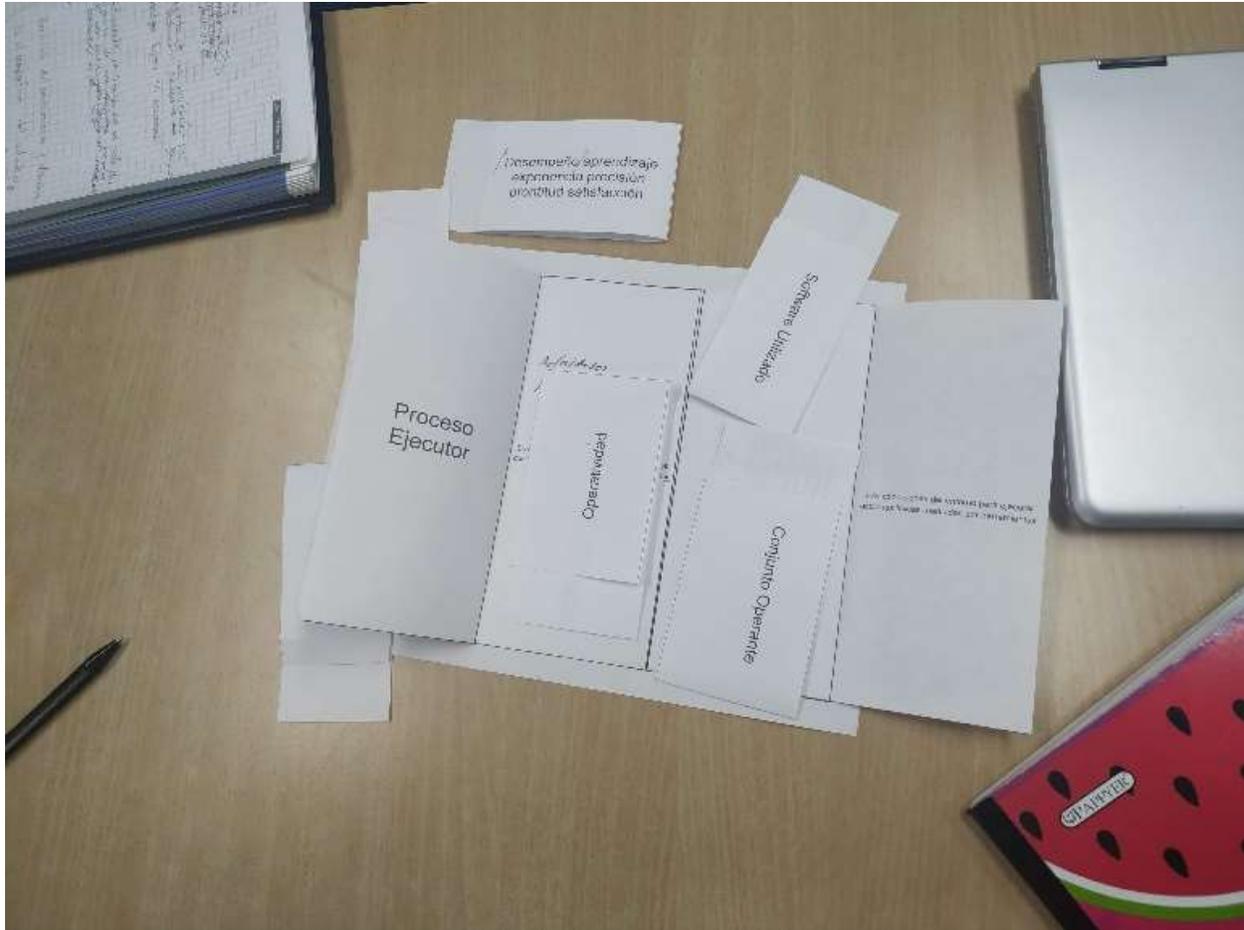
En la disposición del espacio de co-diseño se mantuvo la separación en dos subgrupos, pero se intercambiaron los integrantes. El subgrupo #1 integrado por los participantes de medicina, persona-usuario y el facilitador y el subgrupo #2 conformado por los participantes de ingeniería, psicología y el interesado (Figura 15). No obstante, el participante de diseño no estuvo presente en el taller debido a que se le presentó un inconveniente de índole personal.

**Figura 15.** Disposición del espacio de co-diseño #3



De forma posterior, se entregó una sonda cultural a cada subgrupo que contenía seis categorías de observación con su respectiva descripción. Además, se entregó un lápiz, un borrador y una hoja que contenía las tres nuevas categorías con su respectiva descripción recopilada anteriormente (Figura 16). El propósito de la sonda cultural fue establecer las definiciones de las nuevas categorías y agrupar las categorías de observación que tenían una relación significativa entre ellas, con el fin de generar un diálogo en el grupo y así establecer consensos si las categorías podían fusionarse, complementarse, mantenerse o crear nuevas categorías.

**Figura 16.** Diseño de la sonda cultural para el espacio de co-diseño #3.

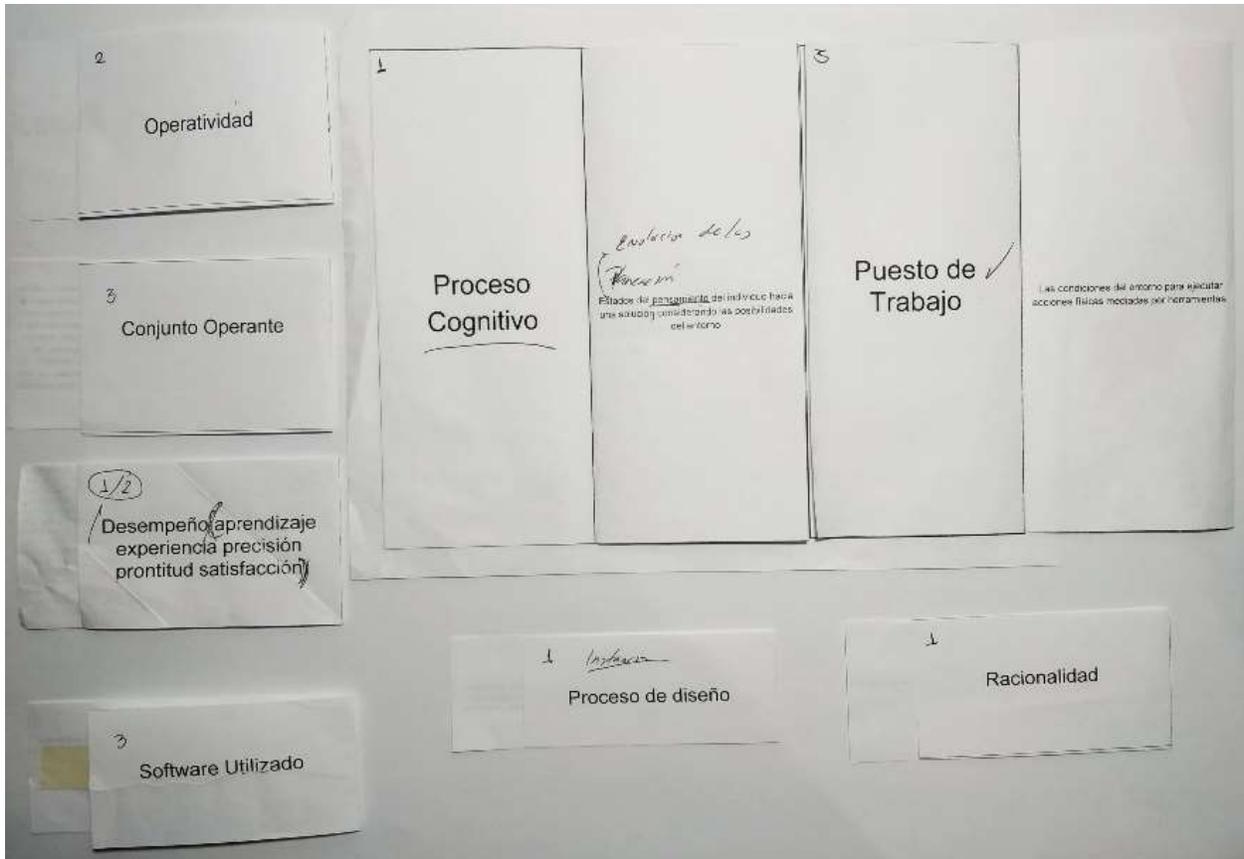


El grupo de categorías vinculadas a la sonda cultural fueron: proceso de diseño, racionalidad, operatividad, software utilizado, conjunto operante mandos en esfuerzo de la actividad y desempeño -aprendizaje, experiencia, precisión, prontitud, satisfacción-. Luego, cada subgrupo de participantes debía dar lectura a las descripciones de las nuevas categorías y establecer un consenso para definir cada categoría. Así mismo, cada subgrupo compartía el resultado con el otro subgrupo y establecían un consenso para las definiciones de las nuevas categorías.

A continuación, cada subgrupo de participantes debía dar lectura a las categorías de observación y establecer posibles relaciones entre las nuevas categorías y las seis categorías vinculadas. Luego, cada subgrupo compartía los resultados entre ellos con el propósito de conocer y establecer acuerdos en la asociación de categorías. Finalmente, la recolección de los datos durante las interacciones entre los participantes se puede observar por parte del subgrupo #1 en la Figura 17 y del subgrupo #2 en la Figura 18.

**Figura 17.** Datos obtenidos del espacio de co-diseño #3 del subgrupos #1.





Posteriormente, se analizaron los datos recolectados de la siguiente forma. Primero se estableció la descripción inicial de las tres categorías colectivas emergentes desde el grupo de diseño (Tabla 6). Segundo, el grupo de diseño estableció desde una segunda iteración la unificación a partir de relaciones y definiciones de las categorías de observación seleccionadas. Es de resaltar, que la fusión de categorías estaba dirigida hacia las tres nuevas categorías colectivas. Obteniendo así, las relaciones del subgrupo 1, como se presenta en la

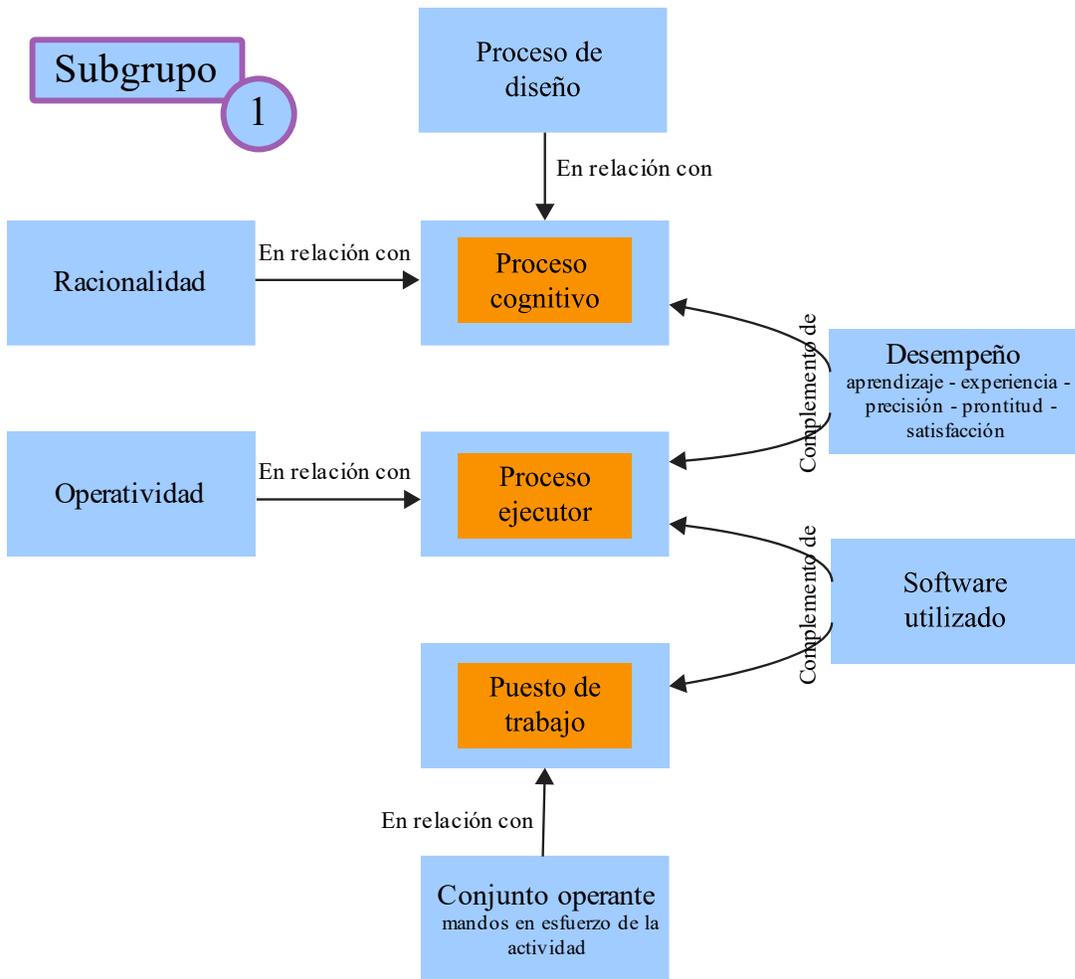
Figura 19, y para el subgrupo 2 como se presenta en la Figura 20.

**Tabla 6.** Categorías colectivas emergentes desde el grupo de diseño.

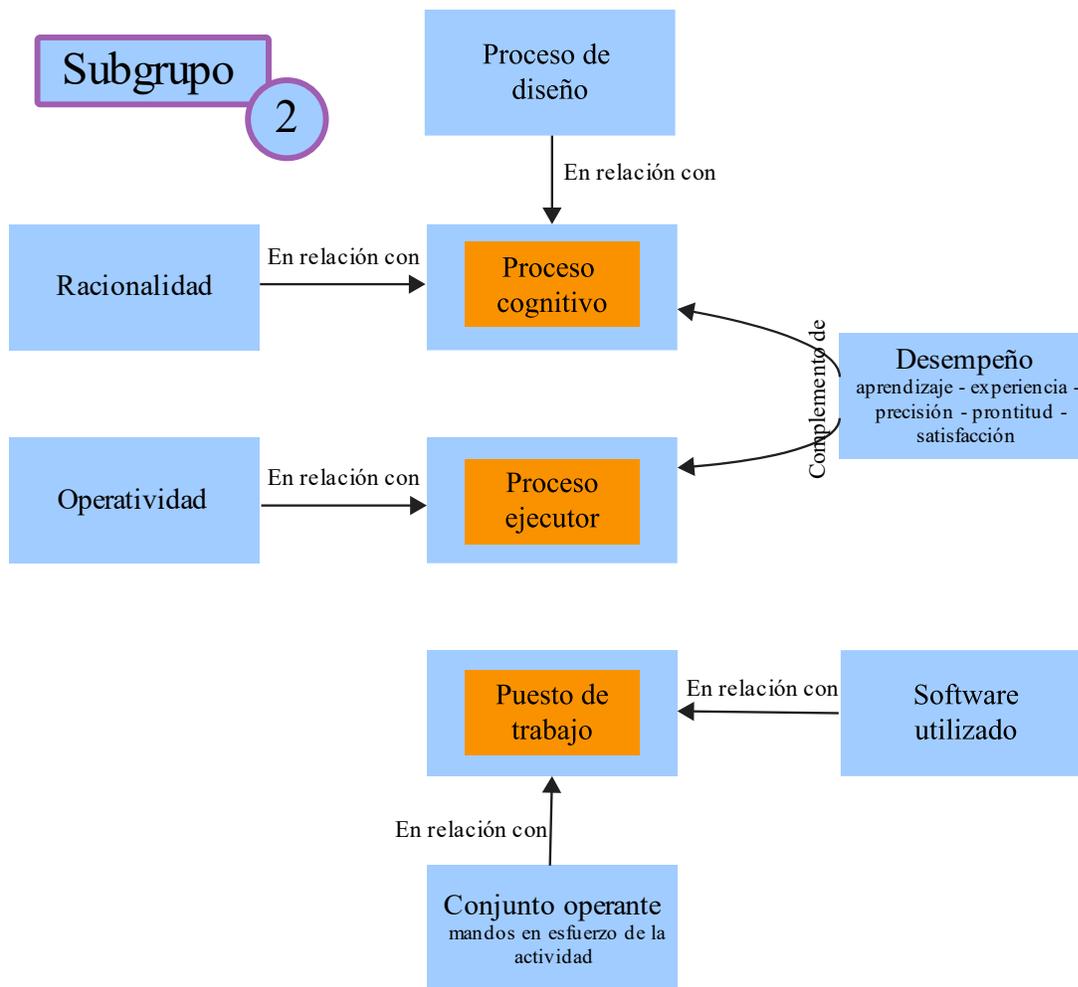
ID	Categoría de observación	Dominio	Descripción inicial
----	--------------------------	---------	---------------------

<b>n24</b>	Puesto de trabajo	de Grupo de diseño	Las condiciones del entorno para ejecutar una tarea mediada por herramientas.
<b>n25</b>	Proceso cognitivo	Grupo de diseño	Variación del pensamiento y disposición del individuo para desarrollar una solución. Eficacia Aprendizaje Objetivo
<b>n26</b>	Proceso ejecutor	Grupo de diseño	Es el comportamiento del individuo a partir de sus actividades guiadas por una técnica. Entrenamiento Coordinación y control.

**Figura 19.** Diagrama del proceso de integración y definición centradas en las categorías de observación colectiva del subgrupo #1



**Figura 20.** Diagrama del proceso de integración y definición centradas en las categorías de observación colectiva del subgrupo #2



En referencia con el resultado del espacio de co-diseño #3, el grupo de diseño estableció las relaciones y significados orientados a las categorías colectivas emergentes de “Puesto de trabajo”, “Proceso cognitivo” y “Proceso ejecutor” ( $n_{24}, n_{25}, n_{26}$ ). Obteniendo como resultado, la interpretación del consenso del grupo de diseño mediante las siguientes relaciones fusionadas “Puesto de trabajo” ( $n_{24}$ ) → (“Proceso ejecutor” ( $n_{16}$ ), “Software utilizado” ( $n_{18}$ )) , “Proceso cognitivo” ( $n_{25}$ ) → “Proceso de diseño” ( $n_{13}$ ) y “Proceso ejecutor” ( $n_{26}$ ) → “Operatividad” ( $n_{14}$ ). De forma similar, la categoría de observación “Desempeño (aprendizaje, experiencia, precisión, prontitud, satisfacción)” ( $n_{15}$ ) complementa las relaciones “Proceso cognitivo” y “Proceso ejecutor” ( $n_{25}, n_{26}$ ) con base en una ponderación equivalente.

Posteriormente, se calculó la distribución ponderada con cada categoría fusionada en función del coeficiente de relación. Por consiguiente, se cuantificaron los valores por el grado ponderado de cada categoría (Tabla 7). Así mismo, se obtiene un grafo final que representa la

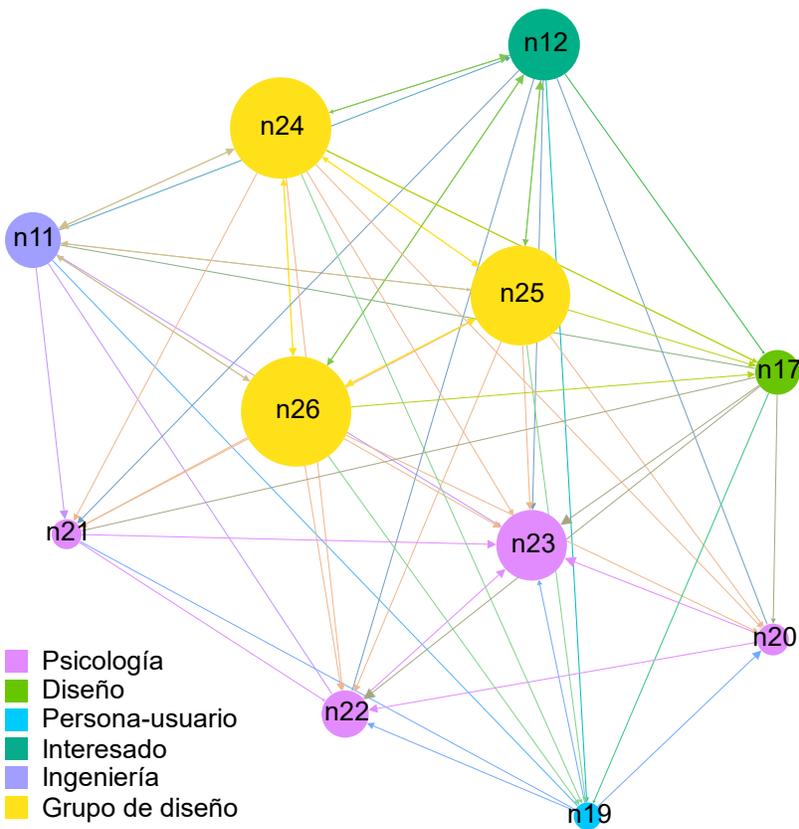
construcción de sentido colectivo por medio de las categorías colectivas emergentes por el grupo, esto se visualiza a través del grado ponderado de cada categoría mediante el tamaño del nodo y las relaciones (Figura 21).

**Tabla 7.** La centralidad del grado ponderado final como resultado de la distribución ponderada en la segunda iteración obtenido por las categorías fusionadas.

SN	Grado de entrada ponderado	Grado de salida ponderado	Grado ponderado
n1 1	1,92	3,6	5,52
n1 2	2,7	3,66	6,36
n1 7	2,12	2,81	4,93
n1 9	2,17	1,85	4,02
n2 0	2,67	1,57	4,24
n2 1	3,14	1	4,14
n2 2	4,35	0,71	5,06
n2 3	6,3	0	6,3
n2 4	2,35	5,58	7,93

n2	2,19	5,66	7,85
5			
n2	2,47	5,94	8,41
6			

**Figura 21.** Grafo final del proceso de construcción de sentido colectivo por medio de las categorías colectivas.



Por último, el grafo final es representado en una sociomatrix (Tabla 8) para dar continuidad con los siguientes pasos del ISM.

**Tabla 8.** Sociomatriz que representa los mensajes relacionados por el grupo de diseño, como resultado del proceso de construcción colectiva.

SN	n23	n22	n21	n20	n19	n17	n12	n26	n25	n24
n11	0,43	0,14	0,71	0,00	0,14	0,17	0,43	0,56	0,36	0,66
n24	0,47	0,43	0,56	0,44	0,37	0,45	0,79	0,66	0,63	
n25	0,63	0,60	0,21	0,45	0,46	0,60	0,74	0,65		
n26	0,63	0,61	0,57	0,50	0,48	0,61	0,74			
n12	0,57	0,14	0,57	0,14	0,43	0,29				
n17	0,86	0,86	0,14	0,43	0,29					
n19	0,43	0,57	0,14	0,71						
n20	0,86	0,71	0,00							
n21	0,71	0,29								
n22	0,71									

### 2.7.3. Matriz de auto-interacción estructural

Para dar continuidad a los pasos establecidos por el modelado estructural interpretativo, la elaboración de la matriz de auto-interacción estructural que representa la percepción de una categoría a otra mediante una relación directa, donde  $n_i \rightarrow n_j$  establece una relación entre un par de diferentes categorías y es representando por un símbolo. En tal sentido, son definidos cuatro símbolos para establecer el tipo de relación entre las dos categorías seleccionadas. Los símbolos son:

V: El factor  $i$  ayudará a conseguir el factor  $j$ .

A: El factor  $i$  será alcanzado por el factor  $j$ .

X: El factor  $i$  y el  $j$  se ayudarán mutuamente a conseguirlo.

O: El factor  $i$  y el  $j$  no están relacionados.

La selección del símbolo se estableció por el valor ponderado de cada relación y el significado que el grupo de diseño asignó a las categorías. Obteniendo así, una matriz que representa la percepción de la correlación entre un par de categorías (Tabla 9).

**Tabla 9.** Matriz de auto-interacción estructural

SN	n23	n22	n21	n20	n19	n17	n12	n26	n25	n24
n11	V	O	X	O	O	O	V	X	A	X
n24	V	V	A	V	V	V	X	X	X	
n25	V	V	O	V	V	X	V	V		
n26	A	V	V	V	A	X	V			
n12	V	O	A	O	V	O				
n17	X	X	O	V	O					
n19	V	A	O	X						
n20	X	X	O							
n21	X	O								
n22	X									

#### 2.7.4. Matriz de alcanzabilidad

A partir de la matriz de auto-interacción estructural, la transitividad entre las categorías se establece como una matriz binaria que indica las relaciones directas entre las categorías definidas. Por lo tanto, se realizó la sustitución de la relación V, A, X, O por los valores 1 o 0 con base en las reglas de sustitución descritas a continuación:

**Regla 1:** Si es V, la relación  $(i, j)$  se convierte en 1 y  $(j, i)$  en 0.

**Regla 2:** Si es A, la relación  $(i, j)$  se convierte en 0 y  $(j, i)$  en 1.

**Regla 3:** Si es X, la relación  $(i, j)$  se convierte en 1 y  $(j, i)$  en 1.

**Regla 4:** Si es O, la relación  $(i, j)$  se convierte en 0 y  $(j, i)$  en 0.

Con base en lo anterior, se obtiene una matriz de alcanzabilidad que permite identificar las relaciones directas entre las categorías de observación y categorías colectivas. Además, permite descartar las relaciones que no son útiles debido a que no pueden ser alcanzadas por otras categorías. Finalmente, se determinó cuáles relaciones directas son alcanzadas (Tabla 10).

Adicionalmente, por medio de la matriz de alcanzabilidad se pudo determinar la influencia y la dependencia, los valores fueron calculados por la sumatoria de los elementos de cada fila obteniendo el valor de la influencia. De forma similar, se obtuvo el valor de la dependencia por medio de la sumatoria de los elementos de cada columna (Tabla 10).

Sobre la base de los resultados anteriores, se establece una bifurcación que permiten reforzar el análisis de los datos. Primero, la representación de un grafo direccional que presenta un diagrama de flujo de las relaciones directas entre las categorías como lo establece el método de modelado estructural interpretativo. Segundo, la clasificación por sectores definidas por el método MICMAC, permitió el análisis de la influencia y dependencia de las categorías de observación.

Tabla 10. Matriz de alcanzabilidad

SN	n1 1	n2 4	n2 5	n2 6	n1 2	n1 7	n1 9	n2 0	n2 1	n2 2	n2 3	Influenci a
n11	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	6
n24	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	9
n25	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
n26	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	8
n12	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4
n17	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
n19	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
n20	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	4
n21	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	5
n22	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	5
n23	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	6
Dependenci a	5	6	3	6	6	5	6	8	4	7	10	

### 2.7.5. Partición por niveles

El ISM es representado en varios niveles que indican la influencia que tienen las categorías entre ellas. Con el fin de establecer el orden de los niveles y la asociación de cada categoría al nivel, se determinó dos conjuntos denominados alcanzabilidad y precedentes. El *conjunto alcanzabilidad* refiere a cada categoría por fila que tiene el valor de 1, y el *conjunto precedentes* se refiere a cada categoría por columna que tiene el valor de 1. Además, un tercer conjunto es determinado por la intersección entre los dos conjuntos anteriores, obteniendo así, el orden de los niveles para cada categoría. Es de resaltar que las categorías situadas en el nivel

superior de la jerarquía no alcanzarán a ningún elemento por encima de su nivel. La Tabla 11 presenta los conjuntos de categorías y los niveles para establecer el flujo de relaciones entre categorías.

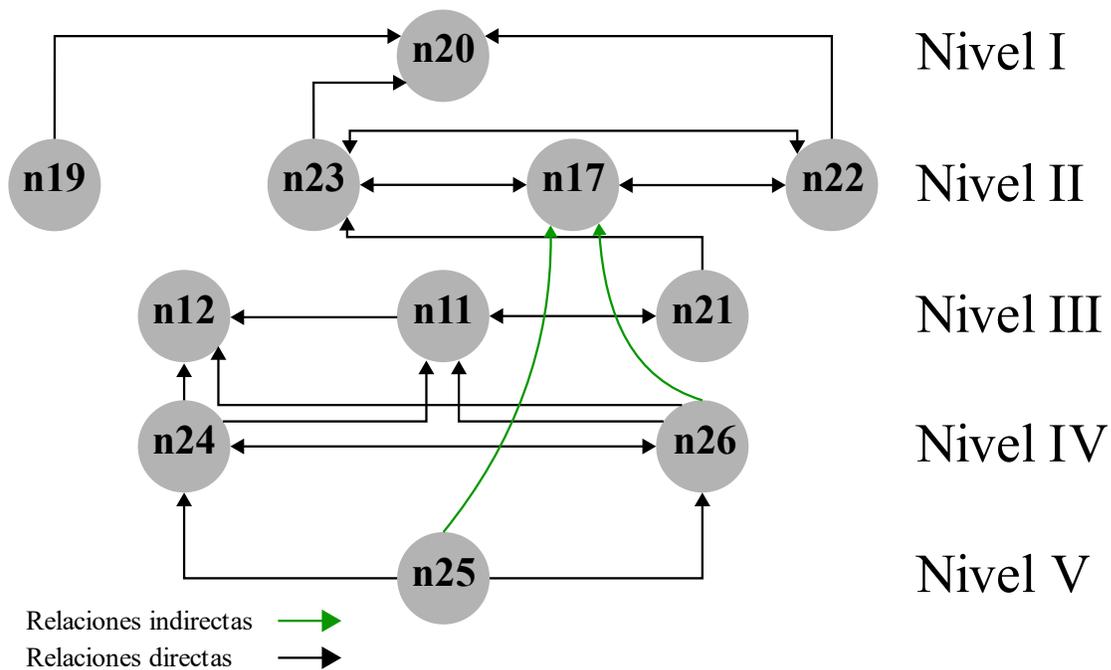
Tabla 11. Partición por niveles

SN	Conjunto alcanzabilidad	Conjunto precedentes	Conjunto intersección	Nivel
n20	n19, n20, n22, n23	n24, n25, n26, n17, n19, n20, n22, n23	n19, n20, n22, n23	I
n17	n25, n26, n17, n20, n22, n23	n25, n26, n17, n22, n23	n25, n26, n17, n22, n23	II
n19	n19, n20, n23	n24, n25, n12, n19, n20, n22	n19, n20	II
n22	n17, n19, n20, n22, n23	n24, n25, n26, n17, n20, n22, n23	n17, n20, n22, n23	II
n23	n26, n17, n20, n21, n22, n23	n11, n24, n25, n12, n17, n19, n20, n21, n22, n23	n17, n20, n21, n22, n23	II
n11	n11, n24, n26, n12, n21, n23	n11, n24, n25, n26, n21	n11, n24, n26, n21	III
n12	n24, n12, n19, n23	n11, n24, n25, n26, n12, n21	n24, n12	III
n21	n11, n24, n12, n21, n23	n11, n26, n21, n23	n11, n21, n23	III
n24	n11, n24, n25, n26, n12, n19, n20, n22, n23	n11, n24, n25, n26, n12, n21	n11, n24, n25, n26, n12	IV
n26	n11, n24, n26, n12, n17, n20, n21, n22	n11, n24, n25, n26, n17, n23	n11, n24, n26, n17	IV
n25	n11, n24, n25, n26, n12, n17, n19, n20, n22, n23	n24, n25, n17	n24, n25, n17	V

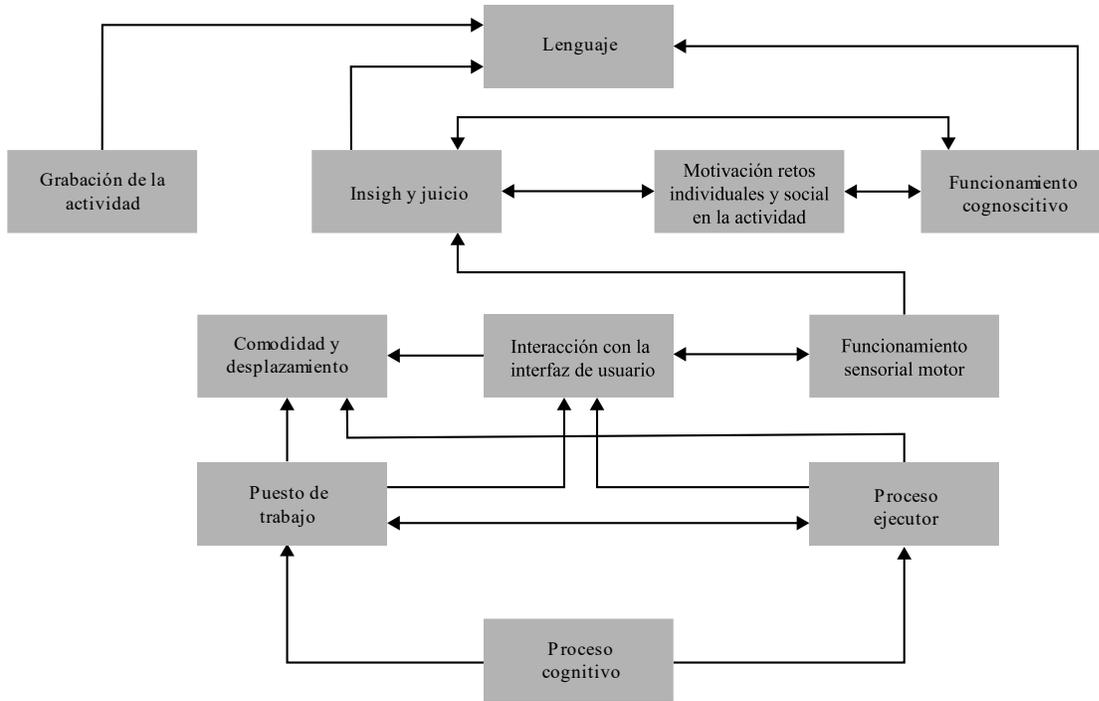
### 2.7.6. Grafo direccional

Por medio de los resultados anteriores, el flujo de relaciones es representado por un grafo direccional inicial compuesto por relaciones transitivas o indirectas como se presenta en la Figura 22. El grafo direccional final se elaboró eliminando las relaciones indirectas del grafo inicial y se transforma en un modelo ISM (Figura 23) sustituyendo los nodos por los nombres de cada categoría de observación. Este modelo jerárquico representa las relaciones entre las categorías donde los niveles permiten establecer el orden de influencia de las categorías.

**Figura 22.** Grafo direccional de las categorías resultantes del proceso de co-exploración del grupo de diseño.



**Figura 23.** Modelo ISM final



### 2.7.7. Clasificación por sectores basado en MICMAC

La multiplicación de matrices de impacto cruzado (MICMAC) propone como uno de sus objetivos describir un sistema para identificar cuáles variables son más impactantes y determinantes en el sistema. Lo anterior, se establece por una clasificación de las categorías de observación en sectores en relación con los valores de influencia y dependencia de la matriz de alcanzabilidad. Así mismo, busca realizar una reflexión colectiva del grupo de diseño y también reduce la complejidad del sistema a puntos concretos. La clasificación se define por cuatro sectores (Arango Morales & Cuevas Pérez, 2015; Godet, 1986) descritos a continuación:

**Sector I:** Se ubican en la zona próxima al origen, son poco influyentes y dependientes, se corresponden con tendencias pasadas o inercias del sistema, no constituyen parte determinante para el futuro del sistema, las variables se denominan autónomas.

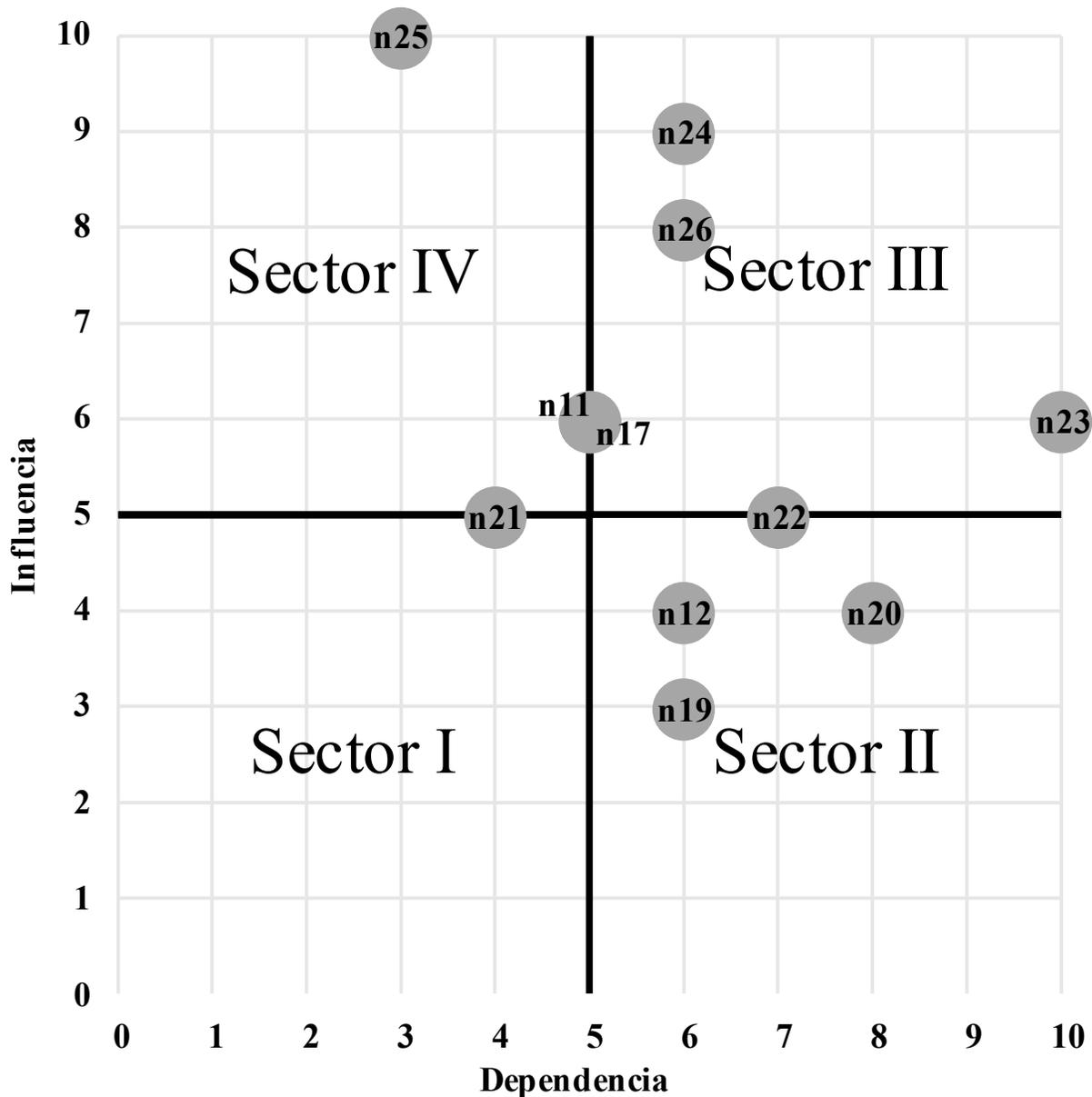
**Sector II:** Se ubican en la zona inferior derecha, se caracterizan por ser poco influyentes y muy dependientes, y son indicadores descriptivos de la evolución del sistema. Se trata de variables que no se pueden abordar de frente, sino a través de otras variables del sistema, las variables se denominan resultado.

**Sector III:** Se ubican en la zona superior derecha, son muy influyentes y dependientes, perturban el funcionamiento normal del sistema y son significativas con relación a otras variables del sistema, son por naturaleza inestables y se corresponden con los propósitos del sistema, las variables se denominan claves.

**Sector IV:** Se ubican en la zona superior izquierda, son poco dependientes y muy influyentes, se convierten en freno y motor del sistema que condicionan al resto de variables, las variables se denominan determinantes.

Dadas las condiciones que anteceden, se representa las categorías de observación resultantes mediante el diagrama influencia y dependencia (Figura 24). Este diagrama ayudó a identificar las categorías fundamentales y proporciona una valiosa comprensión para la toma de decisiones y la identificación de problemas determinados por el grupo de diseño.

**Figura 24.** Diagrama de influencia y dependencia de las categorías resultantes del proceso de co-exploración del grupo de diseño.



Los resultados obtenidos mediante la integración de los métodos ISM y MICMAC ayudaron a identificar y clasificar los componentes predominantes e influyentes. Por lo tanto, la Figura 21 transforma un sistema complejo no estructurado que no permite una claridad para su interpretación en un sistema visible, definido y estructurado. Del mismo modo, las categorías colectivas emergentes se sitúan en niveles de la siguiente forma: el “proceso cognitivo” se sitúa en el nivel V, este es el nivel con mayor profundidad que tiene como indicador la máxima influencia en el sistema. De forma similar, el “puesto de trabajo” y “proceso ejecutor” se sitúan en el nivel IV. En tal sentido, se puede indicar que las categorías colectivas emergentes poseen la mayor influencia hacia las demás categorías del sistema.

Como complemento, el método MICMAC permitió la comprobación de los resultados obtenidos. Por lo tanto, la Figura 24 clasifica las categorías colectivas emergentes por sectores presentado de la siguiente manera: “puesto de trabajo” (n24) se sitúa en el sector IV, lo cual indica que requiere una atención especial porque puede condicionar el resto del sistema como variable determinante. El “proceso cognitivo” (n25) y el “proceso ejecutor” (n26) se clasifican en el sector III, lo cual requiere una consideración proactiva porque cualquier acción realizada por estos elementos afectará a los demás, o contrariamente, puede retroalimentar en el sistema como variables claves.

Finalmente, el grupo de diseño interpretó los resultados obtenidos anteriormente y tomaron la decisión de seleccionar cinco categorías de observación, a saber: “proceso ejecutor” (n26), “proceso cognitivo” (n25), “motivación retos individuales y social en la actividad” (n17), “comodidad y desplazamiento” (n12) y “puesto de trabajo” (n24). Las tres últimas categorías fueron re-etiquetadas por el grupo, de la siguiente forma: “motivación individual” (n17) y las otras dos categorías fueron fusionadas nombrada como “confort y satisfacción” (n12, n24).

### **2.7.8. Interpretando**

Esta sección presenta la formulación de un cuestionario para recolección y análisis de datos. El diseño del cuestionario se fundamentó por medio de un proceso de operacionalización de variables (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 211) con el propósito de poder establecer dimensiones a cada categoría. Para este fin, se estableció un espacio de co-diseño remoto al que el grupo de diseño tenía acceso permanente. El propósito fue especificar qué se iba a medir, controlar y observar en una actividad desarrollada por la persona-usuario. Así mismo, se entregaron las tareas y tiempos para que el grupo de diseño pudiera definir operacionalmente las categorías de observación anteriormente identificadas. En tal sentido, se estableció una lista de preguntas abiertas de forma colaborativa con el propósito de recolectar las observaciones y

opiniones de los mismos participantes del grupo de diseño. La función del cuestionario se centró en medir el proceso cognitivo, proceso ejecutor, confort y satisfacción, y la motivación individual de la persona-usuario.

#### *2.7.8.1. Espacio de co-diseño #4*

El diseño del cuestionario se organizó en una secuencia de siete pasos (Kinneer & Taylor, 1989, p. 417), las cuales fueron: (1) repasar las consideraciones preliminares; (2) decidir sobre el contenido de las preguntas; (3) decidir sobre el formato de respuesta; (4) decidir sobre la redacción de las preguntas; (5) decidir sobre la secuencia de las preguntas; (6) decidir sobre las características físicas y (7) llevar a cabo una prueba preliminar, una revisión y una copia final.

Primero, las consideraciones preliminares tienen como propósito caracterizar la co-exploración multidisciplinaria en la toma de decisiones para la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para discapacidad motora. Así mismo, establecer el grado de interacción entre los participantes.

Segundo, el contenido de las preguntas estuvo fundamentado por las categorías seleccionadas que tenían una mayor influencia sobre las otras categorías. En tal sentido, el contenido debió estar relacionado con las categorías: proceso cognitivo, proceso ejecutor, confort y satisfacción, y la motivación individual.

Tercero, el formato de preguntas de respuesta abierta tenía como propósito recolectar las observaciones y opiniones de los participantes del grupo de diseño. Este formato establece una armonía y logra obtener la cooperación de los participantes, así como permitirles expresar libremente puntos de vista divergentes a las expectativas del investigador.

Cuarto, para el paso de la redacción de las preguntas, se tuvo en cuenta que los interrogantes formulados tuviesen un significado entre los participantes (Kinneer & Taylor, 1989, p. 426). Para este propósito se invitó -vía correo electrónico- a los participantes para acceder a un documento compartido, con el fin de que el grupo redactará las preguntas del cuestionario (Anexo 14). Así mismo, se indicaron unas pautas para la redacción de las preguntas:

- La pregunta no debe ser la ausencia de la solución.
- La pregunta no debe ser una carencia.
- La pregunta debe SIEMPRE referirse al participante.
- La pregunta debe describir claramente el valor observado.
- La pregunta debe describir claramente el valor deseado.
- Con la pregunta se puede medir cuantitativa o cualitativamente.
- La pregunta debe describir claramente los intereses del participante.

- La pregunta debe expresar claramente las características de la persona que es afectada directamente en la actividad.
- La pregunta puede ser observada en el transcurso de la actividad.
- La pregunta debe describir explícitamente la situación en la que puede ocurrir la acción.

Quinto, la secuencia de las preguntas se estableció dependiendo de las dimensiones asociadas a cada categoría, esto permitió dar una relación entre los grupos de preguntas y el enfoque conceptual de la categoría.

Sexto, las características físicas del cuestionario fueron definidas por medio del diseño de una aplicación web<sup>1</sup> (Anexo 15), que permitió la recolección de las respuestas. Es de aclarar que el cuestionario se integró con unos soportes de video que permitieron la observación de la actividad de la persona-usuario por parte de los participantes. Esto les permitió responder a las preguntas con un apoyo visual.

Séptimo, antes de que el cuestionario fuera compartido con los participantes, se realizó una prueba preliminar y de una revisión. La prueba preliminar consistió en una prueba técnica para comprobar que la recolección de datos se estuviera almacenando correctamente, y así, evitar la pérdida de datos por parte de los participantes. En este caso, no se realizó una prueba preliminar del diseño del cuestionario, debido a que los participantes habían consensuado el diseño de las preguntas, y este tipo de pruebas conlleva a hacer ajustes a las preguntas.

Finalmente, el banco de preguntas que se diseñaron fue en total de 49, pero de ellas 10 fueron excluidas debido a que no cumplieron con las pautas establecidas en el cuarto paso. No obstante, algunas preguntas estaban enfocadas en la voz de la persona-usuario, en ese sentido las preguntas que inician con el nombre de la persona, indica que solo es respondida por la persona-usuario. En la Tabla 12 se presentan el banco de preguntas resultante.

**Tabla 12.** *Diseño de las preguntas abiertas asociadas a una categoría y dimensión.*

Categoría	Dimensión	Preguntas
	Concentración	¿Considera que las tareas realizadas por Persona-usuario fueron planeadas?

<sup>1</sup> Desarrollo para la colección de datos por medio de un cuestionario, en línea <https://uginving2996.firebaseio.com/>

<b>Proceso cognitivo</b>	Atención	<p>¿Cómo considera que la lectura y ubicación de los elementos a usar por Persona-usuario son propicios en apoyo a su disposición?</p> <p>¿Cómo considera que Persona-usuario tiene en cuenta la opinión de su colaborador?</p>
		<p>¿Cuáles acciones son repetitivas realizadas por Persona-usuario evidencian rangos de adaptación?</p> <p>¿Cuáles movimientos de Persona-usuario son eficientes y le permiten alta concentración?</p> <p>¿Como considera que se desempeñó de Persona-usuario durante la actividad, mediante el logro al culminar las tareas cuando las iniciaba y las posponía con el fin de completar otras específicas?</p>
<b>Proceso ejecutor</b>	Alcance	<p>¿Cómo considera que la técnica y desempeño de Persona-usuario son coherentes con el protocolo de la actividad?</p> <p>¿Como describe el control y coordinación de Persona-usuario en el trabajo asignado?</p> <p>¿Considera que Persona-usuario mantiene la cabeza erguida durante el desarrollo de la actividad, con el fin de cumplir un horario de trabajo?</p> <p>¿Como considera el control de su mano dominante y no dominante de Persona-usuario en la ejecución de la planeación de la tarea?</p>
		<p>¿Cuáles objetos son manipulados Por Persona-usuario y qué número de veces son reposicionados por la frecuencia de uso?</p> <p>¿Cuál es el rango de alcance máximo de Persona-usuario en el desarrollo de la actividad?</p> <p>¿Considera que el alcance de Persona-usuario está relacionado por la fuerza y precisión de lo que manipula?</p> <p>¿Cuáles elementos considera que son más fáciles de manipular por Persona-usuario en el desarrollo de la actividad?</p>

	<p>Precisión</p>	<p>¿Cuáles y qué número de veces Persona-usuario comete errores durante la actividad?</p> <p>¿Describa los errores que tienen un nivel alto de adaptación para Persona-usuario para dar cumplimiento a la tarea?</p> <p>¿Cómo considera que Persona-usuario puede mejorar el desempeño durante la actividad?</p>
	<p>Control</p>	<p>¿Cuáles de las acciones realizadas por Persona-usuario son coherentes con el alcance y uso de objetos o dispositivos?</p> <p>¿Cuáles de las acciones realizadas por Persona-usuario requiere de esfuerzo físico?</p> <p>¿Como considera el control de su mano dominante y no dominante de Persona-usuario en la ejecución de la tarea?</p>
<p><b>Confort y satisfacción</b></p>	<p>Satisfacción</p>	<p>¿Considera que satisfacción de Persona-usuario con lo realizado en la actividad es coherente con el comportamiento presentado durante la actividad?</p> <p>¿Cuáles riesgos laborales se pueden presentar en las acciones ejecutadas por Persona-usuario en la actividad?</p> <p>¿Persona-usuario, la realización de esta actividad lo motiva a seguir haciendo este tipo de trabajo, por qué? o qué otros intereses tienen?</p> <p>¿Persona-usuario, considera que el trabajo realizado es una oportunidad de aprendizaje laboral?</p> <p>¿Persona-usuario, describa sus sentimientos le generó el inicio, desarrollo y culminación de la actividad desarrollada?</p> <p>¿Cuáles acciones de Persona-usuario demuestran frustración en el desarrollo de la actividad?</p>
	<p>Confort</p>	<p>¿Cuáles dificultades presenta Persona-usuario en el puesto de trabajo durante el desarrollo de la actividad?</p> <p>¿Cuáles acciones de Persona-usuario presentan dificultad con relación a postura en manejo de la su mano dominante y no dominante?</p> <p>¿Cuáles materiales, equipos o dispositivos son importantes Persona-usuario para realizar la actividad?</p>

<b>Motivación individual</b>	Eficiencia	¿Persona-usuario, considera que la forma de alcanzar el objetivo de la actividad fue la correcta?
		¿Persona-usuario, considera que sus acciones en el desarrollo de la actividad fueron planeadas?
		¿Persona-usuario, considera que los objetivos de la actividad son coherentes con los resultados obtenidos?
	Cambio emocional	¿Describa qué relación reconoce en la actividad mediante los rangos de variación emocional de Persona-usuario?
		¿Qué coincidencias puede identificar entre sus cambios de emoción de Persona-usuario en el desarrollo de la actividad?
		¿Persona-usuario, Puede describir en cuales momentos sintió empoderado en el desarrollo de la actividad?
Preferencia	¿Persona-usuario, en cuáles acciones sentía frustración en el desarrollo de la actividad?	
	¿Persona-usuario, qué expectativa tenía de la actividad y que sintió al finalizar la actividad?	
	¿Cómo relaciona el estado emocional indicado por Persona-usuario con el comportamiento en desarrollo de cada tarea realizada?	
		¿Persona-usuario, cómo relaciona su desempeño y habilidad personal en la ejecución de la tarea con la marcación indicada por usted en cada tarea realizada?

*Nota:* la información contenida en esta tabla corresponde a datos literales de los participantes.

Las preguntas excluidas debido a que no cumplían con las pautas establecidas inicialmente fueron:

1. ¿Por qué razones considera estuvo afectada la tarea y el desarrollo la actividad?
2. ¿Cuántos errores son admisibles para el cumplimiento del objetivo antes de modificar su trabajo?
3. ¿Los errores percibidos por los demás participantes, son considerados como error para el sujeto de prueba?
4. ¿Al tener inconvenientes para realizar un trabajo se siente motivado a solucionarlo?

5. ¿La efectividad de las acciones puede ser medida por el resultado de una ejecución o por la satisfacción del mismo sujeto?
6. ¿Cómo cree que la apropiación de su entorno laboral aporta a su seguridad?
7. ¿Hay alguna mejor manera de manejar el esfuerzo físico para realizar el trabajo?
8. ¿Tiene la capacidad de permanecer en una posición concreta sin modificarla durante un determinado tiempo?
9. ¿Cuáles cambios propondría en su puesto de trabajo para mejorar su desempeño durante la actividad?
10. ¿Conoce de herramientas y/o tecnologías existentes que faciliten realizar el trabajo?

Finalmente, es de anotar que para esta etapa de recolección de datos los participantes que realizaron la actividad fueron: el diseñador, el interesado participante, la médica y la persona-usuario. Aunque la actividad diseñada fue enviada a todos los integrantes del grupo de diseño, solo 4 de ellos dieron respuesta (Anexo 16). No se reconocen las circunstancias por las cuales los otros integrantes no dieron respuesta a la actividad. Sin embargo, se dieron extensiones de tiempo y recordatorios para su desarrollo, pero no se obligó o exigió realizar la actividad puesto el objetivo fue recolectar los datos de forma genuina desde la motivación y compromiso del proyecto.

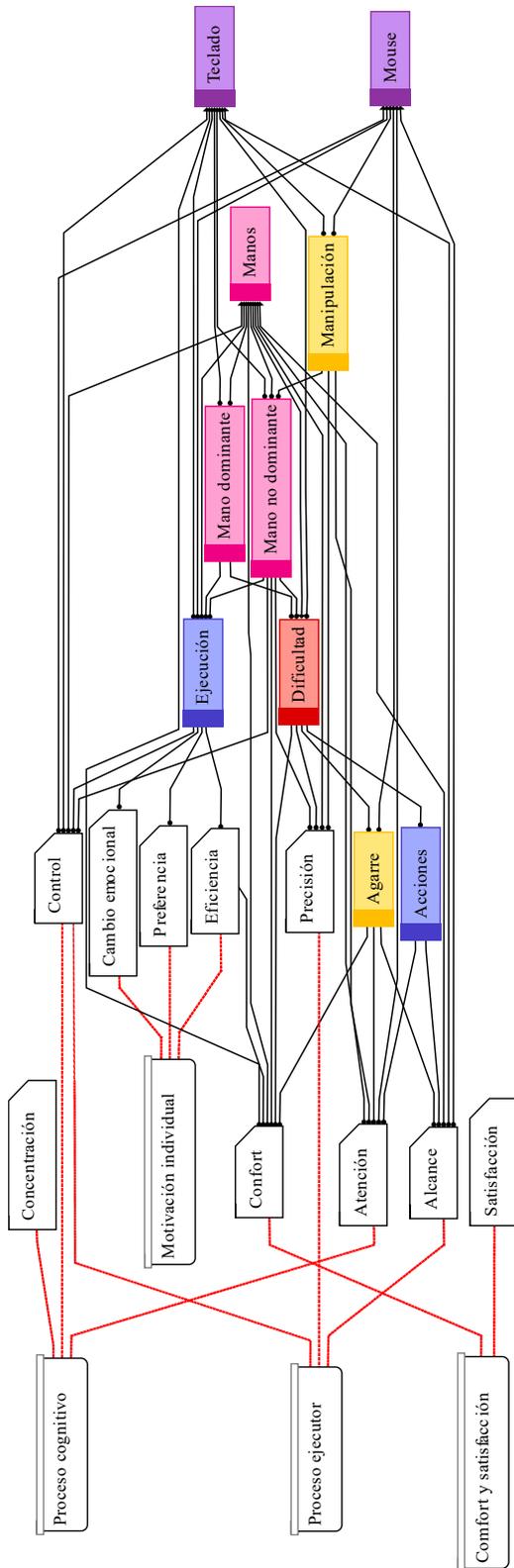
Para analizar los datos obtenidos por el cuestionario se implementó el método de análisis de contenido basado en la teoría fundamentada (Corbin & Strauss, 2008; Hsieh & Shannon, 2005). Este proceso se llevó a cabo mediante una codificación abierta para cada participante por separado, obteniendo así, las temáticas emergentes para abstraer de los datos los criterios de diseño como categorías iniciales. Posteriormente, en un segundo nivel de análisis se utilizó la codificación axial orientado a un análisis intergrupar para establecer relaciones entre las categorías que son agrupadas por cada categoría de observación. Lo anterior, permitió entrecruzar y vincular los datos para identificar las distintas relaciones entre las categorías, de manera que se pueda tener una imagen total de los datos. Por tanto, la codificación axial fue un procedimiento analítico que permitió pasar a la interpretación de los datos, para dar respuesta o explicación al fenómeno estudiado (Corbin & Strauss, 2008).

Con referencia a lo anterior, la implementación se realizó con el software para análisis cualitativo de Datos ATLAS.ti (Atlas.ti, 2018), esto permitió generar las categorías que le dieron profundidad a los datos recolectados. Lo anterior implicó entonces, una estructura de la información hacia la identificación de los criterios de diseño que se forman a partir de las interpretaciones colectivas. Como fase final y a manera de retroalimentación con los participantes,

se generó un encuentro con el grupo de diseño en donde los resultados obtenidos fueron presentados por medio de un esquema final de las relaciones (Figura 25). Lo anterior, con la finalidad de reconocer la percepción del contenido emergente de los datos analizados mediante un reporte generado por la herramienta (Anexo 17).

En tal sentido, este apartado aborda 12 códigos emergentes que surgen en el proceso de análisis de los datos con relación a las categorías de observación resultantes y a las dimensiones establecidas por el grupo de diseño (Tabla 13), esto permitió interpretar las relaciones con el propósito de entender cómo se manifiestan las experiencias y saberes del grupo de diseño. Así mismo, se establecieron 10 temáticas emergentes que definen los criterios de diseño como resultado del proceso de prediseño. La forma como está estructurado este texto obedece a la codificación abierta y luego axial, en las que se categorizó inicialmente la investigación por proximidad temática y desde la cual se articularon en temáticas emergentes (Figura 25).

***Figura 25. Red semántica con las categorías emergentes***



**Tabla 13.** Criterios de diseño desde la codificación abierta y axial

Categorías de observación	Códigos emergentes	Temáticas emergentes (Criterios de diseño)
<b>Proceso ejecutor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mano dominante</li> </ul>	El proceso ejecutor que orienta las acciones de la mano dominante presenta dificultad en la precisión y manipulación con el teclado.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mano dominante</li> </ul>	El proceso ejecutor que orienta las acciones de la mano dominante presenta dificultad en el agarre del ratón (mouse).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Teclado</li> </ul>	El proceso ejecutor que orienta las acciones de la mano dominante presenta dificultad en la precisión y manipulación con el teclado.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Acciones</li> </ul>	El proceso ejecutor que orienta las acciones de la mano dominante presenta dificultad en el agarre del ratón (mouse).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dificultad</li> <li>● Manipulación</li> <li>● Ratón (Mouse)</li> <li>● Agarre</li> <li>● Ejecución</li> </ul>	El proceso ejecutor que orienta las acciones de la mano no dominante presenta dificultad en la precisión y ejecución como complemento en la manipulación del teclado.  El proceso ejecutor que orienta de forma efectiva las acciones de la mano no dominante en la manipulación y ejecución del teclado y ratón (mouse).
<b>Confort y satisfacción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejecución</li> <li>● Manos</li> </ul>	El confort debería estar asociado a la ejecución que facilite el uso de objetos y dispositivos con ambas manos dispuestas en el puesto de trabajo.
<b>Proceso cognitivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Manos</li> <li>● Dificultad</li> <li>● Manipulación</li> </ul>	El proceso cognitivo centra la atención en ambas manos debido a que se dificulta la manipulación con el teclado.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Teclado</li> <li>● Ejecución</li> <li>● Mano dominante</li> </ul>	El proceso cognitivo debe estar asociado al control en la ejecución de la mano no dominante en la manipulación del teclado.

<b>Motivación individual</b>	● Ejecución		
	● Mano dominante	no	La motivación individual debería estar asociado a la ejecución de la mano no dominante en la manipulación del teclado.
	● Manipulación		
	● Teclado		

En referencia con el resultado anterior, se buscó establecer el grado de interacción del grupo multidisciplinar desde prácticas de co-diseño en la fase de prediseño para la identificación del problema para el caso de estudio. En tal sentido, por medio de una tabla cruzada de códigos por documentos (las respuestas de los participantes) se construyó la tabla que muestra las frecuencias de los códigos (Tabla 14). En otras palabras, se puede ver cuántas veces se ha utilizado un determinado código en un documento (Kalpokaite & Radivojevic, 2019).

La tabla de códigos por documento presenta el recuento de frecuencias relativas de los códigos en cada documento. Por lo tanto, esta información es generada por el software ATLAS.ti (Atlas.ti, 2018) que ayuda a examinar las frecuencias de codificaciones definidas anteriormente. Es decir, se hace un análisis para establecer del grado de interacción del grupo multidisciplinar en las etapas anteriores. Es de aclarar que los hallazgos no revelan información estadística por ser un estudio de enfoque cualitativo.

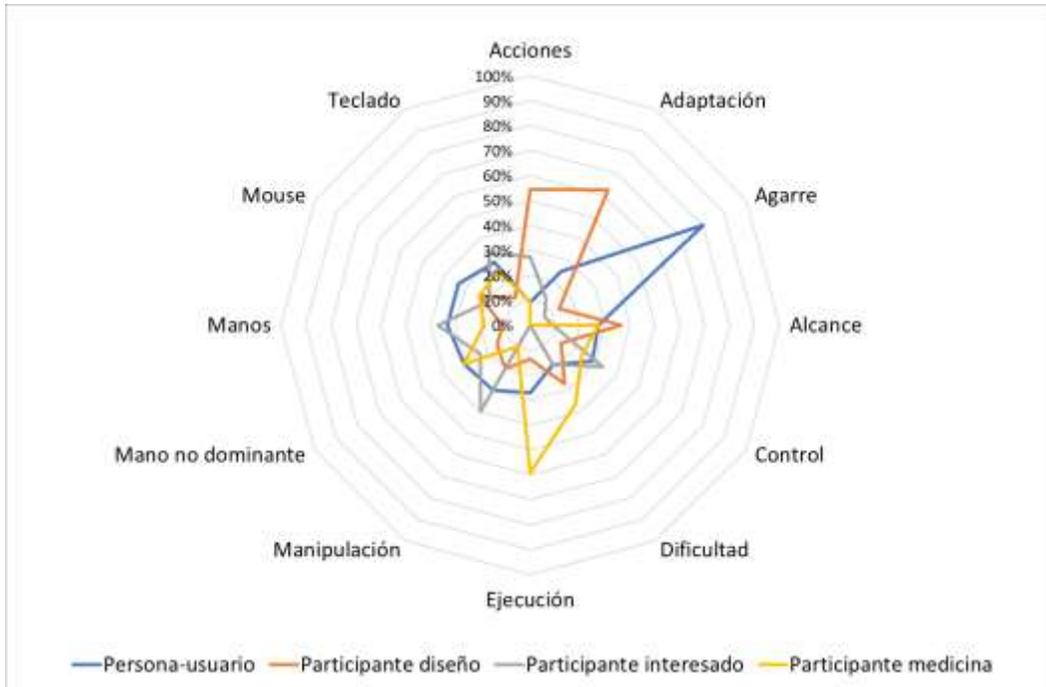
**Tabla 14.** Tabla cruzada de códigos por documentos

Código	Persona-usuario	Participante diseño	Participante interesado	Participante medicina	Total
● Acciones	9,09%	54,54%	27,27%	9,09%	100%
● Adaptación	25,00%	62,50%	12,50%	0,00%	100%
● Agarre	80,00%	13,33%	6,67%	0,00%	100%
● Alcance	27,27%	36,36%	9,09%	27,27%	100%
● Control	28,57%	14,29%	33,33%	23,81%	100%
● Dificultad	18,18%	27,27%	18,18%	36,36%	100%
● Ejecución	27,27%	13,64%	0,00%	59,09%	100%

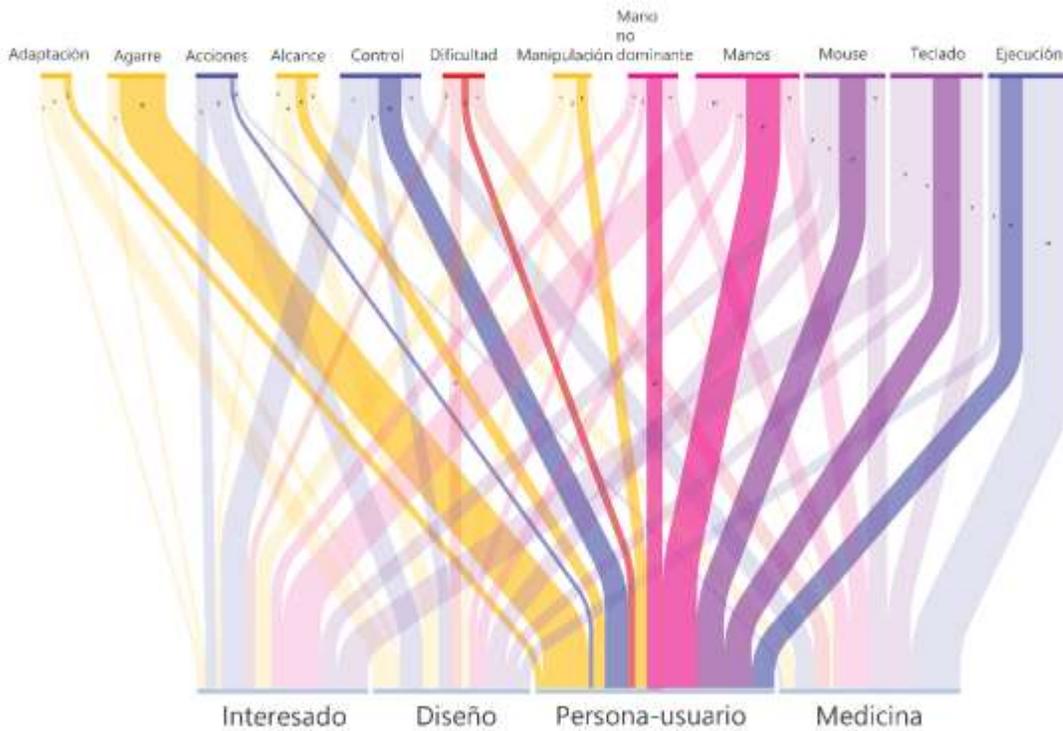
● <b>Manipulación</b>	30,00%	20,00%	40,00%	10,00%	<b>100%</b>
● <b>Mano no dominante</b>	30,77%	15,39%	23,08%	30,77%	<b>100%</b>
● <b>Manos</b>	33,33%	11,11%	37,04%	18,52%	<b>100%</b>
● <b>Mouse</b>	33,33%	23,81%	19,05%	23,81%	<b>100%</b>
● <b>Teclado</b>	29,17%	12,50%	33,33%	25,00%	<b>100%</b>
<b>Total</b>	<b>31,96%</b>	<b>21,13%</b>	<b>22,68%</b>	<b>24,23%</b>	<b>100%</b>

Finalmente, los resultados son representados en 3 figuras para su posterior interpretación. En la primera, Figura 26, se presenta el grado de contribución de cada participante por cada código emergente. Esta permite representar una concentración de contribuciones colectivas de forma equitativa en un gran porcentaje, en efecto, la selección de los códigos emergentes tiene un sentido colectivo que permite orientar la definición de los criterios de diseño. La segunda, Figura 27, resalta la contribución por parte de la persona-usuario en relación con los códigos emergentes, lo cual representa una notoriedad hacia la definición de los criterios de diseño como resultado de la fase de prediseño. Así mismo, la tercera, Figura 28, presenta el porcentaje de contribución de cada participante con relación a los códigos emergentes por el grupo de diseño como resultado del análisis intergrupar. Es de anotar que se presenta una similitud porcentual para la definición de los criterios de diseño, lo cual permitió obtener un sentido colectivo hacia unos propósitos concretos que posibilitará iniciar las posteriores fases de solución del problema identificado.

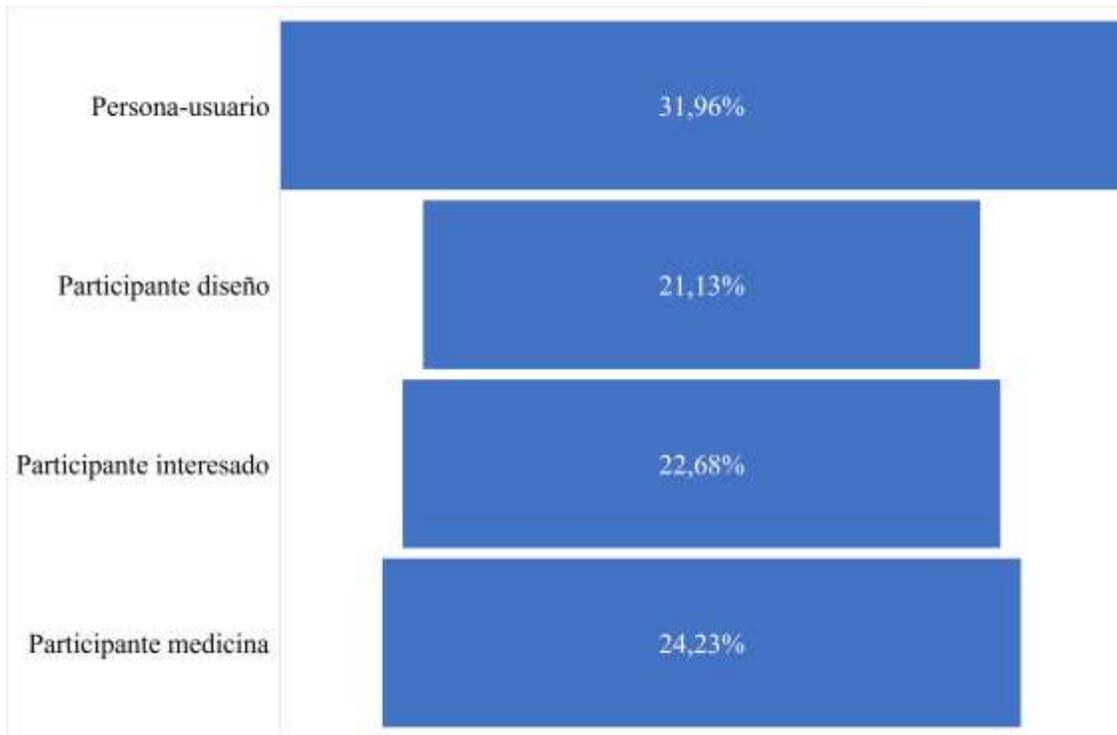
**Figura 26.** Grados de contribuciones por códigos emergentes de los participantes.



**Figura 27.** Contribuciones de la persona-usuario por códigos emergentes.



**Figura 28.** Grado de contribución por participante con respecto a los códigos emergentes.



### 3. Resultados

Este capítulo muestra los resultados en las etapas definidas como contextualizando, comprendiendo e interpretando, que fueron obtenidos por cada espacio de co-diseño en la fase de prediseño. Lo anterior, se relaciona a partir de los lineamientos metodológicos, los cuales se presentan como resultado de la caracterización de la co-exploración multidisciplinaria. Así mismo, se exponen los hallazgos identificados lo cual permitió hacer inferencias de la co-exploración multidisciplinaria para la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para la discapacidad motora.

#### 3.1. Lineamientos metodológicos

Esta sección presenta la descripción de lineamientos metodológicos que pretenden caracterizar la co-exploración multidisciplinaria en espacios de co-diseño. Lo anterior, según los enfoques abordados desde el diseño participativo y estudios en discapacidad, se puede expresar como: “Lineamientos metodológicos del espacio de co-diseño para la co-exploración desde un enfoque biopsicosocial tecnológico”. Para el desarrollo de estos se tomó como base la estructura propuesta por Alexander et al. (1977) y detallada con una estructura por Agredo-Delgado et al. (2020) que incluye: El nombre del lineamiento, luego, el problema, que describe las condiciones que se pueden presentar en el espacio de co-diseño, con el fin de que se tenga en cuenta en el momento de aplicar el lineamiento. El contexto, muestra la oportunidad de forma general en el

cual el problema se puede presentar. La descripción, presenta el planteamiento conceptual del lineamiento que vincula el problema y contexto en el espacio de co-diseño, finalmente, la solución, que describe los componentes que se interrelacionan en el espacio de co-diseño. Por lo anterior, el lineamiento es una plantilla que puede aplicarse en situaciones diferentes, proporcionando así, una descripción abstracta de un problema y de cómo una disposición general de elementos pueden guiar la resolución del espacio de co-diseño.

### **3.1.1. Lineamiento Reglas: el conflictos y toma de decisiones**

**Nombre del lineamiento:** Conflictos y toma de decisiones

**Problema:** El punto de vista de cada participante parte de intereses propios que contribuyen a identificar y comprender el problema. Sin embargo, los aportes pueden ser puestas en peligro por los demás participantes, por lo que cada miembro de un equipo de diseño se ve obligado de vez en cuando a defender sus intereses, tratando a los demás como potenciales adversarios (Bahler et al., 1995). Incluso los participantes pueden actuar de vez en cuando de forma competitiva en virtud de un conocimiento dispar desde su formación disciplinar; esto da lugar a diferentes perspectivas que pueden influir de manera central en el diseño estableciendo unos intereses individuales en el proceso de diseño (D. A. Norman & Stappers, 2015).

**Contexto:** Es probable que surjan conflictos entre los participantes en un proceso de co-diseño como consecuencia de las diferentes perspectivas y puntos de vista implicados. Además, el conflicto puede aumentar en grupos multidisciplinarios debido a que cada disciplina realiza aportes en diferentes saberes basadas en los conocimientos y las experiencias individuales (Bahler et al., 1995). Las oportunidades de conflicto pueden amplificarse si se aportan muchas perspectivas en diferentes aspectos del problema en las primeras etapas del proceso de diseño.

**Descripción:** Una ruptura en el diálogo de saberes por medio de dos características presentadas por los resultados obtenidos. En primer lugar y considerando que los conocimientos situados implican prácticas que nacen de relaciones de poder (Haraway, 2013), los primeros encuentros entre el grupo de diseño dieron cuenta que figuraba una autoridad desde el saber experto como una forma de verdad absoluta (Manzini, 2015a, p. 37; Taffe, 2015). Por lo tanto, las voces subalternas no tenían una representatividad o en ocasiones era una participación de cuerpo pasivo que solo absorbía otros saberes.

**Solución:** Los artefactos mediadores pueden ayudar a resolver estos conflictos diseñando pautas que permita a los participantes expresar ideas, críticas y opiniones. Ofreciendo así, un medio justo de reflexión y comparación de alternativas sugeridas para

llegar a una solución colectiva (Bahler et al., 1995; Cole & Engeström, 1993; E. B. N. Sanders & Stappers, 2014). Lo anterior, se establece a partir de los protocolos como guía para el desarrollo de los espacios de co-diseño. Puesto que se debe diseñar una ruta en la actividad con el fin de buscar el propósito y los datos proyectados con los artefactos mediadores.

### **3.1.2. Lineamiento Sujeto: conformación de grupo multidisciplinar**

**Nombre del lineamiento:** Grupo multidisciplinar

**Problema:** La conformación de un grupo multidisciplinar desde un modelo biopsicosocial tecnológico implica un trabajo colectivo en los procesos de desarrollo, que involucra las condiciones de salud y enfermedad que deben ser considerados junto con los factores biológicos, psicológicos y sociales, los cuales desempeñan roles hacia la actividad humana en un contexto de discapacidad (Engel, 1977). Además, tanto la ingeniería como el diseño se vincula como parte del grupo. Lo anterior permite establecer que el enfoque del modelo biopsicosocial tecnológico puede ser visto como un sistema social complejo, ya que busca establecer relaciones entre diferentes saberes para interpretar y validar tecnologías que puedan mejorar el bienestar o las condiciones de salud de las personas en situación de discapacidad (Ahmadvand et al., 2018).

**Contexto:** Desde el modelo biopsicosocial emergen enfoques desde la tecnología. Por lo que se debe tener en cuenta que los procesos de acción comunicativa permitan pasar de un estado multidisciplinar a una estado inter o transdisciplinar (Max-Neef, 2005; Tamayo y Tamayo, 2011). Se sugiere que los participantes se vinculen en una fase temprana del proceso de diseño, lo que permite incorporar los diferentes puntos de vista al identificar problemas y brindar soluciones efectivas. Esto puede mitigar una imposición tecnológica que conlleve a una obsolescencia temprana de dicha tecnología (Aryana et al., 2019; Federici et al., 2016; Francis et al., 2009).

**Descripción:** El grupo multidisciplinar que tiene por objeto integrar y destacar la importancia de tres dominios que influyen en el crecimiento y el desarrollo humano, a saber: primero, los factores biológicos enfocados en los estados de la salud; segundo, los factores psicológicos que incluyen la mente, las emociones y la personalidad; y tercero, los factores sociales que incluyen las interacciones interpersonales que implican el contexto próximo, además, las actividades que vinculan a las personas en la sociedad. Este grupo también debe brindar atención y responder a las necesidades de las personas (Ahmadvand et al., 2018). Así mismo, la vinculación de un componente tecnológico desde los campos disciplinares como el diseño y la ingeniería, requiere de complejas

interacciones en busca de soluciones tecnológicas entre los aspectos biopsicosocial y tecnológico. En busca de los procesos de evaluación, aceptabilidad, usabilidad y la satisfacción de las soluciones planteadas, permitiendo una comprensión más profunda de su uso (Ahmadvand et al., 2018).

**Solución:** La tecnología apoya funciones y sistemas biológicos por medio de factores personales e interacciones sociales y participativas. Por lo tanto, la elección de usar, evitar, rechazar o abandonar una tecnología tiene implicaciones para todos los elementos del modelo biopsicosocial tecnológico (Scherer, 2020). Por lo tanto, se debe establecer un diálogo de saberes del grupo multidisciplinar, deben ser considerados como socios en igualdad de condiciones en todo el proceso de diseño desde su conocimiento situado, lo cual es un proceso iterativo que puede oscilar entre el diseño para y con el usuario en contextos reales con tareas específicas y niveles de dificultad que proporcionan un sondeo profundo desde múltiples perspectivas en un grupo de diseño.

### **3.1.3. Lineamiento Comunidad: personas-usuarios con discapacidad e interesados**

**Nombre del lineamiento:** Personas-usuarios con discapacidad e interesados.

**Problema:** La necesidad de brindar una mayor comprensión del proceso de diseño por parte las personas involucradas, y que respondan realmente a sus necesidades, mediante una retroalimentación. Particularmente, las personas en situación de discapacidad también tienen la posibilidad de ejercer procesos de diseño, tanto como cualquier ser humano. Sin embargo, en algunas ocasiones esta característica no se reconoce, puesto que las personas en situación de discapacidad continuamente han sido receptoras del diseño (Waldschmidt et al., 2017), lo cual opaca sus voces desde sus necesidades e interés de su propio contexto, e incentiva a prácticas de poder que se construyen a partir de una relación asimétrica de sujeto-objeto; en donde el sujeto es el diseñador o ingeniero como experto y el objeto es la persona en situación con discapacidad. Estas prácticas contribuyen a opacar y dar poca visibilidad a las personas y desconocer su rol como sujetos de derecho, que pueden participar de manera significativa.

**Contexto:** La metodología de diseño participativo permite un rol de la persona-usuario como un diseñador difuso (Manzini, 2015a) durante el proceso de diseño. La información del contexto puede reunirse de forma natural e inducir a las personas a identificar ideas

a partir de sus motivaciones e intereses (Woodbury, 2013). Así, se deben fomentar espacios de participación basados en la empatía.

**Descripción:** El co-diseño es un proceso de diseño participativo que implica involucrar a los usuarios de productos o servicios en el proceso de desarrollo. En tal sentido, la participación de las personas en situación de discapacidad es esencial en los procesos de diseño, se deben reconocer como personas expertas desde su experiencia de vida y otorgarles el mismo nivel de participación dentro del grupo de diseño, esto teniendo en cuenta que son ellas mismas las que conocen su condición problémica y son capaces de reconocer sus necesidades e intereses. En estos procesos, los participantes son críticos a través del diálogo y la toma de decisiones. De igual manera, los expertos en su campo disciplinar hasta los usuarios finales son alentados a participar como socios iguales que comparten experiencia en el diseño de servicios y productos (John, 2015).

**Solución:** La fase de prediseño permite establecer un sentido colectivo en dirección a un pensamiento objetivado para facilitar el diálogo en los espacios de co-diseño que identifica si las contribuciones del grupo tiene como propósito satisfacer las necesidades de la persona-usuario desde la significación del producto (Pine & Gilmore, 1998; Press & Cooper, 2003; Shedroff, 2009). Esto brinda la oportunidad de identificar aspectos que potencialicen las capacidades de la persona-usuario con discapacidad a partir de sus necesidades y motivaciones. Por lo tanto, los aportes son tenidos en cuenta como recurso que orienta la interpretación del grupo.

### **3.1.4. Lineamiento División del trabajo: definición de roles**

Nombre del lineamiento: Definición de roles.

**Problema:** Ser parte de un grupo no es suficiente para promover ideas. En tal sentido, la participación se puede considerar de forma pasiva o dominante (Collazos et al., 2014; McLellan, 2000). En la primera, las personas son directamente afectadas o no influyen en la realización de la actividad, pero experimentan la situación como observadores u oyentes. La segunda, prácticas de poder que se construyen a partir de una relación asimétrica de sujeto-objeto; en donde el sujeto es la disciplina experta y el objeto es la persona en situación de discapacidad, como se enunció anteriormente en el lineamiento comunidad.. Por los anteriores aspectos, se dificulta la construcción de la colaboración para conseguir el objetivo colectivo como una interdependencia positiva de roles (Collazos et al., 2003).

**Contexto:** El trabajo colaborativo busca una solución sólida, pero cuando el grupo de diseño está formado por participantes multidisciplinares, el proceso de comunicación

puede ser difícil de gestionar, aunando a la persona-usuaria como actor social dentro de un contexto real (Berger & Luckmann, 1967; McCarthy & Wright, 2004, p. 7) durante el proceso de diseño para el desarrollo de tecnologías. Por lo tanto, el trabajo colaborativo debería orientarse hacia ideas colectivas establecidas por perspectivas parciales. Para obtener una solución integral desde el colectivo vinculado al proceso de investigación y al desarrollo del producto o servicio.

**Descripción:** Los roles dentro de los grupos de co-diseño deben ser cuidadosamente definidos, cada participante del grupo debe tener roles que estén interconectados y que den responsabilidades específicas para que el grupo pueda desarrollar una actividad. Un grupo de diseño multidisciplinar debe establecer un marco de trabajo que permita incentivar la construcción del diálogo entre los participantes. Igualmente, la vinculación de las personas en situación de discapacidad como personas-usuarias y otros interesados desde el contexto próximo, se puede configurar en un sistema complejo debido a las múltiples interacciones entre los participantes.

**Solución:** Para que la actividad en el espacio de co-diseño se potencialice, es esencial definir claramente las tareas que debe realizar cada uno de los participantes. Es necesario definir tres (3) roles fundamentales (Elizabeth B.-N. Sanders & Stappers, 2008) que se agrupan para el espacio de co-diseño: (1) Personas-usuarias, experto desde su experiencia de vida a razón de su discapacidad, contribuyen con una voz activa expresando sus motivaciones, necesidades e intereses en su contexto de vida. (2) Investigadores, a partir de grupo multidisciplinar establecido desde el modelo biopsicosocial tecnológico considerando factores biológicos, psicológicos, sociales y tecnológicos. (3) Diseñadores, este rol deberá ocuparse en facilitar el proceso de mediación hacia el diálogo y promoviendo la construcción de sentido colectivo (Hassenzahl, 2010, p. 35; P. Jones, 2018; Lee, 2008; Mattelmäki, 2008), además, es apoyado desde un diseño experto para orientar el proceso de co-diseño.

### **3.1.5. Lineamiento Artefacto mediador: sondas culturales**

**Nombre del lineamiento:** Diseño de sonda cultural

**Problema:** El planteamiento busca la manera que se pueda abordar las necesidades e intereses de las personas con discapacidad para diseño de tecnología de apoyo. Con esto evitar una imposición tecnológica y una obsolescencia temprana de productos. Por lo tanto, se puede considerar que este enfoque exige una mayor comprensión de las personas que practican el diseño, así mismo, una comprensión del proceso de diseño por parte las personas involucradas, y que respondan realmente a sus necesidades,

mediante una retroalimentación. Sin embargo, en algunas ocasiones las ideas u opiniones no son expresadas o escuchadas, lo cual opaca sus voces desde sus necesidades e interés de su propio contexto, e incentiva a prácticas de asimetría de poder. Además, la presencia de múltiples disciplinas y perspectivas puede influir de forma central en el diseño, pues cada disciplina aporta diferentes formas de afrontar el problema basadas en la experiencia y el dominio específico. Así mismo, cada disciplina tiene un lenguaje técnico con términos que son diferentes a las otras, pero en algunas ocasiones se utilizan los mismos términos con diferentes significados o de forma contraria (Mosleh & Larsen, 2020; D. A. Norman & Stappers, 2015). Estas diferencias pueden afectar en el funcionamiento del proceso de diseño debido a que puede interrumpir la colaboración entre los participantes. Por lo tanto, se puede considerar un problema de acción comunicativa cuando se transfiere un mensaje entre los participantes.

**Contexto:** Los diferentes tipos de artefactos mediadores como la sonda cultural se deben diseñar en función del proceso que representan y del objeto como propósito principal. Engeström (1990) sugiere tres grupos de artefactos: Artefactos “qué”, utilizados para identificar y describir productos o situaciones. Artefactos “cómo”, utilizados para guiar y dirigir procesos y procedimientos sobre, dentro o entre objetos o entre personas. Artefactos “por qué”, utilizados para interpretar y explicar las propiedades de los objetos o ideas. En tal sentido, las sondas culturales tienen beneficios como herramientas de investigación para la comprensión, al estar diseñadas para un contexto específico (Ralitsa D. Debrah et al., 2017; Ralitsa Diana Debrah et al., 2015).

**Descripción:** Sondas culturales como artefacto mediador desde el diseño participativo (E. B. N. Sanders & Stappers, 2014). Esta herramienta es implementada en la fases tempranas del diseño como una forma de exploración e identificación de características emergentes en los procesos de diseño. La sonda cultural puede ser definida como el diseño de un paquete de artículos que tienen una intención específica y son implementadas por medio de una actividad, tiene como propósito la recolección de ideas, opiniones y reflexiones de los participantes (Gaver et al., 1999; E. B. N. Sanders & Stappers, 2014). El diseño de sondas por medio de artefactos no se produce de forma solitaria. Es un proceso colaborativo y dialógico en el que intervienen diferentes perspectivas y las voces se encuentran, chocan y se fusionan. Las diferentes perspectivas están arraigadas en diferentes comunidades y prácticas que siguen coexistiendo dentro de un mismo sistema de actividad colectiva (Engeström, 1999). Adicionalmente, para el diseño de las sondas se debe considerar las múltiples

representaciones mediante el habla, el gesto, la escritura, la manipulación del entorno material, entre otros.

**Solución:** El enfoque de las sondas invita a las personas a reflexionar y expresar sus experiencias, sentimientos y actitudes en formas y formatos que sirvan de inspiración a los otros participantes. En tal sentido, uno de los propósitos de las sondas culturales sugieren la igualdad entre el usuario y el diseñador, en este caso el grupo multidisciplinar y la comunidad con discapacidad. La recolección de datos que se realizó en los espacios de co-diseño tuvo como propósito incentivar la comunicación de ideas individuales y colectivas por el grupo de participantes. Es de resaltar que para cada actividad se diseñó un protocolo como guía para la interacción en el espacio de co-diseño. La sonda cultural tenía como propósito base la construcción, consolidación del sentido colectivo, con el fin de generar un diálogo en el grupo y así establecer consensos en la toma de decisiones. Por otro lado, las relaciones de poder tienden a atenuarse y alinearse de forma que se pueda establecer un espacio de diálogo de saberes. La comunicación no verbal a través del texto como mecanismo de transmisión de ideas tuvo un protagonismo como recolector de datos inicial de los espacios de diseño.

### **3.1.6. Lineamiento Objeto: sentido colectivo**

Nombre del lineamiento: Sentido colectivo

**Problema:** La experiencia de una persona puede llegar a ser ignorada en un grupo de diseño multidisciplinar, puesto que las opiniones expertas de diferentes dominios pueden opacar la voz de la persona o desestimular la participación. El proceso de diseño debe visibilizar y reconocer la voz de las personas e implementar estrategias para identificar las contribuciones. En ese sentido, la identificación de componentes colaborativos en el diseño y desarrollo de tecnologías con un enfoque biopsicosocial, además, vinculando a las personas con discapacidad debe contemplar la construcción de sentido colectivo. La extensión de un modelo biopsicosocial tecnológico establece nuevas perspectivas en los procesos de diseño y desarrollo de tecnologías de forma participativa.

**Contexto:** La colaboración puede ser más eficaz cuando los participantes establecen un diálogo de saberes, las capacidades de las personas desde la experiencia situada puede contribuir con información y conocimientos necesarios para dar una mayor flexibilidad a los procesos de diseño. Por tanto, más posibilidades de hacer frente a nuevos retos de problemas en contextos reales. Al mismo tiempo, es importante apoyar diferentes valores sociales y culturales en diferentes marcos de significado, que posiblemente sea o no aceptado por los participantes.

**Descripción:** La construcción social de la realidad relaciona una forma sociocultural de conocer, hacer y sentir. Esto orienta al proceso de diseño a la construcción de sentido colectivo (Berger & Luckmann, 1967; P. H. Jones, 2014; Krippendorff, 1989), promueve la toma de decisiones y los aspectos significativos de la experiencia vital, lo cual es un concepto útil para facilitar la relación entre las personas y la tecnología. En tal sentido, la construcción de sentido colectivo multidisciplinario de fundamenta a través del diálogo de saberes para unificar los multi-objetivos en un objetivo en común. Puesto que las ideas emergen desde la subjetividad experta, pero luego esta es potencializada por la intersubjetividad, esto se puede denominar como una co-exploración situada.

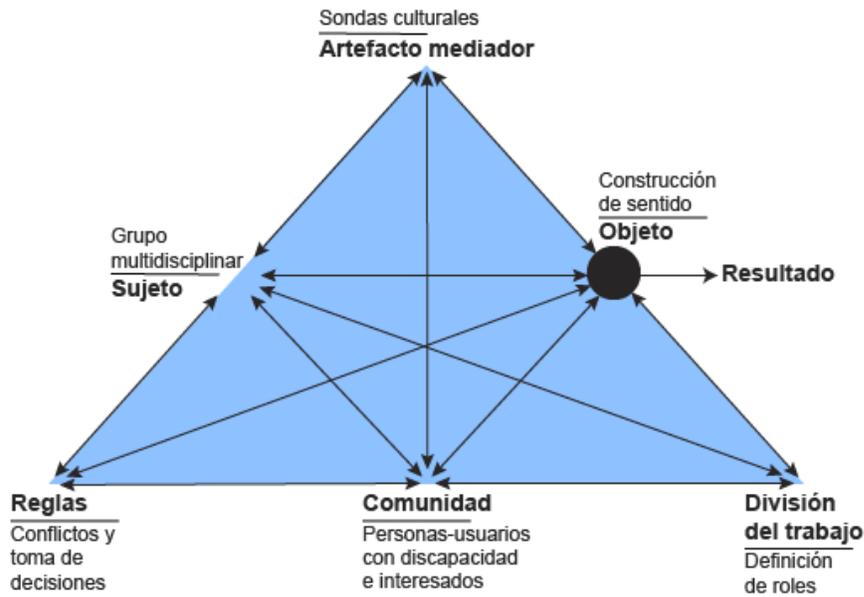
**Solución:** En la fase del prediseño se establecieron cinco sub-etapas denominadas por Mattelmäki (2006, p. 96) como proceso de sondas, en el cual se promueven actividades en los espacios de co-diseño para profundizar la co-exploración por medio de los participantes. Logrando así, identificar intereses y necesidades de cada participante del grupo de diseño y las relaciones que permiten construir el sentido colectivo para la toma de decisiones.

Es de anotar que en la fase de prediseño se presentaron los primeros encuentros entre los participantes, esto fue un aspecto importante, pues se debieron considerar los procesos de empatía y relaciones de poder para así establecer procesos comunicativos que permitieron desarrollar diálogos entre los participantes por medio de los espacios de co-diseño.

### **3.1.7. Relaciones entre lineamientos**

Para la construcción de sentido de un grupo multidisciplinar en un proceso de co-exploración, es necesario definir un esquema que permita estimular la contribución de saberes expertos en espacios de co-diseño. Las relaciones entre lineamientos permitirán brindar un marco de trabajo deseado para los participantes, con la finalidad que estas sean tomadas en cuenta y de esta manera se pueda presentar la construcción de sentido colectivo de un grupo multidisciplinar. Por lo tanto, la Figura 29 representa el esquema para la mediación en espacios de co-diseño que presenta la relación entre los lineamientos propuestos. Es de anotar que el esquema está basado en la tercera generación de la teoría de la actividad desarrollada por c que indica que el modelo necesita desarrollar herramientas conceptuales para para entender el diálogo, las múltiples perspectivas y las redes del sistema de actividad. Al respecto, Valbuena (2020) realiza una adaptación hacia la creación distribuida como resultado de una experiencia de co-creación lúdica.

**Figura 29.** *Esquema para la mediación de espacios de co-diseño*



### 3.2. Hallazgos

Las formas de interacción que predominaron en los espacios de co-diseño fue la comunicación no verbal, dando espacio a las voces subalternas con saberes capaces de dar cuenta de la posición que ocupan en el mundo dentro de su experiencia individual, estableciendo así, su perspectiva parcial que explora la realidad subjetiva y da formas de saberes que avanzan lentamente. Lo anterior se puede evidenciar en el espacio de co-diseño #1 (Figura 30), que permitió obtener como resultado una interpretación colectiva inicial.

El proceso de asociación entre las categorías que presentaron un grado de influencia significativo dentro del sistema, facilitó la toma de decisiones con respecto a la unificación de las categorías de observación en relación con las tres nuevas categorías colectivas. Esto se presenta en el espacio de co-diseño #2 y #3 (Figura 30).

Por medio de los planteamientos anteriores, se infieren los siguientes hallazgos:

**Hallazgo 1:** Un grupo de diseño multidisciplinar posee un conocimiento colectivo desde múltiples perspectivas parciales que permite identificar problemas.

**Hallazgo 2:** La interrelación de saberes de un grupo de diseño multidisciplinar no permite dar alcance al enfoque biopsicosocial tecnológico, debido a que no existe una construcción del conocimiento colectivo.

**Hallazgo 3:** Las experiencias colectivas implican prácticas asimétricas de relaciones de poder, las cuales deben ser consideradas en las formas de comunicación que permitan dar espacio a todas las voces del grupo de diseño.

Así mismo, en la fase de prediseño se presentaron los primeros encuentros entre los participantes, esto fue un aspecto importante, pues se debieron considerar los procesos de empatía y relaciones de poder para así establecer procesos comunicativos que permitieron desarrollar diálogos entre los participantes por medio de los espacios de co-diseño, específicamente en la etapa de *comprendiendo* como se muestra en la Figura 30. Con las actividades desarrolladas en los espacios de co-diseño que permitieron profundizar en la co-exploración, se logró identificar los intereses y necesidades de cada participante del grupo de diseño. Además, el grado de interacción que permitió construir el sentido colectivo para la toma de decisiones en la identificación problemática.

Por anterior se permite inferir los siguientes hallazgos:

**Hallazgo 4:** Cada participante del grupo de diseño multidisciplinar es un diseñador difuso que expresa su saber, que es adaptado y formalizado desde un enfoque colectivo.

**Hallazgo 5:** El conocimiento situado de la persona-usuario se presenta a partir de la experiencia en la discapacidad desde una unidad holística como diseñador difuso.

**Hallazgo 6:** Los datos heterogéneos se transforman a partir de experiencias colectivas situados en los espacios de co-diseño en un diálogo de saberes dinámico.

**Hallazgo 7:** La unificación de significados estimula el sentido común para establecer experiencias colectivas del grupo de diseño.

**Hallazgo 8:** La co-exploración permite identificar problemas desde un grado de contribución equivalente por los participantes del grupo de diseño.

Adicionalmente, los espacios de co-diseño nos presentan un marco de trabajo desde un enfoque comunicativo, que permite el análisis de las actividades cotidianas de las personas con discapacidad para aproximar a un entendimiento de su contexto de vida. Así mismo, los procesos de diseño participativo permiten la vinculación intergrupala desde una experiencia situada para identificar la solución más efectiva de forma interdisciplinaria.

Los participantes construyen un sentido colectivo a través del diálogo de saberes para visualizar un objetivo en común. Puesto que las ideas emergen desde la subjetividad experta, pero luego esta es potencializada por la intersubjetividad, esto se puede denominar como una co-exploración situada. Lo que conllevó a identificar el grado de contribución en la toma de decisiones de cada participante del grupo de diseño.

Por lo anterior, se presentan los siguientes hallazgos:

**Hallazgo 9:** Las perspectivas parciales pierden potencia cuando no existe un compromiso continuo en el proceso de co-diseño.

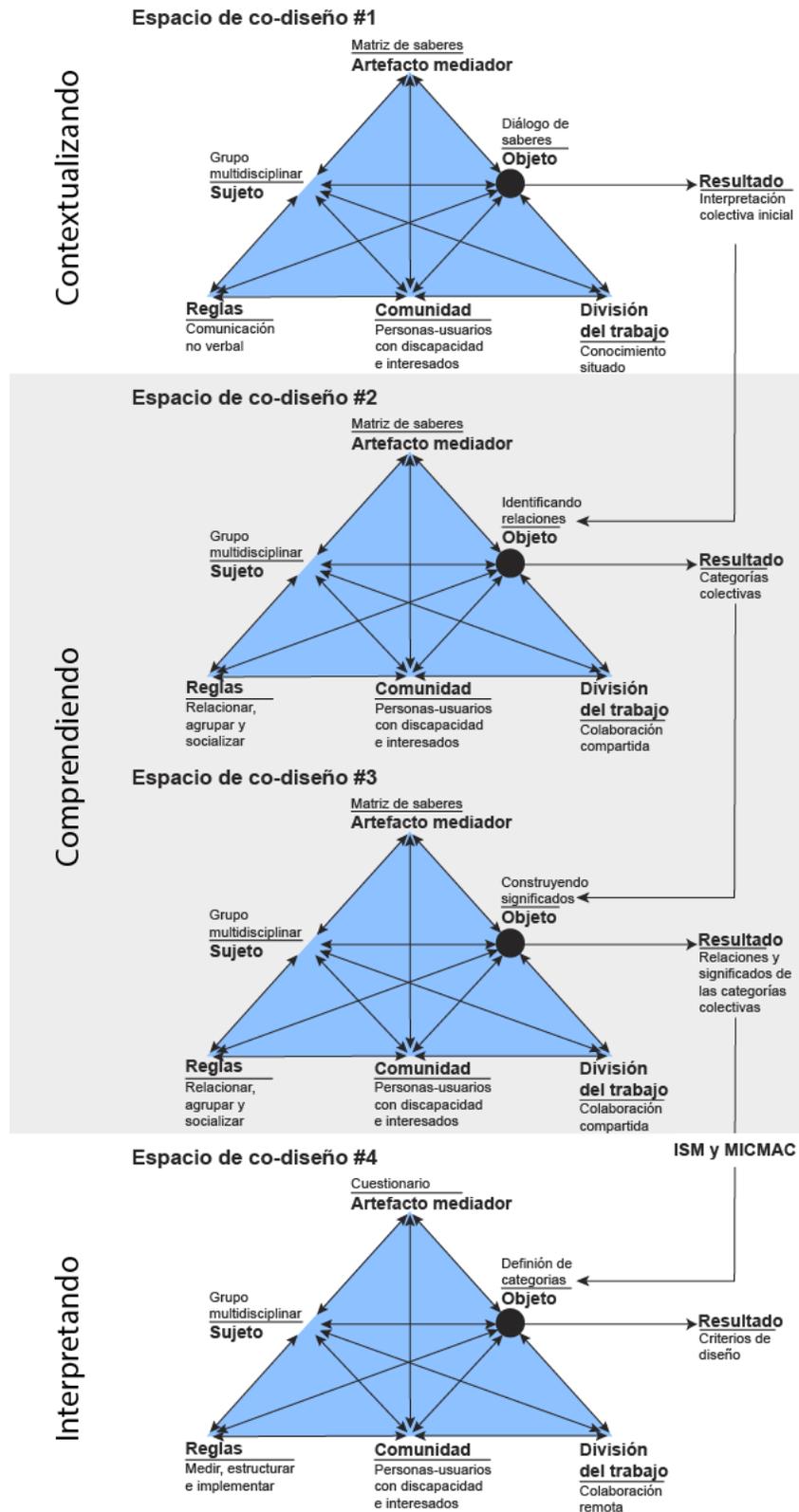
**Hallazgo 10:** Las experiencias colectivas que construyen sentido desde diferentes dominios del conocimiento, entre ellos la persona-usuaria, se presenta como una manifestación de interdisciplinariedad.

**Hallazgo 11:** La construcción de sentido colectivo facilita la toma de decisiones de forma consensuada debido a características colectivas emergentes.

**Hallazgo 12:** los criterios de diseño son establecidos por las interrelaciones fundamentadas por categorías colectivas hacia temáticas colectivas emergentes.

Finalmente, en cada espacio de co-diseño se obtiene un resultado como una información valiosa que debe ser interpretado por el grupo de diseño. Además, el resultado se convierte en el recurso como objeto y diseño de la actividad del siguiente espacio de co-diseño. En la Figura 30, se conecta el resultado de cada espacio de co-diseño con el objeto, puesto que las dinámicas desarrolladas en la fase de prediseño evolucionan constantemente, por lo tanto, requieren una continuidad de los estados colectivos anteriores para diseñar las actividades futuras.

**Figura 30.** Implementación del espacio de co-diseño para la co-exploración desde un enfoque biopsicosocial tecnológico.

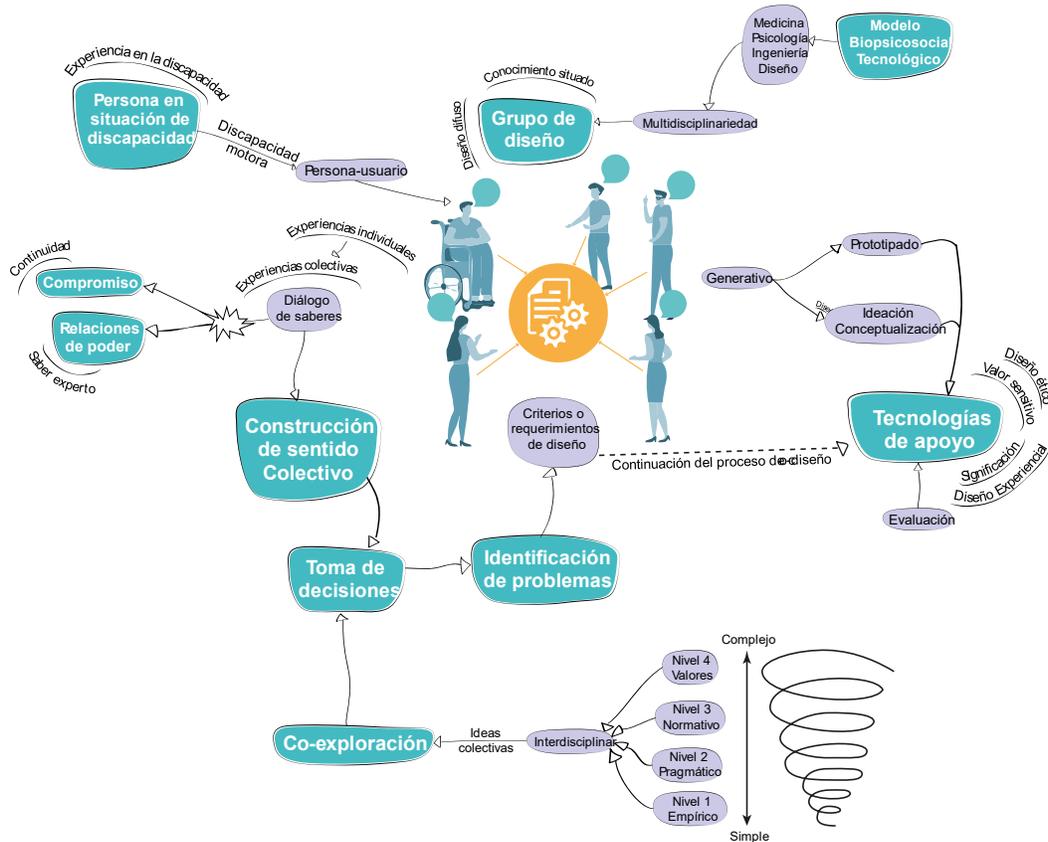


## 4. Discusión

En este capítulo se presenta la interpretación de los resultados obtenidos con base en los 4 espacios de co-diseño descritos en los capítulos anteriores. En tal sentido, este capítulo se orienta hacia la respuesta a las preguntas de investigación planteadas por medio de los objetivos específicos y ubicando los hallazgos obtenidos.

Ahora bien, para entender estos hallazgos desde una perspectiva teórica, se retoman diferentes autores previamente abordados en los capítulos I y II, y adicionalmente se introducen nuevos referentes que ayudan para la discusión de los resultados. Por ello se presenta la Figura 31 que sirve como hilo conductor de este capítulo, la cual será desagregada conforme se van presentando las diferentes discusiones.

**Figura 31.** Esquema teórico y conceptual de los hallazgos.



## 4.1. Las perspectivas parciales hacia la objetividad desde un conocimiento colectivo

Para los diseñadores y desarrolladores de tecnología, el cambio básico que implica repensar el objeto tecnológico es pasar de una visión individual del diseño a una visión colectiva mediante redes de relaciones de trabajo que hacen posibles los sistemas sociotécnicos (Suchman, 2002).

Por tanto, esto puede ser representado como un sistema complejo compuesto de múltiples interrelaciones entre los actores sociales, que particularmente pueden ser mensajes expresados por los participantes. Obteniendo así, un conjunto de datos heterogéneos que provienen de diferentes saberes que deben interactuar para permitir la construcción de formas de comunicación (Greenhalgh et al., 2016). Los múltiples puntos de vista permiten emerger una tipología de datos heterogéneos que están orientados a una misma situación problémica a través de las observaciones de los participantes.

Del mismo modo, Norman y Stappers (2015) denominan estos sistemas sociales complejos en un *diseñoX*, lo cual refiere a un planteamiento problémico que no se evidencia de forma representativa, sino, por lo contrario, se debe identificar el problema haciendo alusión a la letra “X”, que representa la incógnita en el dominio de las matemáticas. El *diseñoX* presenta un marco social, político y económico de los sistemas sociotécnicos complejos. Un ejemplo de ello se basa en las interrelaciones entre múltiples disciplinas y perspectivas que pueden influir de manera central en el diseño, debido a que cada disciplina realiza aportes en diferentes saberes basadas en los conocimientos y las experiencias individuales, con miras en diferentes aspectos del problema.

Lo anterior permite establecer que el enfoque del modelo biopsicosocial tecnológico puede ser visto como un sistema social complejo, ya que busca establecer relaciones entre diferentes saberes para interpretar y validar tecnologías que puedan mejorar el bienestar o las condiciones de salud de las personas en situación de discapacidad (Ahmadvand et al., 2018).

El abordaje del **objetivo 1**, identificar el grado de contribución en la toma de decisiones por medio de co-exploración de la persona en situación de discapacidad vinculada al caso de estudio. Este se presenta en los 4 resultados que se obtuvieron en los espacios de co-diseño. En primer lugar, las manifestaciones textuales y observaciones realizadas a partir de las categorías iniciales por parte de la persona en situación de discapacidad, permiten vincular su conocimiento situado en la matriz de saberes (Figura 8) el cual se interconecta con otros saberes para identificar y relacionar sus contribuciones con los demás participantes en un proceso de co-

exploración del grupo de diseño. Segundo, los resultados obtenidos en la etapa *comprendiendo* permitieron emerger categorías colectivas (Figura 14 y Figura 21), estas incorporan contribuciones de la persona-usuario en los espacios de co-diseño. La unificación y direccionamiento de las ideas permitieron construir un sentido colectivo en la identificación del problema. Tercero, la participación en el diseño e implementación del espacio de co-diseño #4 permitió representar el grado de contribución de la persona usuario de forma explícita, por medio de las relaciones temáticas que dieron como resultado final los criterios de diseño (Figura 27 y Figura 28).

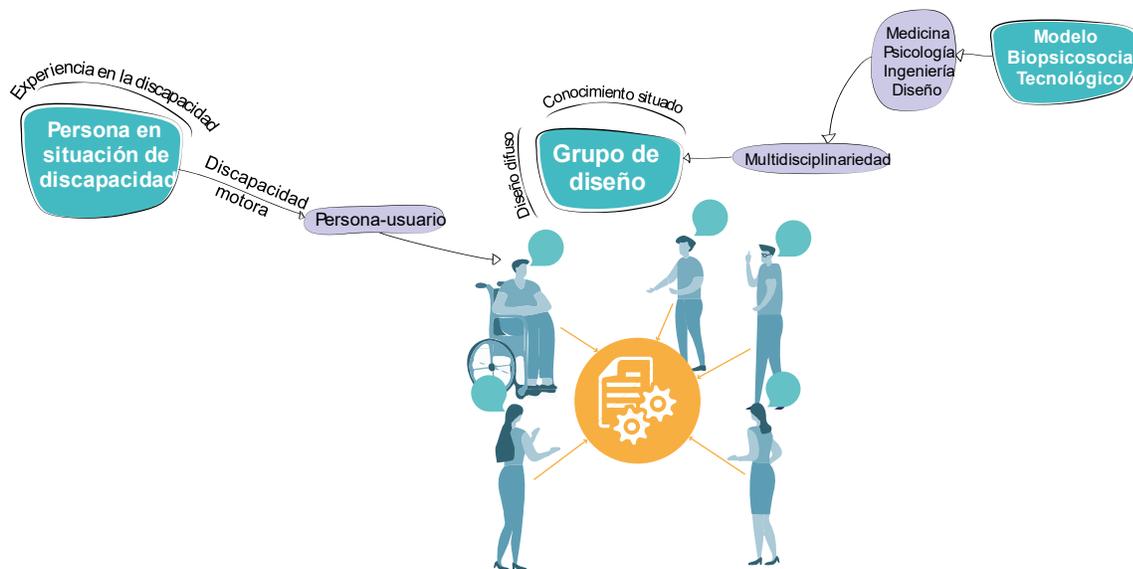
Por los anteriores planteamientos, se agrupan los hallazgos 1, 2, 4 y 5 para establecer las inferencias identificadas en el desarrollo de la investigación se la siguiente forma:

**Hallazgo 1:** Un grupo de diseño multidisciplinar posee un conocimiento colectivo desde múltiples perspectivas parciales que permite identificar problemas.

Con relación a los resultados obtenidos en el espacio de co-diseño #1, se definieron múltiples perspectivas parciales a partir de los conocimientos situados de cada participante. Las ideas individuales y la retroalimentación por parte de los demás participantes fueron establecidas en 23 categorías de observación (Tabla 3). Es decir, que son saberes que fueron expresados y analizados desde un punto de vista de otros, para así entender los límites y otras formas de percibir los problemas. De esta manera, los conocimientos situados deben convivir con los saberes del grupo de diseño. Es así como las perspectivas parciales buscan una forma de conocimientos objetiva y racional, como una proliferación de verdades parciales que interactúan entre sí (Haraway, 2013).

En el mismo sentido, Suchman (2002) menciona que nuestra visión del mundo es una visión de algún lugar que está basada en una perspectiva de otros, considerada una perspectiva parcializada. Por lo tanto, es un mundo en el cual estamos involucrados y que nos hace responsables en nuestro actuar como personas, por ello la única vía posible hacia la objetividad desde este enfoque es a través del conocimiento colectivo y compartido de nuestras respectivas visiones. De este modo, la Figura 32 presenta al grupo de diseño en diálogo de saberes desde múltiples conocimientos situados y a su vez como diseñadores difusos con el propósito de establecer ideas comunes.

**Figura 32.** Ruta conceptual sobre los conocimientos situados del grupo de diseño.



Por lo anterior, los participantes desde sus perspectivas parciales son considerados como diseñadores difusos, pues se encuentran en un proceso de reconocimiento de compartir su saber y entender otros saberes. Según Manzini (2015b) el diseño difuso es considerado como la capacidad humana natural de adoptar un enfoque de diseño, que resulta de la combinación de un sentido crítico, la creatividad y un sentido práctico. Esto permite obtener una amplitud de posibilidades que indican infinitas variaciones de lo que puede aparecer dentro de ellos, y sobre todo su dinámica sociocultural en un diálogo de saberes.

**Hallazgo 4:** Cada participante del grupo de diseño multidisciplinar es un diseñador difuso que expresa su saber que es adaptado y formalizado desde un enfoque colectivo.

Las interrelaciones entre las categorías (nodos) representan diferentes grados de relación entre las perspectivas de los participantes. Los grados de interacción se representan mediante el grado de centralidad de cada nodo, lo que permite conocer qué tanta influencia tiene un nodo respecto a los demás nodos del sistema mediante el grado de salida ponderado (Figura 9). De esta manera, el resultado en la Figura 10 permitió identificar diferentes saberes con un alto grado de similitud, por medio de las relaciones establecidas por el grupo de diseño.

Desde la anterior perspectiva, es importante reconocer que el trabajo colaborativo como principio del co-diseño busca la reubicación del usuario en un proceso de diseño, en el que el rol del usuario se modifica con el reconocimiento de una presencia humana, con las capacidades de diálogo y opinión acerca de su experiencia como un diseñador difuso (Manzini, 2015a, p. 37). Además, se debe considerar las necesidades, intereses, anhelos, sueños, inquietudes, entre otras, que tienen las personas-usuarias, y entre ellas, aquellas con discapacidad que

experimentan distintas realidades y reconocerlas como diseñadores difusos, y por tanto deben participar en los procesos de diseño (Sarmiento Pelayo, 2015).

**Hallazgo 5:** El conocimiento situado de la persona-usuario se presenta a partir de la experiencia en la discapacidad desde una unidad holística como diseñador difuso.

Las contribuciones desde el participante persona-usuario son expresadas y relacionadas dentro del sistema, en la Tabla 3 se presentan cuatro categorías de observación como aportes y hacen parte de las interrelaciones entre diversos saberes. Estos poseen atributos holísticos que permiten un reconocimiento por medio de su contexto de vida y las necesidades cotidianas que identifican sus objetivos.

De forma similar, Desmet y Hekkert (2007) lo definen como “experiencia de significado”, es decir, la identificación de características expresivas del usuario, con el fin de evaluar el significado personal o simbólico del producto. Así mismo, las interpretaciones del grupo de diseño reconocen las necesidades de las personas (Hassenzahl, 2010, p. 11). En tal sentido, la persona-usuario es considerada como experta en su propia experiencia de vida en relación con su discapacidad (Verza et al., 2006). De igual manera, los expertos desde sus campos disciplinares, hasta los usuarios finales son alentados a participar y son respetados como socios iguales que comparten experiencia en la identificación de problemas.

Las experiencias subjetivas del mundo son experiencias únicas por cuanto hacen parte de una percepción particular del entorno, tanto física como social y cultural. Esto, además, está asociado a la construcción social de la realidad (Berger & Luckmann, 1967), pues son personas categorizadas, separadas y señaladas por algunas marcas que resultan de un largo proceso de construcción diferencial impuesto por la historia (Díaz Velázquez, 2009; Pérez Dalmeda & Chhabra, 2019). Por lo tanto, la experiencia subjetiva constituida a partir de la discapacidad puede ser afectada por tecnologías de apoyo como la silla de ruedas, bastones, lentes, entre otros, artefactos que se pueden considerar como una corporalidad extendida. En este caso, la persona-usuario presenta la silla de ruedas como extensión corporal en apoyo a su movilidad y hace parte de su identidad como la persona en situación de discapacidad. En tal sentido, las tecnologías de apoyo rompen las fronteras de lo material hacia un cuerpo biológico como tecnologías diseñadas para potenciar las capacidades o facilitar sus actividades cotidianas.

**Hallazgo 2:** La interrelación de saberes de un grupo de diseño multidisciplinar no permite dar alcance al enfoque biopsicosocial tecnológico debido a que no existe una construcción del conocimiento colectivo.

En complemento al hallazgo anterior, se debe entender la dimensión sociocultural que permite identificar y comprender las actividades cotidianas de las personas por medio de su

contexto próximo referente a su estilo de vida. Por lo anterior, el enfoque de diseño participativo promueve la identificación de necesidades de las personas en situación de discapacidad, que pueden requerir un apoyo de tecnología para facilitar y mejorar su calidad de vida.

En los resultados, la Figura 10 resalta 10 nodos representativos en el sistema debido a su alto grado de influencia frente a este. En tal sentido, esto indica que se deben iniciar un proceso de construcción de conocimiento colectivo con la finalidad de que los participantes puedan establecer un diálogo desde aspectos comunes.

El diseño participativo en coherencia con el modelo biopsicosocial tecnológico requiere la vinculación de un grupo multidisciplinar en los procesos de diseño. Además, el diseño participativo relaciona componentes holísticos desde el usuario final. Sin embargo, la configuración de la multidisciplinariedad está dada por un sistema de un solo nivel con múltiples objetivos, esto quiere decir que no existe una cooperación entre disciplinas sino que cada objetivo está dado por el saber específico de cada participante (Max-Neef, 2005; Tamayo y Tamayo, 2011).

Por otra parte, el grupo de diseño no puede mantenerse en un estado multidisciplinar, puesto que los participantes tienen perspectivas en común al inicio de un proceso de co-diseño. En particular, cada disciplina tiene un lenguaje técnico con términos específicos que pueden tener un significado diferente de otra disciplina (D. A. Norman & Stappers, 2015). Estas diferencias pueden repercutir en el funcionamiento del proceso porque pueden interrumpir la colaboración. Por lo tanto, se puede considerar un problema de acción comunicativa cuando se transfiere un mensaje entre disciplinas.

Finalmente, las categorías de observación con el grado de influencia significativo que se obtuvieron como resultado (Figura 10), pueden ser utilizadas como recurso para dinamizar los procesos de diálogo y desvanecer el estado multidisciplinar para la construcción de otros estados de colaboración.

## 4.2. Construcción de sentido colectivo a partir del diálogo de saberes

El abordaje del **objetivo 2**, establecer el grado de interacción del grupo multidisciplinar desde prácticas de co-diseño en la fase de prediseño para la identificación del problema para el caso de estudio, se presenta a través de la manifestación de las interrelaciones de saberes determinados por experiencias individuales (Figura 9) como un sistema complejo que se constituye en un espacio de indisciplina (Moran, 2002, p. 15) pero que brinda el recurso de iniciar un proceso dialógico entre el grupo multidisciplinar. Ahora bien, este recurso es identificado mediante un grupo de saberes que tenían características comunes (Figura 10), las cuales permitieron construir un diálogo con el propósito de unificar las diferentes perspectivas. En el

espacio de co-diseño #2 y #3, emergen 3 nuevas categorías como experiencias colectivas resultado del diálogo de saberes. Así mismo, este espacio permitió dar inicio al proceso de construcción de sentido entre los participantes del grupo de diseño. Por lo tanto, el proceso de asociación entre las categorías que presentaron un grado de influencia significativo dentro del sistema, lo cual facilitó la toma de decisiones con respecto a la unificación de las categorías de observación en relación con las 3 nuevas categorías colectivas.

Similarmente, el resultado obtenido en el espacio de diseño #4 define los criterios de diseño fundamentados en un sentido colectivo, lo cual brinda un nuevo conocimiento como punto de partida para el desarrollo de tecnologías de apoyo. Según Gibbons et al (1994) se puede considerar este nuevo conocimiento como *transdisciplinariedad*, como una forma específica de producción de conocimientos. Además, los planteamientos de Gibbons son representados por la construcción de un producto final como un nuevo conocimiento que no es atribuido a ninguna disciplina en particular. No obstante, los criterios de diseño resultante de la fase de prediseño pueden también ser representados como el inicio de la *transdisciplinariedad*, puesto que se fundamentan de una interpretación colectiva. Es de anotar, que la noción de Gibbons es presentada por el tránsito del multidisciplinar (Modo 1) al transdisciplinar (Modo 2) a diferencia de otros autores que interponen un estado interdisciplinar (Max-Neef, 2005; Moran, 2002).

Por los anteriores planteamientos, se agrupan los hallazgos 6, 7 y 10 para establecer las inferencias identificadas en el desarrollo de la investigación se la siguiente forma:

**Hallazgo 6:** los datos heterogéneos se transforman a partir de experiencias colectivas situados en los espacios de co-diseño en un diálogo de saberes dinámico.

Los resultados obtenidos en el espacio de co-diseño #3, reforzaron el proceso de construcción de sentido dando una continuidad al diálogo de saberes, en este espacio se establecieron relaciones y significados pertenecientes a las categorías colectivas. En tal sentido, las experiencias colectivas generar una representatividad significativa en el sistema a partir del grado de centralidad. En otras palabras, las categorías colectivas representan un grado alto de notoriedad e influencia frente a las otras categorías que persisten en el sistema.

**Hallazgo 7:** La unificación de significados estimula el sentido común para establecer experiencias colectivas del grupo de diseño.

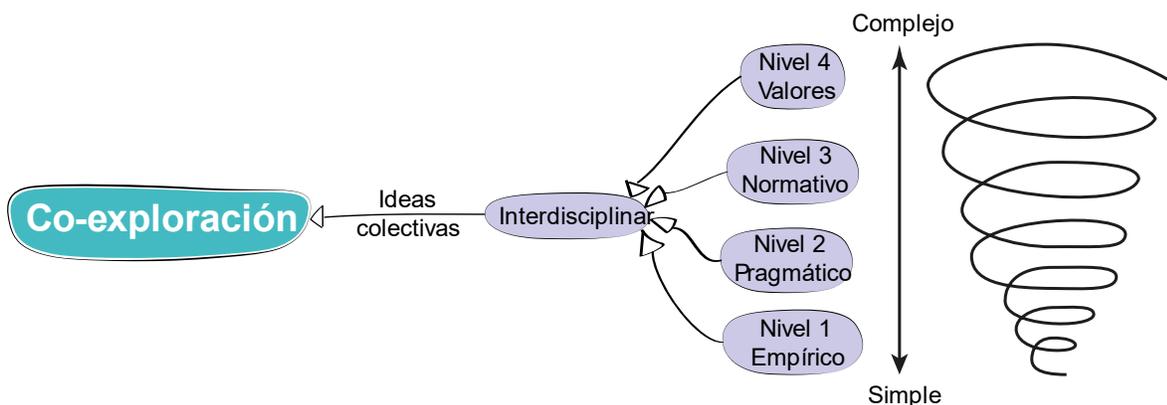
En los resultados obtenidos en los diferentes espacios de co-diseño, se presenta una reducción del sistema complejo como alternativa para hacer visibles las experiencias colectivas del grupo de diseño. Al respecto, Norman y Stappers (2015) en la sección respuesta de autor, enuncian que se debe reducir el sistema complejo para la disminución de grados de libertad, además, argumentan que las limitaciones humanas requieren de la simplificación de los sistemas

en el marco de que las ideas son más fáciles de pensar y decir que de hacer. En contraposición, Ashby (1991) presenta la ley de variedad de requisitos como una forma natural que implica establecer un control para poder regular el sistema complejo. Por ello, se reconoce que aquellos elementos emergentes colectivos pueden incluirse en el sistema original aumentando la variedad de elementos del sistema.

Un sistema que inicia desde un estado multidisciplinar se puede reconfigurar como un sistema multinivel y multiobjetivo para perseguir un propósito común, estableciendo así, un estado de interdisciplinariedad (Max-Neef, 2005; Tamayo y Tamayo, 2011). Por lo tanto, para esta transformación Tamayo y Tamayo (2011) sitúan tres nivel desde lo simple a lo complejo, lo cual permite establecer diferentes formas de interrelaciones entre los participantes de un grupo en particular. La Figura 33 representa la integración de disciplinas mediante un espiral, la cual presenta unos anillos más estrechos en la parte inferior en correspondencia al primer nivel, en representación a una disciplina. Los anillos intermedios corresponden al segundo nivel, en un primer intento de acercamiento de otras disciplinas. Los anillos más amplios corresponden al tercer nivel, en la integración de diversas disciplinas, para así establecer la interdisciplinariedad.

No obstante, Max-Neef (2005) menciona cuatro niveles con relación a los propuestos por Tamayo y Tamayo (2011) como se presenta en la Figura 33. Por lo tanto, los niveles de la interdisciplinariedad se establecen como empíricas y pragmáticas en un primer y segundo nivel jerárquico, seguido de un nivel normativo que define la planeación hacia el propósito orientado por disciplinas técnicas, por último, un nivel de valores que se ocupa de la ética, la filosofía y la teología.

**Figura 33.** Ruta conceptual en la co-exploración con un enfoque interdisciplinar.



**Hallazgo 10:** Las experiencias colectivas que construyen sentido desde diferentes dominios del conocimiento entre ellos la persona-usuaria, se presentan como una manifestación de interdisciplinariedad.

En consecuencia, los resultados obtenidos en los diferentes espacios de co-diseño que fueron analizados en las etapas del proceso para la construcción del sentido colectivo y construcción de significados colectivos, se presentan como una manifestación de interdisciplinariedad, puesto que hace implícito los distintos niveles que son requeridos para esta clasificación. En la Figura 21 se representan tres categorías colectivas como resultado de las relaciones y el diálogo de saberes que es constituido como sentido colectivo. Adicionalmente, representa estas categorías con un alto grado de notoriedad e influencia dentro del sistema.

En tal sentido, se puede indicar que la co-exploración está fundamentada desde los niveles que vinculan la interdisciplinariedad debido a que existen procesos de colaboración, conectividad y colectividad entre disciplinas y otros conocimientos situados como el de la persona-usuaria desde su experiencia en su discapacidad.

### **4.3. Procesos en la toma de decisiones desde la colectividad**

Los métodos y procesos relacionados con los sistemas complejos están orientados a la toma de decisiones colectiva (Figura 31). Por ejemplo, por medio del método de toma de decisiones en grupo (GDM por sus siglas en inglés) el cual es fundamentado desde cálculos computacionales, se analizan datos heterogéneos que proporciona resultados lingüísticos interpretables para la toma de decisiones (Zhang et al., 2017). Así mismo, otro trabajo con relación a GDM integra datos heterogéneos en matrices de decisión normalizadas con un operador de potencia media ponderada, obteniendo así, procesos de consenso en la retroalimentación computacional para ajustar la matriz de decisión individual (G. Li et al., 2018). Sin embargo, este método no contempla un enfoque dinámico sino por el contrario son datos que son tratados directamente de la fuente. Por lo cual, no permite una reflexión de las ideas en la toma de decisiones, puesto que los consensos de un grupo de ideas dentro de una estructura social pueden modificarse rápidamente de acuerdo con la interpretación individual o colectiva.

El abordaje del **objetivo 3**, describir los procesos en la toma de decisiones del grupo multidisciplinar que derivan de los espacios de diálogo entre el grupo de diseño. Para esto la constitución de los espacios de co-diseño por medio de los lineamientos y relaciones permiten establecer formas de diálogo desde una comunicación compuesta por las relaciones entre los mensajes que tienen una emisión y recepción entre los participantes. En tal sentido, el resultado de los espacios de diálogo se deben obtener consensos orientados hacia la toma de decisiones como una forma de contrato social.

Por lo anterior, los espacios de co-diseño #1, #2, #3 y #4 como se presentan en la Figura 30, representa el *lineamiento Objeto* como punto de partida orientador hacia la toma de decisiones del grupo de diseño. El cual es abordado por medio de una actividad colaborativa diseñada desde el *lineamiento Artefacto mediador* que estimula el diálogo y que incorpora *lineamiento de Reglas* para mitigar conflictos entre los participantes, obteniendo así, una respuesta colectiva en la toma de decisiones. En complemento, los espacios de co-diseño construyen un sentido colectivo y este es incrementado por medio de cada iteración desarrollada por el grupo de diseño.

Por los anteriores planteamientos, se agrupan los hallazgos 8, 11 y 12 para establecer las inferencias identificadas en el desarrollo de la investigación de la siguiente forma:

**Hallazgo 8:** la co-exploración permite identificar problemas desde un grado de contribución equivalente por los participantes del grupo de diseño.

**Hallazgo 11:** La construcción de sentido colectivo facilita la toma de decisiones de forma consensuada debido a las características colectivas emergentes.

Con base en los resultados obtenidos con relación a los códigos emergentes (Tabla 13), se puede indicar que las manifestaciones de experiencias y saberes del grupo de diseño tienen un grado de contribución equivalente como lo muestran la Figura 26 y la Figura 28. Adicionalmente, la persona-usuario tiene una contribución mayor con un porcentaje de 31.96%, esto lleva a inferir que el proceso de co-diseño permite visibilizar las voces del usuario final (Zamenopoulos & Katerina, 2018, p. 26) y la naturaleza de la metodología de diseño participativo (Bergvall-Kåreborn & Ståhlbrost, 2008; Bratteteig & Wagner, 2016). Adicionalmente, los grados de contribución de los participantes de diseño con un 21,13%, interesado con un 22,68% y medicina con un 24,23% que indican una similitud en los aportes y relaciones intergrupales que son presentados como códigos emergentes resultantes del proceso de identificación e interpretación por medio de la tabla cruzada de códigos por cada participante (Tabla 14).

**Hallazgo 12:** los criterios de diseño son establecidos por las interrelaciones fundamentadas por categorías colectivas hacia temáticas colectivas emergentes.

Los resultados obtenidos en la *etapa interpretando* que se orientó a la definición colectiva de criterios de diseño desde, una proximidad temática, se articularon en 12 códigos emergentes que dan lugar a las relaciones semánticas (Figura 25) que se formalizan en 10 temáticas emergentes correspondientes a los criterios de diseño (Tabla 13) como resultado del proceso de prediseño.

El grupo de diseño definió los criterios de diseño como temáticas emergentes que se establecieron a partir de las categorías de observación y las relaciones entre los códigos

emergentes. Lo anterior, es resultado del análisis de contenido intergrupar que orienta dificultades de la persona-usuario en la interacción de sus manos, particularmente su mano no dominante con el uso del teclado como un problema perfilado a intervenir (Tabla 13). En este punto, el grupo debe interpretar los criterios de diseño para dar continuidad con un proceso de co-diseño, en las etapas de ideación, conceptualización, prototipado y producto que permiten resolver el problema identificado.

Finalmente, después abordar los objetivos se presenta nuevamente la pregunta de investigación ¿Cómo la co-exploración multidisciplinaria en la fase de prediseño favorece la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para un caso de estudio?, para dar respuesta se enuncia de la siguiente manera:

La configuración del espacio de co-diseño mediante los Lineamientos metodológicos descritos, presentan unas características específicas para el desarrollo de una actividad participativa. Una característica se basa en la orientación del grupo multidisciplinar y la persona en situación de discapacidad, por medio del Lineamiento División del trabajo: definición de roles de cada participante, comparte su conocimiento situado hacia el Lineamiento Objeto: sentido colectivo que se convierte en un propósito implícito, y que favorece la toma de decisiones en una co-exploración que busca la identificación de problemas orientados al diseño de tecnologías de apoyo en la fase de prediseño, particularmente orientados a la discapacidad motora como caso de estudio seleccionado.

De forma similar, la pregunta auxiliar ¿Cómo un grupo multidisciplinario desde el diseño participativo en la fase de prediseño construye sentido colectivo en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para un caso de estudio? Se da respuesta en la misma línea de los Lineamientos metodológicos, pero desde la interrelación de los componentes que permiten extender y organizar el espacio de una actividad participativa. Lo anterior, permite la construcción de sentido colectivo y este sentido puede ser potencializado mediante la iteración en otros espacios de co-diseño. Promoviendo así, la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para el caso del estudio seleccionado en la etapa del prediseño como una etapa temprana en el proceso de co-diseño.

Finalmente, las respuestas permiten validar las hipótesis planteadas, teniendo en cuenta que la co-exploración multidisciplinar tiene el potencial para transformar grupos de trabajo hacia un estado interdisciplinario. Según Moran (2002, p. 15), la interdisciplinariedad se puede entender como cualquier forma de diálogo o interacción entre dos o más disciplinas. Este enfoque forma parte de esa búsqueda tradicional de un conocimiento amplio y unificado. En tal sentido,

la hipótesis adquiere una condición valiosa que emerge desde la construcción de sentido colectivo que es basado en el diálogo de saberes.

**Figura 34.** Ruta conceptual en la definición de criterios de diseño.



#### 4.4. Retos y dificultades

Contrariamente a lo que se ha presentado, se identificaron diferentes factores que dificultaron el desarrollo de esta investigación. Esta sección presenta hallazgos que se infieren para tener en cuenta cuando se formulan investigaciones que son conformadas por grupos multidisciplinarios e interesados como usuarios vinculados a los procesos de diseño desde un enfoque de diseño participativo.

Un factor que se evidencia en los primeros encuentros del grupo de diseño es la ruptura en el diálogo de saberes (Figura 35) debido a 2 características principalmente. En primer lugar y considerando que los conocimientos situados implican prácticas que nacen de relaciones de poder (Haraway, 2013), los primeros encuentros entre el grupo de diseño dieron cuenta que figuraba una autoridad desde el saber experto como una forma de verdad absoluta (Manzini, 2015a, p. 37; Taffe, 2015). Por lo tanto, las voces subalternas no tenían una representatividad o en ocasiones era una participación de cuerpo pasivo que solo absorbía otros saberes. Ahora bien, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, las formas de interacción que

predominaron en los espacios de co-diseño fue la comunicación no verbal, dando espacio a las voces subalternas con saberes capaces de dar cuenta de la posición que ocupan en el mundo dentro de su experiencia individual, estableciendo así, su perspectiva parcial que explora la realidad subjetiva y da formas de saberes que avanzan lentamente. Por lo anterior se identifica el **Hallazgo 3**, *las experiencias colectivas implican prácticas asimétricas de relaciones de poder, las cuales deben ser consideradas en las formas de comunicación que permitan dar espacio a todas las voces del grupo de diseño.*

Para abordar este reto, los resultados presentados en la Tabla 3 permiten visibilizar las voces de los participantes desde su saber particular, estos fueron obtenidos a partir del espacio de co-diseño #1 por medio de la sonda cultural como método de recolección de datos como se presenta en la Figura 8. En este caso, se puede evidenciar que las relaciones de poder no son identificadas con claridad, puesto que la comunicación no verbal a través del texto permitió transmitir las ideas de cada participante al resto del grupo. Adicionalmente, este espacio permitió reconocer las voces de cada participante, las cuales fueron el recurso para establecer un diálogo de saberes en la construcción de sentido colectivo.

Lo anterior, posibilita interactuar, interrelacionarse con distintos saberes, visiones y formas de representar el mundo. Este tipo de diseño colectivo y colaborativo opera sobre la base de que todas las personas tienen un conocimiento válido, legítimo y que se considera significativo. Entonces se reconoce que hay conocimientos que se elaboran en las experiencias de lo cotidiano y se entrelazan con otros saberes. Es de anotar, que los saberes se pueden relacionar desde un mismo participante como aquellos que se encuentran en otra experiencia individual.

Retomando la segunda característica en la ruptura del diálogo de saberes, esta es considerada desde el compromiso continuo que requiere el diseño participativo, a partir de la naturaleza del prefijo “co” en el co-diseño y en la co-exploración que indica colaboración, cooperación, colectividad o conectividad como un compromiso con el diseño (Zamenopoulos & Katerina, 2018). En tal sentido, la ruptura se presenta cuando algún participante abandona de forma parcial o permanente el proceso de diseño. Por lo anterior, se identifica el **Hallazgo 9**: *Las perspectivas parciales pierden potencia cuando no existe un compromiso continuo en el proceso de co-diseño.*

Por medio de los resultados se puede observar que la vinculación inicial en el proceso para la construcción de sentido colectivo tuvo un compromiso continuo desde la participación, aunque, en dos espacios de co-diseño estuvo ausente en una ocasión la estudiante de psicología, además, en una segunda ocasión estuvo ausente el diseñador industrial desde sus aportes. Sin embargo, los saberes estaban implícitos en el sistema, pero estos no podían ser retroalimentados

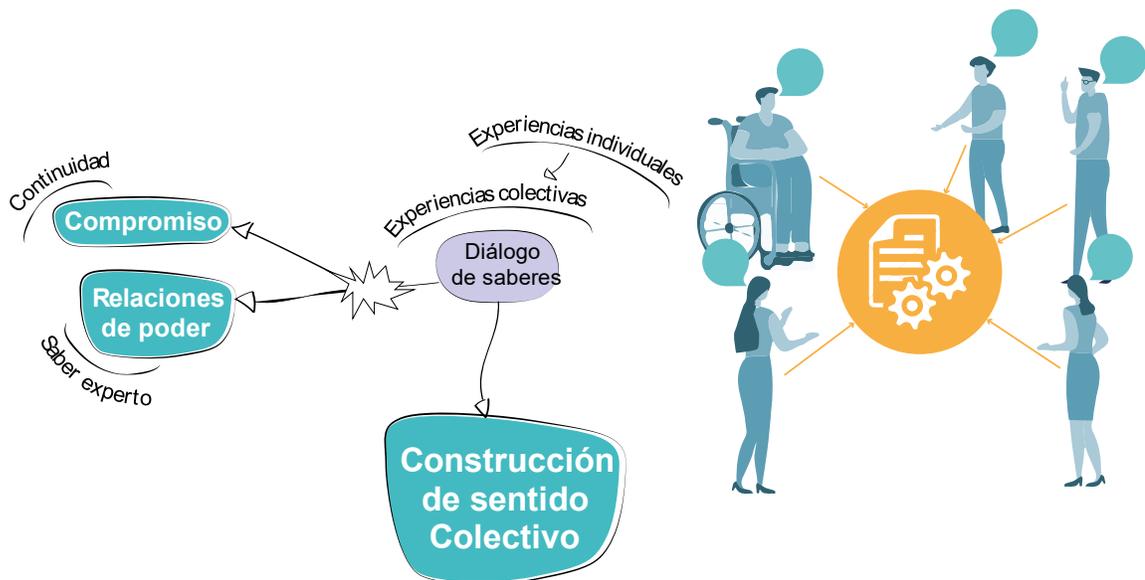
o soportados puesto que el participante que domina el saber específico no se encontraba presente.

Ahora bien, la estudiante de psicología abandonó el proceso por causas administrativas que vinculaba las actividades en el proyecto de investigación. La participante se desvinculó del grupo de diseño al finalizar el espacio de co-diseño #3. Sin embargo, las contribuciones ya estaban implícitas en el sistema colectivo y fueron interpretados por el grupo de diseño que orientó la definición de las categorías resultantes.

En ese mismo sentido, el ingeniero de sistemas no participo en esta interpretación final en la última actividad correspondiente al cuestionario, como se puede observar en los resultados obtenidos en la Figura 26 y Figura 28. Por lo tanto, no fue posible analizar sus perspectivas específicas. Sin embargo, los resultados fueron presentados a todo el grupo de diseño incluido el ingeniero de sistemas, quien manifestó que estaba de acuerdo con los resultados obtenidos de los otros participantes.

Después de las consideraciones anteriores, el compromiso continuó, según el constructo teórico presentado por Meyer (1990) indica que una organización en particular se fortalece desde la representación continua de un proceso con el propósito de que las ideas permanezcan activas o permitan ser renovadas por los actores implicados.

**Figura 35.** Ruta conceptual sobre el proceso de construcción de sentido colectivo.



## 4.5. Perspectivas posteriores al prediseño

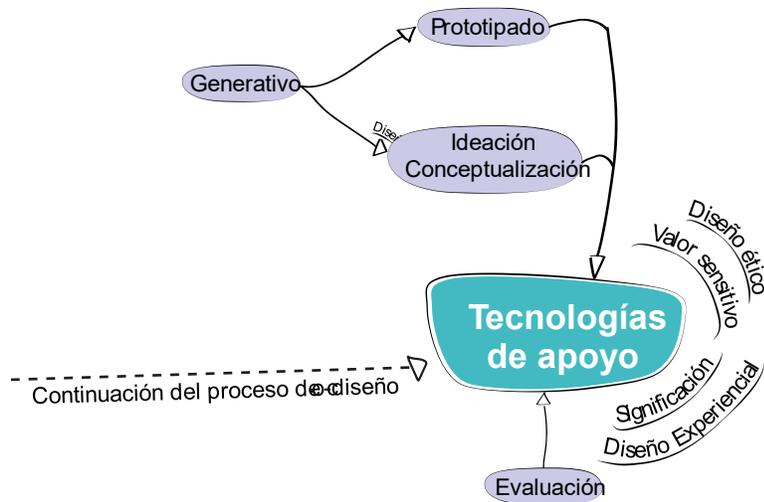
Esta sección describe la fase de prototipado en la etapa evaluativa del proceso de co-diseño del caso de estudio seleccionado. Es de aclarar que los objetivos del proyecto de investigación no implicaban abordar esta fase y etapa. Se pretende presentar los resultados obtenidos en la fase de evaluación del proceso de co-diseño, teniendo en cuenta que desde el caso de estudio observado este finalizó en la etapa de prototipado.

La fase de prediseño permitió establecer diferentes vínculos entre el grupo de diseño, entre ellos sobresale el sentido colectivo en dirección a un pensamiento objetivado que facilitó las posteriores actividades que determinaron una respuesta desde la tecnología de apoyo hacia la persona-usuario. Por lo tanto, se establecieron dos constructos teóricos, el primero desde del diseño experiencial que permite identificar si la respuesta obtenida tiene como propósito satisfacer las necesidades de la persona-usuario desde la significación del producto (Pine & Gilmore, 1998; Press & Cooper, 2003; Shedroff, 2009). En segundo lugar, el diseño del valor sensitivo (Friedman et al., 2013, 2017; Oosterlaken, 2009) que tiene como propósito establecer la responsabilidad ética que cumple la respuesta diseñada en un contexto real, en este caso como un prototipo funcional. Lo anterior, permitió establecer protocolos para la evaluación de la respuesta diseñada por el grupo de diseño (Figura 36).

La resolución del problema estuvo orientada a partir de los criterios de diseño con el objetivo de potenciar las capacidades de la persona-usuario a través del diseño de tecnologías de apoyo. Para esto el grupo interpretó los resultados obtenidos en la fase de prediseño establecidos en la Tabla 13 como los criterios de diseño. En concreto, el grupo se centró en las acciones de las manos, pues se evidencia que la mano dominante tiene dificultades y errores con las interacciones del ratón debido a que ejecuta eventos de clic con la palma de la mano.

Sin embargo, la persona-usuario tiene una destreza con las diferentes acciones incluido el desplazamiento del ratón. La mano no dominante tiene dificultades y errores con las acciones del teclado debido al uso limitado de esta, lo que implica la necesidad de mejorar la ejecución manual, la manipulación y la comodidad postural para utilizar los dispositivos periféricos del computador. En este sentido, la persona-usuario debe integrar su mano no dominante con la finalidad de complementar las acciones para optimizar un rendimiento laboral desde sus competencias profesionales.

**Figura 36.** Ruta conceptual en el co-diseño de la tecnología de apoyo.



#### 4.5.1. Reactivación de la mano no dominante

Todos los participantes reconocieron que la mano no dominante de la persona-usuario no es utilizada para escribir en el teclado, y solo es utilizada como complemento para acciones complejas como pulsar varias teclas simultáneamente. La persona-usuario mencionó que la experiencia previa en el uso del computador es limitada debido a la reducción de la movilidad de sus brazos y manos. Por lo tanto, requiere de mucho tiempo para realizar tareas profesionales que son mediadas por el uso de un computador y sus periféricos.

En respuesta a lo anterior, se diseñó un prototipo tipo órtesis para poder reactivar la mano no dominante en el uso del teclado, para escribir y pulsar varias teclas de forma simultánea (Figura 37).

**Figura 37.** Muestra prototipo tipo órtesis para mano no dominante



**Nota.** En el lado izquierdo se presenta la interacción de la mano no dominante con el teclado sin el prototipo. En el lado derecho se presenta la tecnología de apoyo diseñada por el grupo de diseño.

Es de resaltar que el prototipo fue entregado de forma permanente a la persona-usuario como beneficio directo en la participación de la investigación. Después de tres meses con el prototipo, se entrevistó a la persona con la finalidad de obtener la percepción de la experiencia con el prototipo. Como resultado, la persona mejoró el desempeño de sus capacidades profesionales, lo cual ayudó a disminuir el tiempo en la ejecución de tareas en el uso del computador. Por otro lado, indicó que tiene una percepción negativa puesto que considera que la tecnología de apoyo diseñada limita su autonomía, ya que no es fácil trabajar en el computador sin el prototipo. En contraposición, la médica que participó en el proceso de co-diseño indicó que puede ser una percepción errónea debido a que compara la reactivación de la mano no dominante actual, puesto que antes no se daba cuenta de esta ausencia (Quintero & Gallego, 2020).

La respuesta obtenida a través del prototipo tipo órtesis es evaluada desde un enfoque del diseño de valor sensitivo (Quintero & Gallego, 2020), el cual se manifestó en mejorar una situación humana (Cooper et al., 2007, p. 153) por medio del aumento en la eficiencia del trabajo profesional como actividad productiva. Otra característica se evidencia en la mejora de la comunicación entre los participantes del grupo de diseño reduciendo tensiones socioculturales basadas en las disciplinas y los pensamientos personales. Así mismo, el diseño de la tecnología de apoyo se entrelaza con los valores humanos de manera integral en todo el proceso de diseño.

#### **4.6. Abandono del prototipo en la mano dominante**

Después de evidenciar los aspectos positivos que la persona-usuario obtuvo con el prototipo tipo órtesis de la mano no dominante, se diseñó un segundo prototipo tipo órtesis para la mano dominante. Este diseño mantuvo las características establecidas en el prototipo, las cuales fueron: el posicionamiento de los dedos que permitía aumentar la fuerza en el accionar de las teclas, Además, la distancia entre los dedos permitía la combinación de teclas de forma simultánea. Por otro lado, el propósito de la mano dominante se orienta a la manipulación del ratón y al accionar de los eventos del clic que son realizados con la palma de la mano. En tal sentido, se rediseñó el prototipo para darle libertad a la palma de la mano, pero esta condición afectaba el diseño desde un componente principal que orientaba el apoyo óseo muscular de los dedos (Figura 38). En otras palabras, al liberar espacio para la palma de la mano los dedos perdían fuerza.

**Figura 38.** *Tecnologías de apoyo para las manos de la persona-usuario*



Finalmente, se elaboró un prototipo que pudiera equilibrar las dos condiciones presentadas anteriormente para evaluar la tecnología de apoyo en la mano dominante. En consecuencia, se evidenciaron dos factores que determinaron que el prototipo en la mano dominante fuese abandonado por la persona-usuario.

En primer lugar, el prototipo potenció la interacción con el teclado, lo cual era un resultado similar a la mano no dominante. Sin embargo, este factor no predominó en el uso de la tecnología. En segundo lugar, la persona-usuario indicó que fue difícil para él la manipulación del ratón, puesto que sentía incomodidad e interferencia cuando tenía que utilizar el ratón, lo cual representaba un uso frecuente de este dispositivo. En tal sentido, la persona indicó que mantenía el uso del prototipo para la mano no dominante, pero abandonó el prototipo de la mano dominante.

## 4.7. Contribuciones del proyecto de investigación

Contribuciones	Entregable
Lineamientos metodológicos del espacio de co-diseño	<p>En la sección Lineamientos metodológicos se caracterizan los “Lineamientos metodológicos del espacio de co-diseño para la co-exploración desde un enfoque biopsicosocial tecnológico”.</p> <p>En la secciones</p> <p>Contextualizando y Comprendiendo, se describen los procesos que identifica el grado de interacción entre el grupo de diseño. En primer lugar, el proceso es fundamentado por interpretaciones realizadas por el Modelado Estructural Interpretativo que permite en primera instancia identificar los aportes del grupo de diseño ( Espacio de co-diseño #1).</p> <p>En segundo lugar, la forma de representación desde el Análisis de Redes Sociales permite interpretar el grado de influencia de las contribuciones de cada participante, determinado por un número de relaciones establecidos por el grupo de diseño (Espacio de co-diseño #2, Espacio de co-diseño #3).</p> <p>Cada resultado obtenido en los espacios de co-diseño presenta el grado de interacción del grupo de diseño, este a su vez, es el recurso inicial del siguiente espacio de co-diseño. Esto se puede evidenciar en la Figura 30.</p>
Proceso identificar el grado de interacción del grupo multidisciplinar, la persona-usuario y otros interesado desde prácticas de co-diseño en la fase de prediseño.	
Proceso para identificar los criterios de diseño mediante la toma de decisiones del grupo multidisciplinar, la persona-usuario y otros interesado desde prácticas de co-diseño en la fase de prediseño.	<p>Un nuevo conocimiento emerge desde la colectividad del grupo de diseño como contribución específica de la toma de decisiones. En tal sentido, surgen los criterios de diseño establecidos como resultado de la co-exploración en la fase de prediseño (Tabla 13). Además, el resultado no está asociado a una disciplina en particular, sino pertenece a la interdisciplinariedad construida por los espacios de co-diseño.</p> <p>Por lo anterior, esta contribución del proyecto de investigación presenta una ampliación en la frontera del conocimiento del diseño y la creación mediante el ensamble metodológico propuesto. Además, permite acercar el campo de los estudios en discapacidad al diseño a través de una aproximación integral y holística a la comprensión biopsicosocial tecnológica.</p>

## 4.8. Contribuciones como difusión del conocimiento

Esta sección presenta una serie de informes de investigación los cuales fueron elaborados durante el recorrido de este proyecto de investigación (Tabla 15). Por lo tanto, cada uno de estos hace aportes a los diferentes capítulos descritos en este documento. Principalmente, estas contribuciones fueron un recurso para el proceso de documentación, soporte y extensión de este informe de tesis doctoral. En ese sentido, en la Tabla 15 se describe el tipo y estado de cada informe de investigación sometido o publicado.

**Tabla 15.** Relación de informes de investigación como difusión del conocimiento

Título	Tipo de producto	Revista o evento	Estado	Ubicación
A codesign approach to the understanding of people with	Ponencia	REHAB '19: Proceedings of the 5th Workshop on ICTs	Publicado	Productos/Producto01.pdf

reduced mobility in the labor context			improving Patients Rehabilitation Research Techniques		
A review: accessible technology through participatory design	Artículo		Disability and Rehabilitation: Assistive Technology	Publicado	Productos/Producto02.pdf
Interdisciplinary Co-Design Process of Assistive Technology Value Elicitation	Ponencia	of	9th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI 2020)	Publicado	Productos/Producto03.pdf

**Nota:** Los archivos de estos productos se entregan en una carpeta adjunta a este documento.

## 5. Conclusiones y futuras investigaciones

Este capítulo da cierre al documento de forma sintética y presenta invitaciones para futuras investigaciones. En tal sentido, en una primera sección se presentan las conclusiones desde los dos momentos concretos que surgieron en el análisis, a saber, la construcción de sentido colectivo multidisciplinario desde una forma inicial y la definición colectiva interdisciplinaria de criterios de diseño como una transformación de grupo. Para la segunda sección, las futuras investigaciones se describen por medio de invitaciones teniendo como propósito mostrar cómo las lecciones aprendidas en los hallazgos pueden causar impacto en la fase de prediseño orientado al desarrollo de tecnologías de apoyo.

### 5.1. La construcción de sentido colectivo multidisciplinario

En el modelo biopsicosocial tecnológico participan múltiples disciplinas, aspecto que debe ser reconocido como un trabajo colectivo entre el campo de la salud, la ingeniería y el diseño. Ahora bien, a partir de un enfoque participativo se deben tener en cuenta metodologías que propicien un trabajo colectivo como lo establece el diseño participativo, particularmente el proceso de co-diseño el cual provee técnicas e instrumentos validadas en la literatura. Además, la vinculación del usuario final y otros interesados, son factores valiosos por medio de las contribuciones en las diferentes etapas del proceso de diseño.

Es importante que los participantes como grupo de diseño se vinculen en la fase temprana del proceso de diseño, lo que permite incorporar los diferentes puntos de vista al identificar problemas y brindar soluciones efectivas. Adicionalmente, el aporte metodológico del proyecto de investigación pretende que la co-exploración desde un enfoque biopsicosocial tecnológico identifique necesidades específicas de las comunidades con discapacidad, promoviendo así, prácticas participativas que relacionen las contribuciones de las personas-usuarias. En tal sentido, la respuesta obtenida estará orientada a reducir una imposición tecnológica que conlleve a una obsolescencia temprana de la tecnología para las comunidades con algún tipo de discapacidad (Aryana et al., 2019; Federici et al., 2016; Francis et al., 2009).

La tecnología apoya funciones y sistemas biológicos por medio de factores personales e interacciones sociales y participativas. Por lo tanto, la elección de usar, evitar, rechazar o abandonar una tecnología tiene implicaciones para todos los elementos del modelo biopsicosocial tecnológico (Scherer, 2020). Así mismo, en el diálogo de saberes del grupo multidisciplinario en el que participa el usuario con discapacidad, todos deben ser considerados como socios en igualdad de condiciones en todo el proceso de diseño desde su conocimiento situado. El proceso de co-diseño requiere que las personas en situación de discapacidad

respondan a problemas complejos, lo cual es un proceso iterativo que puede oscilar entre el diseño para y con el usuario en contextos reales con tareas específicas y niveles de dificultad que proporcionan un sondeo profundo desde múltiples perspectivas en un grupo de diseño.

Desde estas consideraciones, se establecieron grados de interacción dinámicos del grupo multidisciplinar desde prácticas de co-diseño en la fase de prediseño para la identificación del problema de forma colectiva. En efecto, los hallazgos 1, 2 y 3 resaltan un conocimiento situado por cada participante del grupo de diseño, lo cual debe ser interpretado de forma colectiva para dar forma a una construcción inicial de sentido colectivo. Así mismo, la interrelación de estos componentes permite dar alcance al enfoque biopsicosocial tecnológico.

Ahora bien, una vez establecidas los diferentes grados de interacción en el grupo de diseño, esto conlleva a la toma de decisiones del grupo multidisciplinar que derivan de los espacios de diálogo entre los participantes. Por lo tanto, los hallazgos 5, 6 y 7 contribuyen a describir cómo la difusión de saberes se transforma en un sentido común para establecer experiencias colectivas situadas en espacios de co-diseño, que son reconocidas como voces en igualdad de condiciones de todos los participantes del grupo de diseño.

Por consiguiente, es posible afirmar que las personas en situación de discapacidad también tienen la posibilidad de ejercer procesos de diseño tanto como cualquier ser humano. Esto visibiliza las voces de las personas desde sus necesidades e interés de su propio contexto, pero se debe tener en cuenta las prácticas de poder que nacen a partir de una relación asimétrica entre el saber experto y la persona en situación con discapacidad. Estas prácticas deben ser atendidas desde las técnicas de comunicación que permitan incentivar la participación igualitaria, con esto se puede reconocer el rol como sujetos de derecho, y la participación de manera significativa de los procesos de diseño desde su experiencia de vida como diseñadores difusos (Manzini, 2015a).

La co-exploración permitió unificar los múltiples puntos de vista de los participantes utilizando un lenguaje común, lo que aporta una mejor comprensión del esquema del problema para la toma de decisiones de forma colectiva. Es de resaltar, que las ideas generadas hacen parte de un sistema construido con base en las relaciones desde la centralidad de las ideas, por lo que tiene una significación desde la influencia y notoriedad dentro del sistema. Por ello, los espacios de diálogo colectivo son dinamizados y permiten aumentar la acción de comunicación entre las disciplinas, usuario y otros interesados para la de toma de decisiones consensuadas.

Adicionalmente, estos procesos que incitan al diálogo pueden ser vistos como accionantes para la empatía entre los participantes, por medio de las ideas compartidas y unificación del lenguaje que son emergentes durante el proceso del prediseño. Los espacios de

co-diseño realizados como sesiones colectivas e individuales permitieron considerar reflexiones para discernir o aceptar las ideas de otros. Por lo tanto, este trabajo propone una construcción de sentido colectivo identificando elementos significativos desde una información heterogénea que se transforma en un conocimiento situado de forma colectiva.

Lo anterior, permitió transformar un sistema complejo desde las interrelaciones construidas por el grupo de diseño hacia un sistema estructurado y definido, lo cual ayudó a identificar y clasificar los elementos significativos que revelan las relaciones directas e indirectas en el proceso de toma de decisiones en la identificación de problemas.

Finalmente, las oportunidades para potenciar las capacidades de la persona-usuario con discapacidad motora a partir de sus necesidades y motivaciones, son tenidas en cuenta como recurso que orienta la interpretación del grupo. Así mismo, los resultados obtenidos con relación a las categorías colectivas emergentes tienen un grado alto de influencia y notoriedad en el sistema. Esto permite inferir que los elementos identificados de forma colectiva se deben tener en cuenta como atributos que permitan potenciar las capacidades de la persona-usuario a través de tecnologías de apoyo.

## **5.2. La definición colectiva interdisciplinaria de criterios de diseño**

En la literatura, algunos resultados de investigación entrelazan la condición multidisciplinaria con procesos inter o transdisciplinarios como un atributo *per se* de los equipos de diseño, pero no presentan información de cómo se realizan las prácticas participativas de diseño. Ahora bien, este trabajo presenta un marco de trabajo que da evidencia de la transformación de un grupo de diseño, inicia desde la multidisciplinaria y a través de la construcción de sentido colectivo se manifiesta como un grupo interdisciplinario. En tal sentido, los hallazgos 9 y 10 por medio de los resultados describen las inferencias en los cambios de estados multi a interdisciplinario de un grupo de diseño.

La presencia de múltiples disciplinas y perspectivas puede influir de forma central en el diseño, cada disciplina aporta diferentes formas de afrontar el problema basadas en la experiencia y el dominio específico. Además, cada disciplina tiene un lenguaje técnico con términos que son diferentes a las otras disciplinas, pero en algunas ocasiones se utilizan los mismos términos con diferentes significados o de forma contraria (Mosleh & Larsen, 2020; D. A. Norman & Stappers, 2015). Estas diferencias pueden afectar en el funcionamiento del proceso de diseño debido a que puede interrumpir la colaboración entre los participantes.

Los participantes construyen un sentido colectivo a través del diálogo de saberes para unificar los multi-objetivos en un objetivo en común. Puesto que las ideas emergen desde la subjetividad experta, pero luego esta es potencializada por la intersubjetividad, esto se puede

denominar como una co-exploración situada. Lo que conllevó a identificar el grado de contribución en la toma de decisiones de cada participante del grupo de diseño. En tal sentido, los hallazgos 11 y 12 presentan las inferencias con base a los resultados obtenidos en el proceso de co-exploración.

Ahora bien, unos de los retos para los proyectos de diseño participativo es conocer si el resultado de diseño participativo habría sido posible sin la participación de los usuarios. Al respecto, Bratteteig y Wagner (2014) mencionan que el resultado de diseño participativo no es posible sin que los usuarios hayan contribuido a crear opciones, aunque no todas las decisiones se hayan tomado de forma participativa. Así mismo, Robertson y Wagner (2013) argumentan que el éxito del resultado de un proyecto de diseño participativo está fundamentalmente vinculado a las diferentes voces que contribuyen a su diseño.

Es así, que los resultados reflejan las manifestaciones de experiencias y saberes del grupo de diseño en diferentes niveles de contribución, y permite representar de forma clara la voz de la persona-usuario. Esto lleva a inferir que el proceso de co-diseño permitió visibilizar la voz del usuario (Zamenopoulos & Katerina, 2018, p. 26) desde una metodología de diseño participativo (Bratteteig & Wagner, 2016). Adicionalmente, las contribuciones de los participantes de diseño, medicina y el interesado, son evidentes como aportes en las relaciones intergrupales que son presentados como criterios de diseño.

A los efectos de este, el grupo de diseño llegó a la identificación de criterios de diseño, los cuales están orientados a potenciar el uso de las manos de la persona-usuario como el problema perfilado a intervenir. En este punto, el grupo debe interpretar los criterios de diseño para dar continuidad con un proceso de co-diseño, en las etapas de ideación, conceptualización, prototipado y producto, que permiten resolver el problema para integrar una mano no dominante con la finalidad de optimizar su actividad laboral. Por lo tanto, en las discusiones la intención de describir de forma directa las perspectivas posteriores al prediseño con los resultados que se obtuvieron, permiten reflejar la respuesta del grupo de diseño como un prototipo desarrollado de forma colectiva.

Así mismo, se considera que los procesos de diseño y el desarrollo de tecnología dirigida a personas con algún tipo de discapacidad, se debe diseñar con un propósito que permita satisfacer las necesidades identificadas en las etapas tempranas del proceso de diseño. Por lo tanto, la participación de las personas en los procesos de diseño es esencial, debido a que se reconocen como personas expertas desde su experiencia de vida o conocimiento situado, y por ende conocen su condición problémica y son capaces de reconocer sus necesidades e intereses.

La tecnología debe brindar una respuesta que extienda los funcionamientos y capacidades de las personas, con el fin de facilitar la realización de sus actividades cotidianas.

Finalmente, la caracterización de la co-exploración multidisciplinaria en la fase de prediseño favorece la toma de decisiones en la identificación de problemas orientados al desarrollo de tecnologías de apoyo para discapacidad motora, lo cual se presenta en la experiencia de uso de la persona-usuario sobre el futuro con el prototipo de la tecnología de apoyo diseñada, que considera tres posibles circunstancias que puedan afectar su uso. En primer lugar, en el caso de que la tecnología no pueda ser utilizada debido a su rotura o desgaste. Sin embargo, este puede ser fabricado de nuevo debido a que el usuario posee el diseño final y conoce el proceso para su fabricación. En segundo lugar, el prototipo de órtesis podrá ser sustituido por una nueva tecnología que mejore las características actuales. Y por último, la persona-usuario está utilizando el prototipo y no considera un abandono temprano de la tecnología, porque le ayuda a mejorar sus actividades de manera eficaz y eficiente (Quintero & Gallego, 2020). Lo anterior, permite iniciar procesos de evaluación con miras a evidenciar cómo la tecnología amplía un enfoque biopsicosocial, obteniendo así, un valor en la construcción de sentido colectivo hacia una transición interdisciplinar o transdisciplinar.

### **5.3. Invitación a futuras investigaciones**

Esta sección tiene como propósito animar a estudiantes e investigadores para generar dinámicas en la creación de espacios de diálogo en torno al diseño, así mismo, considerar otros saberes que pueden ubicarse al otro extremo del conocimiento. Esto permitirá proponer nuevas formas de aproximación para estos dos extremos del conocimiento en la cual se propicien encuentros dialógicos para la co-construcción y co-exploración que permitan ampliar y enriquecer los procesos de diseño.

La invitación es a redefinir la participación de grupos multidisciplinarios en las diferentes fases del diseño desde la definición de criterios de diseño, ideación, conceptualización, prototipado y producto, para dar lugar a una forma más equitativa y consensuada. Esto implica desvanecer la idea de una única verdad y dar paso al reconocimiento de otros conocimientos, que deben ser establecido en diálogos de saberes, a partir de información heterogénea para ser potenciada mediante la unificación de las ideas de los participantes en el proceso de toma de decisiones.

Otra invitación es a ampliar las oportunidades para escuchar, explorar y reconocer otras vivencias posibles en el marco de la diversidad humana. Esto no es más que abrir la posibilidad de observar otras formas de diseñar el mundo. Partiendo de la responsabilidad social y moral por parte del diseño, la ingeniería y otras disciplinas que respondan a las verdaderas necesidades

humanas (Papanek, 1985). Esto orientado a viabilizar las experiencias de vida en torno a la discapacidad y entender que, las personas somos sujetos que reclaman un posicionamiento dentro de las estructuras sociales.

Entonces, en este marco también cabe destacar que, otra invitación es a superar la práctica de una imposición tecnológica, en busca de respuestas individuales y subjetivas con relación a la experiencia de la discapacidad, que crea diseños y soluciones a la medida, para solo ser contada en textos, si bien no pretenden tener un impacto o beneficiar a una población, puesto que no se considera su contexto desde la discapacidad (Federici et al., 2016; Larsson Ranada & Lidström, 2019; Luborsky, 1993; Phillips & Zhao, 1993).

Esto demuestra un conflicto entre los usuarios y las tecnologías de apoyo, por lo que debe implicar un cambio de perspectiva, que no solo pretenda buscar el desarrollo de un dispositivo que únicamente brinde accesibilidad o apoyo, sino que proyecte una respuesta que potencialice las capacidades individuales de las personas. Esta respuesta debería enfocarse en las necesidades e intereses de las personas en situación de discapacidad. Ahora bien, para lograr esto los participantes deberán tener un compromiso hacia la participación e integrar sus propios aportes, de modo que se reconozca los conocimientos situados como un elemento fundamental en el desarrollo de tecnologías de apoyo.

Finalmente, el futuro de los trabajos a desarrollar a través del diseño en unión con otras disciplinas, debe tener como propósito solucionar problemáticas sociales de manera que se puedan abordar las necesidades e intereses de las personas para diseñar productos significativos como lo enuncia Margolin (2007) hacia un diseño social.

## Referencias

- Agredo-Delgado, V., Ruiz Melenje, P. H., Collazos, C. A., Moreira, F., & Fardoune, H. M. (2020). Catálogo de lineamientos metodológicos para apoyar el proceso de aprendizaje colaborativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 16. <https://doi.org/10.14201/eks.22204>
- Agree, E. M., & Freedman, V. A. (2003). A Comparison of Assistive Technology and Personal Care in Alleviating Disability and Unmet Need. *The Gerontologist*, 43(3), 335-344. <https://doi.org/10.1093/geront/43.3.335>
- Ahmadvand, A., Gatchel, R., Brownstein, J., & Nissen, L. (2018). The Biopsychosocial-Digital Approach to Health and Disease: Call for a Paradigm Expansion. *Journal of Medical Internet Research*, 20(5), e189. <https://doi.org/10.2196/jmir.9732>
- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Angel, S. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Oxford University Press.
- Angelini, L., Carrino, S., Abou Khaled, O., Riva-Mossman, S., & Mugellini, E. (2016). Senior Living Lab: An Ecological Approach to Foster Social Innovation in an Ageing Society. *Future Internet*, 8(4), 50. <https://doi.org/10.3390/fi8040050>
- Arango Morales, X. A., & Cuevas Pérez, V. A. (2015). Método de análisis estructural: matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (Micmac). *Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la investigación en ciencias sociales*, 165-233.
- Arlati, S., Spoladore, D., Mottura, S., Zangiacomì, A., Ferrigno, G., Sacchetti, R., & Sacco, M. (2019). Analysis for the design of a novel integrated framework for the return to work of wheelchair users. *Work*, 61(4), 603-625. <https://doi.org/10.3233/WOR-182829>
- Arnau Ripollés, M. S., & Toboso Martín, M. (2008). La discapacidad dentro del enfoque de capacidades y funcionamientos de Amartya Sen [Disability within Amartya Sen's capabilities and operations approach]. *Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades*, Año 10(20), 64-94.
- Aryana, B., Brewster, L., & Nocera, J. A. (2019). Design for mobile mental health: an exploratory review. *Health and Technology*, 9(4), 401-424. <https://doi.org/10.1007/s12553-018-0271-1>
- Ashby, W. R. (1991). Requisite Variety and Its Implications for the Control of Complex Systems. En *Facets of Systems Science* (pp. 405-417). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0718-9\\_28](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0718-9_28)

- Atlas.ti. (2018). Atlas.ti scientific software development GmbH: Qualitative data analysis.
- Bacha, J. A. (2017). Mapping Use, Storytelling, and Experience Design. *Journal of Business and Technical Communication*, 32(2), 198-228. <https://doi.org/10.1177/1050651917746708>
- Bahler, D., Dupont, C., & Bowen, J. (1995). Mixed quantitative/qualitative method for evaluating compromise solutions to conflicts in collaborative design. *Artificial Intelligence for Engineering, Design, Analysis and Manufacturing*, 9(4), 325-336. <https://doi.org/10.1017/S0890060400002869>
- Barbosa Ardila, S. D., Villegas Salazar, F., & Beltrán, J. (2020). El modelo médico como generador de discapacidad. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 19(37-2), 111-122. <https://doi.org/10.18359/r/bi.4303>
- Barthes, R. (1972). *Mythologies* (Annette Lavers, Trans.). New York: Hill and Wang, 137.
- Benktzon, M. (1993). Designing for our future selves: the Swedish experience. *Applied Ergonomics*, 24(1), 19-27. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90155-3](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90155-3)
- Berger, P. L., & Luckmann, T. (1967). *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Penguin Group.
- Bergvall-Kåreborn, B., & Ståhlbrost, A. (2008). Participatory design: one step back or two steps forward? *Proceedings of the tenth anniversary conference on participatory design 2008*, 102-111.
- Biddiss, E., McPherson, A., Shea, G., & McKeever, P. (2013). The Design and Testing of Interactive Hospital Spaces to Meet the Needs of Waiting Children. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 6(3), 49-68. <https://doi.org/10.1177/193758671300600305>
- Bixler, A. (2010). Accessibility Through Design. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)*, 79(9), 22-24.
- Brandt, E., Binder, T., & Sanders, E. B. N. (2012). Tools and techniques: Ways to engage telling, making and enacting. En J. Simonsen & T. Robertson (Eds.), *Routledge International Handbook of Participatory Design*. Routledge.
- Bratteteig, T., & Wagner, I. (2014). Disentangling Participation. En R. Harper (Ed.), *Disentangling participation; Power and Decision-making in participatory design*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06163-4>
- Bratteteig, T., & Wagner, I. (2016). What is a participatory design result? *Proceedings of the 14th Participatory Design Conference on Full papers - PDC '16*, 1, 141-150. <https://doi.org/10.1145/2940299.2940316>
- Burgstahler, S. (2009). *Universal Design : Process , Principles , and Applications*. DO-IT.

- Burkhardt, S. (2014). Biopsychosocial Approaches to Understanding Disability: Building Connections: How Teachers Matter. En *Special Education International Perspectives: Biopsychosocial, Cultural, and Disability Aspects* (Vol. 27, pp. 3-32). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S0270-401320140000027001>
- Campbell, J., & Moyers, B. (1991). *The Power of Myth*. Anchor Books.
- Castaneda, L. (2018). A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) – um caminho para a Promoção da Saúde. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 20(2), 229-233. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n2p229>
- Claes, C., van Hove, G., Vandeveld, S., van Loon, J., & Schalock, R. L. (2010). Person-centered planning: Analysis of research and effectiveness. *Intellectual and Developmental Disabilities*, 48(6), 432-453. <https://doi.org/10.1352/1934-9556-48.6.432>
- Clarke, J., Hall, S., Jefferson, T., & Roberts, B. (1976). Subcultures, Cultures and Class: A theoretical overview. En *Resistance Through Rituals* (pp. 9-74). Routledge.
- Cole, M., & Engeström, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. En G. Salomon (Ed.), *Distributed Cognitions Psychological and Educational Considerations* (pp. 23-74). Cambridge University Press.
- Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Pino, J. A., & Ochoa, S. F. (2003). Collaborative Scenarios to Promote Positive Interdependence among Group Members. En *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 2806, pp. 356-370). [https://doi.org/10.1007/978-3-540-39850-9\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-540-39850-9_30)
- Collazos, C. A., Padilla-zea, N., Pozzi, F., Guerrero, L. A., Gutierrez, F. L., Collazos, C. A., Padilla-zea, N., Pozzi, F., & Guerrero, L. A. (2014). Design guidelines to foster cooperation in digital environments. *Technology, Pedagogy and Education*, 23(3), 375-396. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2014.943277>
- Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. (2007). About Face 3: The essentials of interaction design. En *Wiley Publishing, Inc.* (3.<sup>a</sup> ed.). Wiley.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). Basics of Qualitative Research (3rd ed.): Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781452230153>
- Cortés, E., & Cruz, A. (2015). Generative Design as Tool for Social Innovation : A Methodological Approach. *Back to the Future [icdhs 10th + 1 Conference] Proceedings Book, October*, 44-48.

- Cresswell, J. W. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design*, Third Edition. En Sage (Vol. 66). SAGE Publications, Inc.
- Dawood, I., & Underwood, J. (2010). Prioritising Variables of SMEs / Private Sector through Interpretive Structural Model ( ISM ). *TG65 & W065 - Special Track 18th CIB World Building Congress*, 146-160.
- De Couvreur, L., & Goossens, R. (2011). Design for (every)one : co-creation as a bridge between universal design and rehabilitation engineering. *CoDesign*, 7(2), 107-121. <https://doi.org/10.1080/15710882.2011.609890>
- de Macedo Guimarães, L. B. (2012). Sociotechnical design for a sustainable world. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 13(2), 240-269. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2011.641230>
- De Saussure, F. (1966). *Course in general linguistics*, Edited by Charles Bally and Albert Sechehaye in Collaboration With Albert Riedlinger. Translated, With an Introd. and Notes by Wade Baskin. McGraw-Hill.
- Debrah, Ralitsa D., de la Harpe, R., & M'Rithaa, M. K. (2017). Design probes and toolkits for healthcare: Identifying information needs in African communities through service design. *The Design Journal*, 20(sup1), S2120-S2134. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352730>
- Debrah, Ralitsa Diana, de la Harpe, R., & M'Rithaa, M. K. (2015). Exploring design strategies to determine information needs of caregivers. *7th International DEFSA Conference Proceedings*, 67-77. <https://doi.org/978-1-77012-137-9>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The «what» and «why» of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International Journal of Design*, 1(1), 57-66.
- Díaz Velázquez, E. (2009). Reflexiones epistemológicas para una sociología de la discapacidad. *Intersticios. Revista sociológica de pensamiento crítico*, 3(2), 85-98.
- Dugstad, J., Eide, T., Nilsen, E. R., & Eide, H. (2019). Towards successful digital transformation through co-creation: a longitudinal study of a four-year implementation of digital monitoring technology in residential care for persons with dementia. *BMC Health Services Research*, 19(1), 366. <https://doi.org/10.1186/s12913-019-4191-1>
- Elbers, S., van Gessel, C., Renes, R. J., van der Lugt, R., Wittink, H., & Hermsen, S. (2021). Innovation in Pain Rehabilitation Using Co-Design Methods During the Development of a

- Relapse Prevention Intervention: Case Study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(1), e18462. <https://doi.org/10.2196/18462>
- Engel, G. (1977). The need for a new medical model: a challenge for biomedicine. *Science*, 196(4286), 129-136. <https://doi.org/10.1126/science.847460>
- Engeström, Y. (1990). Learning, working and imagining : twelve studies in activity theory. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy.
- Engeström, Y. (1999). Innovative learning in work teams: Analyzing cycles of knowledge creation in practice. En *Perspectives on Activity Theory* (pp. 377-404). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511812774.025>
- Federici, S., Meloni, F., & Borsci, S. (2016). The abandonment of assistive technology in Italy: a survey of National Health Service users. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 52(4), 516-526.
- Findeli, A., Brouillet, D., Martin, S., Moineau, C., & Tarrago, R. (2008). Research Through Design and Transdisciplinarity: A Tentative Contribution to the Methodology of Design Research. En «*FOCUSED*» — *Current Design Research Projects and Methods Swiss Design Network Symposium* (pp. 67-91).
- Fine, M., & Asch, A. (1988). Disability Beyond Stigma: Social Interaction, Discrimination, and Activism. *Journal of Social Issues*, 44(1), 3-21. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1988.tb02045.x>
- Francis, P., Mellor, D., & Firth, L. (2009). Techniques and Recommendations for the Inclusion of Users with Autism in the Design of Assistive Technologies. *Assistive Technology*, 21(2), 57-68. <https://doi.org/10.1080/10400430902945561>
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Friedman, B., Hendry, D. G., & Borning, A. (2017). A Survey of Value Sensitive Design Methods. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 11(2), 63-125. <https://doi.org/10.1561/11000000015>
- Friedman, B., Kahn, P. H., Borning, A., & Hultgren, A. (2013). Value Sensitive Design and Information Systems. En *interactions* (Vol. 3, Número 6, pp. 55-95). [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7844-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7844-3_4)
- García-Acosta, G., Lange-Morales, K., Puentes Lagos, D. E., & Ruiz Ortiz, M. R. (2011). Addressing human factors and ergonomics in design process, product life cycle, and innovation: Trends in consumer product design. *Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques*, 133-154.

- García, V., Rubio, M., & García, G. (2007). Trauma Raquimedular. *MEDICRIT Revista de Medicina Crítica*, 4(3), 66-75. <https://doi.org/10.5413/mrmc.2007.43.89>
- Gaver, B., Dunne, T., & Pacenti, E. (1999). Design: Cultural probes. *Interactions*, 6(1), 21-29. <https://doi.org/10.1145/291224.291235>
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. SAGE Publications.
- Gibson, C. B. (2001). From knowledge accumulation to accommodation: cycles of collective cognition in work groups. *Journal of Organizational Behavior*, 22(2), 121-134. <https://doi.org/10.1002/job.84>
- Godet, M. (1986). Introduction to la prospective. *Futures*, 18(2), 134-157. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(86\)90094-7](https://doi.org/10.1016/0016-3287(86)90094-7)
- Greenhalgh, T., Shaw, S., Wherton, J., Hughes, G., Lynch, J., A'Court, C., Hinder, S., Fahy, N., Byrne, E., Finlayson, A., Sorell, T., Procter, R., & Stones, R. (2016). SCALS: a fourth-generation study of assisted living technologies in their organisational, social, political and policy context. *BMJ Open*, 6(2), e010208. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010208>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (2012). Controversias paradigmáticas, contradicciones y confluencias emergentes. En *Paradigmas y perspectivas en disputa. Manual de investigación cualitativa.: Vol. II* (pp. 38-78). Editorial Gedisa, S.A.
- Gustafsson, J. (2017). Single case studies vs. multiple case studies: A comparative study.
- Haraway, D. (2013). Situated Knowledges: The Science Question in Feminism and the Privilege of Partial Perspective. En *Women, Science, and Technology* (Vol. 3, Número 3, pp. 489-506). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203427415-40>
- Hassenzahl, M. (2010). Experience Design: Technology for All the Right Reasons. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 3(1), 1-95. <https://doi.org/10.2200/S00261ED1V01Y201003HCI008>
- Hassenzahl, M., Eckoldt, K., Diefenbach, S., Laschke, M., Lenz, E., & Kim, J. (2013). Designing moments of meaning and pleasure. Experience design and happiness. *International Journal of Design*, 7(3), 21-31.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana editores.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

- Howard, J., Fisher, Z., Kemp, A. H., Lindsay, S., Tasker, L. H., & Tree, J. J. (2020). Exploring the barriers to using assistive technology for individuals with chronic conditions: a meta-synthesis review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1788181>
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Imrie, R. (2004). Demystifying disability: a review of the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Sociology of Health & Illness*, 26(3), 287-305. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9566.2004.00391.x>
- ISO. (2016). *ISO - ISO 13485 — Medical devices*. <https://www.iso.org/iso-13485-medical-devices.html>
- Jiménez Lara, A. (2007). Conceptos y tipologías de la discapacidad. Documentos y normativas de clasificación más relevantes. En R. de Lorenzo & L. Pérez, Cayo (Eds.), *Tratado sobre discapacidad* (Aranzadi, pp. 177-205).
- John, C. (2015). *What is co-design? | Design for Europe*. Design for Europe. <http://designforeurope.eu/what-co-design>
- Jones, J., & Pal, J. (2015). Counteracting Dampeners: Understanding technology amplified capabilities of people with disabilities in Sierra Leone. *ACM International Conference Proceeding Series*, 15, 6:1--6:10. <https://doi.org/10.1145/2737856.2738025>
- Jones, P. (2018). *Contexts of Co-creation: Designing with System Stakeholders* (pp. 3-52). [https://doi.org/10.1007/978-4-431-55639-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-4-431-55639-8_1)
- Jones, P. H. (2014). Systemic Design Principles for Complex Social Systems. En G. S. Metcalf (Ed.), *Social Systems and Design* (pp. 91-128). Springer Japan. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-54478-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-4-431-54478-4_4)
- Kalpokaite, N., & Radivojevic, I. (2019). *Best Practice Article: Analyzing Code Frequencies with ATLAS.ti 8 Windows & Mac: The Code-Document Table*. <https://atlasti.com/2019/01/11/analyzing-code-frequencies-with-atlas-ti-8-windows-mac-the-code-document-table/>
- Karadayi-Usta, S. (2020). An Interpretive Structural Analysis for Industry 4.0 Adoption Challenges. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 973-978. <https://doi.org/10.1109/TEM.2018.2890443>
- Kinncar, T. C., & Taylor, J. W. (1989). *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*. McGraw-Hill.

- Kleinsmann, M. S. (2006). *Understanding collaborative design*. Delft University of Technology.
- Krippendorff, K. (1989). On the Essential Contexts of Artifacts or on the Proposition That «Design Is Making Sense (Of Things)». *Design Issues*, 5(2), 9. <https://doi.org/10.2307/1511512>
- Larsson Ranada, Å., & Lidström, H. (2019). Satisfaction with assistive technology device in relation to the service delivery process—A systematic review. *Assistive Technology*, 31(2), 82-97. <https://doi.org/10.1080/10400435.2017.1367737>
- Lee, Y. (2008). Design participation tactics: the challenges and new roles for designers in the co-design process. *CoDesign*, 4(1), 31-50. <https://doi.org/10.1080/15710880701875613>
- Li, G., Kou, G., & Peng, Y. (2018). A Group Decision Making Model for Integrating Heterogeneous Information. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 48(6), 982-992. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2016.2627050>
- Li, J., Zhang, J., Ge, W., & Liu, X. (2004). Multi-scale methodology for complex systems. *Chemical Engineering Science*, 59(8-9), 1687-1700. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2004.01.025>
- Luborsky, M. R. (1993). Sociocultural Factors Shaping Technology Usage: Fulfilling the Promise. *Technology and disability*, 2(1), 71-78. <https://doi.org/10.3233/TAD-1993-2110>
- Lyle O'Brien, C., O'Brien, J., & Mount, B. (1997). Person-Centered Planning Has Arrived ... or Has It? *Mental Retardation*, 35(6), 480-484. [https://doi.org/10.1352/0047-6765\(1997\)035<0480:PPHAOH>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1352/0047-6765(1997)035<0480:PPHAOH>2.0.CO;2)
- Maldonado, S. (2005). ¿Exclusión o discriminación?: el caso de las personas con discapacidad en el mercado laboral peruano. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 3, 47.
- Malinverni, L., Schaper, M.-M., & Pares, N. (2019). Multimodal methodological approach for participatory design of Full-Body Interaction Learning Environments. *Qualitative Research*, 19(1), 71-89. <https://doi.org/10.1177/1468794118773299>
- Mansell, J., & Beadle-Brown, J. (2004). Person-centred planning or person-centred action? A response to the commentaries. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 17(1), 31-35. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3148.2004.00176.x>
- Manzini, E. (2015a). Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation. En *MIT press*. The MIT Press.
- Manzini, E. (2015b). Design in the transition phase: a new design culture for the emerging design. *Design Philosophy Papers*, 13(1), 57-62. <https://doi.org/10.1080/14487136.2015.1085683>
- Margolin, V. (2007). Design for development: towards a history. *Design Studies*, 28(2), 111-115. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2006.11.008>

- Margolin, V., & Margolin, S. (2002). A «Social Model» of Design: Issues of Practice and Research. *Design Issues*, 18(4).
- Mattelmäki, T. (2006). *Design Probes*. University of Art and Design Helsinki.
- Mattelmäki, T. (2008). Probing for co-exploring. *CoDesign*, 4(1), 65-78. <https://doi.org/10.1080/15710880701875027>
- Max-Neef, M. A. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, 53(1), 5-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.01.014>
- McCarthy, J., & Wright, P. (2004). Technology as experience. *interactions*, 11(5), 42. <https://doi.org/10.1145/1015530.1015549>
- McCarthy, J., Wright, P., Wallace, J., & Dearden, A. (2006). The experience of enchantment in human-computer interaction. *Personal and Ubiquitous Computing*, 10(6), 369-378. <https://doi.org/10.1007/s00779-005-0055-2>
- McLellan, H. (2000). Experience Design. *CyberPsychology & Behavior*, 3(1), 59-69. <https://doi.org/10.1089/109493100316238>
- Meskó, B., Radó, N., & Györfy, Z. (2019). Opinion leader empowered patients about the era of digital health: a qualitative study. *BMJ Open*, 9(3), e025267. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-025267>
- Meyer, J. P., Allen, N. J., & Gellatly, I. R. (1990). Affective and continuance commitment to the organization: Evaluation of measures and analysis of concurrent and time-lagged relations. *Journal of Applied Psychology*, 75(6), 710-720. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.75.6.710>
- Michener, W. K., Allard, S., Budden, A., Cook, R. B., Douglass, K., Frame, M., Kelling, S., Koskela, R., Tenopir, C., & Vieglais, D. A. (2012). Participatory design of DataONE—Enabling cyberinfrastructure for the biological and environmental sciences. *Ecological Informatics*, 11, 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2011.08.007>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). *DisCAPACIDAD*. <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/DisCAPACIDAD.aspx>
- Moran, J. (2002). *Interdisciplinarity* (1.<sup>a</sup> ed.). Routledge.
- Moreno, J. L., & Jennings, H. H. (1938). Statistics of Social Configurations. *Sociometry*, 1(3/4), 342. <https://doi.org/10.2307/2785588>
- Mosleh, W. S., & Larsen, H. (2020). Exploring the complexity of participation. *CoDesign*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/15710882.2020.1789172>
- Murphy, R., & Jones, P. (2020). Leverage analysis. *FormAkademisk - forskningstidsskrift for design og designdidaktikk*, 13(2), 1-25. <https://doi.org/10.7577/formakademisk.3384>

- Naciones Unidas Asamblea. (2006). Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. En *Asamblea General de Naciones Unidas* (pp. 1-30). Naciones Unidas Asamblea.
- Nasr, N., Leon, B., Mountain, G., Nijenhuis, S. M., Prange, G., Sale, P., & Amirabdollahian, F. (2016). The experience of living with stroke and using technology: opportunities to engage and co-design with end users. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 11(8), 653-660. <https://doi.org/10.3109/17483107.2015.1036469>
- Newman, M. E. J. (2011). Complex Systems: A Survey. *American Journal of Physics*, 79(8), 800-810. <https://doi.org/10.1119/1.3590372>
- Nielsen, J. (1992). The usability engineering life cycle. *Computer*, 25(3), 12-22. <https://doi.org/10.1109/2.121503>
- Norman, D. A. (2004). Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. En *Basic Books* (Número 1). Basic Books.
- Norman, D. A., & Stappers, P. J. (2015). DesignX: Complex Sociotechnical Systems. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 1(2), 83-106. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2016.01.002>
- Norman, D., & Draper, S. (1986). User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction.
- Oliva, R. (2004). Model structure analysis through graph theory: partition heuristics and feedback structure decomposition. *System Dynamics Review*, 20(4), 313-336. <https://doi.org/10.1002/sdr.298>
- OMS. (2001). Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud. *Publicaciones de la Organización Mundial de la Salud*, 1-288. <https://doi.org/10.1097/01.pep.0000245823.21888.71>
- Oosterlaken, I. (2009). Design for Development: A Capability Approach. *Design Issues*, 25(4), 91-102. <https://doi.org/10.1162/desi.2009.25.4.91>
- Oosterlaken, I., & Hoven, J. van den. (2012). *The Capability Approach, Technology and Design* (Vol. 5). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-3879-9>
- Opsahl, T., Agneessens, F., & Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, 32(3), 245-251. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.03.006>
- Ottino, J. M. (2003). Complex systems. *AIChE Journal*, 49(2), 292-299. <https://doi.org/10.1002/aic.690490202>

- Papanek, V. (1985). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change* (2.<sup>a</sup> ed.). Thames & Hudson Ltd.
- Patil, G. P. (2014). Weighted Distributions. En *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (pp. 1-11). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07359>
- Pérez Dalmeda, M. E., & Chhabra, G. (2019). Modelos teóricos de discapacidad: un seguimiento del desarrollo histórico del concepto de discapacidad en las últimas cinco décadas. *Revista Española de Discapacidad*, 7(1), 7-27. <https://doi.org/10.5569/2340-5104.07.01.01>
- Persson, H., Åhman, H., Yngling, A. A., & Gulliksen, J. (2015). Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? On the concept of accessibility—historical, methodological and philosophical aspects. *Universal Access in the Information Society*, 14(4), 505-526. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0358-z>
- Pfisterer, K. J., Boger, J., & Wong, A. (2019). Prototyping the Automated Food Imaging and Nutrient Intake Tracking System: Modified Participatory Iterative Design Sprint. *JMIR Human Factors*, 6(2), e13017. <https://doi.org/10.2196/13017>
- Phillips, B., & Zhao, H. (1993). Predictors of Assistive Technology Abandonment. *Assistive Technology*, 5(1), 36-45. <https://doi.org/10.1080/10400435.1993.10132205>
- Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (1998). Welcome to the experience economy. *Harvard business review*, 76(4), 97-105.
- PirkI, J. J. (1994). Transgenerational design : products for an aging population.
- Press, M., & Cooper, R. (2003). *The Design Experience*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315240329>
- Pressman, R. S. (2005). *Software engineering: a practitioner's approach* (7.<sup>a</sup> ed.). Palgrave Macmillan.
- Quintero, C. (2020). A review: accessible technology through participatory design. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 1-7. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1785564>
- Quintero, C., & Gallego, J. (2020). Interdisciplinary Co-Design Process of Assistive Technology in Value Elicitation. *9th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*, 1-5. <https://doi.org/10.1145/3439231.3439234>
- Rade, K. A., Pharande, V. A., & Saini, D. R. (2017). Interpretive Structural Modeling ( ISM ) for Recovery of Heat Energy. *International Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 12(1), 83-92.

- Riemer-Reiss, M. L., & Wacker, R. R. (2000). Factors associated with assistive technology discontinuance among individuals with disabilities. *Journal of Rehabilitation*, 66(3), 44-50.
- Rios, A., Miguel Cruz, A., Guarín, M. R., & Caycedo Villarraga, P. S. (2014). What factors are associated with the provision of assistive technologies: the Bogotá D.C. case. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 9(5), 432-444. <https://doi.org/10.3109/17483107.2014.936053>
- Robertson, T., & Wagner, I. (2013). Ethics: engagement, representation and politics-in-action. En *Routledge International Handbook of Participatory Design* (pp. 84-105). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203108543-11>
- Rodríguez Díaz, S., & Ferreira, M. A. V. (2010). Desde la dis-capacidad hacia la diversidad funcional. Un ejercicio de dis-normalización. *Revista Internacional de Sociología*, 68(2), 289-309. <https://doi.org/10.3989/ris.2008.05.22>
- Ruiz, M. B. R., & Díaz, A. L. A. (2003). ESTRATEGIAS DE AFRONTAMIENTO Y PROCESO DE ADAPTACIÓN A LA LESIÓN MEDULAR.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Said Valbuena B, W., Montoya Carvajal, A., & Fernanda Pinzon, L. (2020). From a ludic Loom of Ideas to the Spiral of Intercultural Co-creation. *Proceedings of the 16th Participatory Design Conference 2020 - Participation(s) Otherwise - Volume 1, 1*, 85-95. <https://doi.org/10.1145/3385010.3385022>
- Salcedo, A. S. (2006). PONENCIA XV JORNADAS EUBD. Tecnología de apoyo y sociedad de la información. Proyectos europeos. *Revista General de Información y Documentación*, 16(1), 51-63.
- Sanders, E. B.-N. (2000). Generative Tools for Co-designing. En S. A. R. Scrivener, L. J. Ball, & A. Woodcock (Eds.), *Collaborative Design* (pp. 3-12). Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0779-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0779-8_1)
- Sanders, E. B. N., & Stappers, P. J. (2014). Probes, toolkits and prototypes: three approaches to making in codesigning. *CoDesign*, 10(1), 5-14. <https://doi.org/10.1080/15710882.2014.888183>
- Sanders, Elizabeth B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5-18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>
- Santi, M. F. (2015). Vulnerabilidad y ética de la investigación social: perspectivas actuales. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 15(29-2), 52. <https://doi.org/10.18359/rlbi.535>

- Sarmiento Pelayo, M. P. (2015). Co-design: A central approach to the inclusion of people with disabilities. *Revista de la Facultad de Medicina*, 63, 149-154. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v63n3sup.49345>
- Scaife, M., Rogers, Y., Aldrich, F., & Davies, M. (1997). Designing for or designing with? Informant design for interactive learning environments. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*, 343-350. <https://doi.org/10.1145/258549.258789>
- Scherer, M. J. (1996). Outcomes of assistive technology use on quality of life. *Disability and Rehabilitation*, 18(9), 439-448. <https://doi.org/10.3109/09638289609165907>
- Scherer, M. J. (2015). Assistive Technology and Persons With Disabilities. En M. A. Stebnicki & I. Marini (Eds.), *The Professional Counselor's Desk Reference* (pp. 475–481). Springer Publishing Company. <https://doi.org/10.1891/9780826171825.0074>
- Scherer, M. J. (2020). It is time for the biopsychosocialtech model. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 15(4), 363-364. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1752319>
- Scherer, M. J., & Lane, J. P. (1997). Assessing consumer profiles of 'ideal' assistive technologies in ten categories: An integration of quantitative and qualitative methods. *Disability and Rehabilitation*, 19(12), 528-535. <https://doi.org/10.3109/09638289709166046>
- Schwarzkopf, E. (2013). Accessibility Through Design.
- Sharma, V., Grover, S., & Sharma, S. K. (2017). Analyzing the barriers affecting the effective utilization of quality tools and techniques using integrated ISM approach. *Management Science Letters*, 7(11), 525-540. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2017.8.003>
- Shedroff, N. (2009). Experience Design 1.1. En *Nathan Shedroff*. Experience Design Books.
- Silveira-Maia, M., Lopes-dos-Santos, P., Sanches-Ferreira, M., Alves, S., & Silveira-Maia, C. (2019). The use of the international classification of functioning, disability and health in an interactive perspective: the assessment and intervention of students' additional support needs in Portugal. *Disability and Rehabilitation*, 41(25), 3016-3024. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1483433>
- Singh, B. P., & Das, U. D. (2020). Some Statistical Properties of a Weighted Distribution and Its Application to Waiting Time Data. *Asian Journal of Probability and Statistics*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.9734/ajpas/2020/v9i130216>
- Sistema Integrado de Información de la Protección Social – SISPRO. (2020). *Observatorio Discapacidad*. <http://rssvr2.sispro.gov.co/ObservatorioDiscapacidad/>
- Span, M., Smits, C., Groen-van de ven, L., Jukema, J., Hetingga, M., Cremers, A., Vernooij-Dassen, M., & Eefsting, J. (2014). Towards an interactive web tool that supports shared

- decision making in dementia: Identifying user requirements. *International Journal on Advances in Life Sciences*, 6(3-4), 338-349.
- Story, M. F. (1998). Maximizing Usability: The Principles of Universal Design. *Assistive Technology*, 10(1), 4-12. <https://doi.org/10.1080/10400435.1998.10131955>
- Suchman, L. (2002). Located Accountabilities in Technology Production. *Scand. J. Inf. Syst.*, 14(2), 91–105.
- Sushil. (2012). Interpreting the Interpretive Structural Model. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 13(2), 87-106. <https://doi.org/10.1007/s40171-012-0008-3>
- Taffe, S. (2015). The hybrid designer/end-user: Revealing paradoxes in co-design. *Design Studies*, 40, 39-59. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.06.003>
- Tamayo y Tamayo, M. (2011). La interdisciplinariedad [Interdisciplinarity]. *Cartillas para el Docente ICESI; No.12*, 18.
- Timmins, F., O'rourke, P., Bagnasco, A., Timmins, B., Ekins, R., Long, S., Aleo, G., & Sasso, L. (2017). Using videoed workshops in interdisciplinary research with people who have disabilities. *Nurse Researcher*, 25(2), 24-28. <https://doi.org/10.7748/nr.2017.e1481>
- Tsatsou, P. (2020). Is digital inclusion fighting disability stigma? Opportunities, barriers, and recommendations. *Disability & Society*, 0(0), 1-27. <https://doi.org/10.1080/09687599.2020.1749563>
- Velarde Lizama, V. (2016). Los modelos de la discapacidad: un recorrido histórico [The models of disability: a historical journey.]. *Revista empresa y humanismo*, XV(1), 115-136.
- Verza, R., Carvalho, M. L. L., Battaglia, M. A., & Uccelli, M. M. (2006). An interdisciplinary approach to evaluating the need for assistive technology reduces equipment abandonment. *Multiple Sclerosis Journal*, 12(1), 88-93. <https://doi.org/10.1191/1352458506ms1233oa>
- Vinodh, S., Ramesh, K., & Arun, C. S. (2016). Application of interpretive structural modelling for analysing the factors influencing integrated lean sustainable system. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 18(2), 413-428. <https://doi.org/10.1007/s10098-015-1025-7>
- Waldschmidt, A., Berressem, H., & Ingwersen, M. (2017). Culture-theory-disability: Encounters between disability studies and cultural studies. En A. Waldschmidt, H. Berressem, & M. Ingwersen (Eds.), *Culture - Theory - Disability*. transcript Verlag. <https://doi.org/10.14361/9783839425336>
- Warfield, J. N. (1974a). Developing Subsystem Matrices in Structural Modeling. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, SMC-4(1), 74-80. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1974.5408523>

- Warfield, J. N. (1974b). Toward Interpretation of Complex Structural Models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 4(5), 405-417. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1974.4309336>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Waters, R. L., Adkins, R. H., & Yakura, J. S. (1991). Definition of complete spinal cord injury. *Paraplegia*, 29(9), 573-581. <https://doi.org/10.1038/sc.1991.85>
- Wittich, W., Granberg, S., Wahlqvist, M., Pichora-Fuller, M. K., & Mäki-Torkko, E. (2021). Device abandonment in deafblindness: a scoping review of the intersection of functionality and usability through the International Classification of Functioning, Disability and Health lens. *BMJ Open*, 11(1), e044873. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044873>
- Woodbury, E. Z. (2013). Auto-mobile: Disabled Drivers in New Zealand (Thesis, Doctor of Philosophy). University of Otago.
- World Health Organization. (2011). *World report on disability*.
- World Health Organization. (2018). *Disability and rehabilitation Global Cooperation on Assistive Technology (GATE)*. World Health Organization. [https://www.who.int/phi/implementation/assistive\\_technology/phi\\_gate/en/](https://www.who.int/phi/implementation/assistive_technology/phi_gate/en/)
- Yen, W.-T., Flinn, S. R., Sommerich, C. M., Lavender, S. A., & Sanders, E. B.-N. (2013). Preference of lid design characteristics by older adults with limited hand function. *Journal of Hand Therapy*, 26(3), 261-271. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2013.04.002>
- Yin, R. K. (1994). Discovering the Future of the Case Study. Method in Evaluation Research. *Evaluation Practice*, 15(3), 283-290. <https://doi.org/10.1177/109821409401500309>
- Yin, R. K. (2003). Case Study Reserach - Design and Methods. En *SAGE* (Vol. 5).
- Zamenopoulos, T., & Katerina, A. (2018). Co-Design as Collaborative Research. En *Connected Communities Foundation Series*.
- Zhang, Z., Guo, C., & Martinez, L. (2017). Managing Multigranular Linguistic Distribution Assessments in Large-Scale Multiattribute Group Decision Making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 47(11), 3063-3076. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2016.2560521>

## ANEXOS

Se relacionan los anexos que soportan los diferentes momentos del proceso investigativo y se adjuntan en carpeta externa anexa al documento de tesis.

- Anexo 01. Revisión sistemática de literatura
- Anexo 02. Consentimiento informado.
- Anexo 03. Consentimiento informado específico.
- Anexo 04. Aval del Comité de ética en propuestas de investigación científica.
- Anexo 05. Protocolo: Diálogo de saberes.
- Anexo 06. Aporte psicóloga a descripción de categorías.
- Anexo 07. Invitación vía correo electrónico para encuentro virtual.
- Anexo 08. Definición de categorías
- Anexo 09. Invitación vía correo electrónico para actividad remota.
- Anexo 10. Interpretación de relaciones contextuales de las categorías de observación.
- Anexo 11. Relación ponderada entre dos categorías de observación.
- Anexo 12. Invitación vía correo electrónico para actividad individual con formulario en línea.
- Anexo 13. Definición de tres categorías emergentes.
- Anexo 14. Invitación vía correo electrónico para redactar preguntas del cuestionario.
- Anexo 15. Aplicación web
- Anexo 16. Respuestas de participantes a cuestionario.
- Anexo 17. Reporte de ATLAS.ti