



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Mal estructurando problemas de diseño: oportunidades en las ideas ignoradas**

**Pedro Francisco Pinzón Villafrades**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Artes

Bogotá D.C., Colombia

2020



# **Mal estructurando problemas de diseño: oportunidades en las ideas ignoradas**

**Pedro Francisco Pinzón Villafrades**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Diseño**

Director (a):

Mg. Álvaro Acero Roso

Línea de Investigación:

Cognición y pensamiento de diseño

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Artes

Bogotá, D.C., Colombia

2020

*A mi amada esposa, por su apoyo incondicional, generoso y permanente. Prometo que repondremos todos esos fines de semana, aniversarios y cumpleaños que demando este trabajo de investigación.*

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mis agradecimientos más sinceros a Álvaro Acero, director de la tesis, por su apoyo paciencia y especialmente por la confianza que depositó en mi. Por encaminarme cuando llegué a su oficina con una locura de proyecto y darme la luz que necesitaba para llegar al final del túnel; a la universidad Nacional de Colombia, por su excelencia académica; a todos los profesores que hicieron parte de este proyecto, muchas gracias por sus significativos aportes. A la agencia de diseño donde se desarrollo este trabajo de investigación por permitirme usar sus instalaciones y los diseñadores que trabajan en ella, sin eso esta tesis no seria posible. Por último, quiero agradecer a mis compañeros de la maestría por retarme cada día a entregar la mejor versión de esta investigación.

## Resumen

Mediante la variación de la estructura de los problemas de diseño es posible impactar en la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Este trabajo de investigación propone la mal estructuración de los problemas de diseño como una herramienta para encontrar oportunidades de solución en ideas que pueden descartarse de manera inconsciente. Este trabajo de investigación se adentra en el diseño como una de las industrias creativas y plantea como los diseñadores pueden mejorar su eficiencia en los procesos de diseño, al aumentar el número de ideas de soluciones que proponen. Para realizar esta investigación se trabaja con una agencia de diseño en la ciudad de Bogotá que cuenta con una población con diferentes niveles de experiencia profesional, edades y capacidades en el proceso de diseño.

Para explicar la mal estructuración de los problemas de diseño como herramienta efectiva para la mejora del proceso de diseño, esta investigación ofrece herramientas de caracterización de los procesos de ideación realizados por diseñadores, así como herramientas para impactar en la estructura de los problemas de diseño al variar el nivel de incertidumbre al que se enfrenta un diseñador durante el desarrollo del ejercicio de diseño.

Esta investigación a través del diseño da un aporte al aspecto cognitivo del diseño al proponer métodos para trabajar en la fase de ideación del pensamiento de diseño.

**Palabras claves: Pensamiento de diseño, problemas mal estructurados, ideación, creatividad, problemas de diseño, espacio del problema, espacio de la solución.**

### **Abstract**

By changing the structure of design problems, it is possible to impact the quality in the exploration of design solution space. This research proposes ill structuring design problems as a tool to find solution opportunities in ideas that can be discarded unconsciously. This research shows design as a one of the creative industries and raises how designers can improve their efficiency in design processes, by increasing the number of ideas they propose. To carry out this research, we work with a design agency in the city of Bogotá that has a population with different levels of professional experience, ages and abilities in the design process.

To explain the ill structuring of design problems as an effective tool for improving the design process, this research offers characterization tools for the ideation processes carried out by designers, as well as tools to impact the structure of design problems by changing the level of uncertainty a designer faces during the development of his design exercise.

This research through design contributes to the cognitive aspect of design by proposing methods to work in the ideation phase of design thinking.

**Key words: Design thinking, ill structured problems, ideation, creativity, design problems, problem space, solution space.**

## Contenido

<b>Agradecimientos .....</b>	<b>5</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Contenido .....</b>	<b>8</b>
<b>Lista de ilustraciones .....</b>	<b>11</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>15</b>
<b>Lista de ecuaciones.....</b>	<b>16</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>17</b>
<i>Estructura del documento .....</i>	<i>18</i>
<b>1. Problema de investigación.....</b>	<b>21</b>
1.1 <i>Problemática de la investigación .....</i>	<i>21</i>
1.2 <i>Determinación de los límites temporales y geográficos .....</i>	<i>25</i>
1.3 <i>Planteamiento del problema.....</i>	<i>26</i>
1.3.1 <i>Pregunta de investigación.....</i>	<i>31</i>
1.3.2 <i>Objetivos de investigación .....</i>	<i>31</i>
1.3.2.1 <i>Objetivo general.....</i>	<i>31</i>
1.3.2.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>31</i>
1.3.3 <i>Hipótesis.....</i>	<i>31</i>
1.4 <i>Justificación .....</i>	<i>32</i>
<b>2 Marco teórico .....</b>	<b>35</b>
2.1 <i>Orientación.....</i>	<i>35</i>
2.1.1 <i>Diferencias entre un diseñador Junior y un Senior.....</i>	<i>35</i>
2.2 <i>El proceso de diseño .....</i>	<i>37</i>
2.2.1 <i>Definición del problema de diseño.....</i>	<i>39</i>
2.2.2 <i>Solución del problema de diseño.....</i>	<i>45</i>
2.2.2.1 <i>La ideación.....</i>	<i>46</i>
2.2.2.1.1 <i>Valoración de la ideación .....</i>	<i>50</i>
2.2.2.1.2 <i>Los sesgos de la ideación.....</i>	<i>53</i>
2.3 <i>El pensamiento de diseño.....</i>	<i>55</i>
2.3.1 <i>El componente procedimental del pensamiento de diseño.....</i>	<i>58</i>
2.3.2 <i>El componente cognitivo del pensamiento de diseño .....</i>	<i>58</i>
2.3.2.1 <i>La intuición .....</i>	<i>59</i>
2.3.2.2 <i>La experiencia.....</i>	<i>60</i>
2.3.2.3 <i>La incertidumbre .....</i>	<i>61</i>
<b>3 Diseño de la investigación .....</b>	<b>63</b>

3.1	<i>Caracterización de la población</i> .....	64
3.1.1	Selección de la población .....	65
3.2	<i>Parámetros del estudio</i> .....	65
3.2.1	Análisis de la pregunta de investigación y la hipótesis .....	65
3.2.2	Determinación de las variables .....	68
3.2.3	Parametrización de las variables .....	72
3.2.3.1	Incertidumbre: .....	72
3.2.3.2	Cantidad: .....	74
3.2.3.3	Variedad: .....	74
3.2.3.4	Novedad: .....	75
3.2.3.5	Calidad: .....	76
3.2.3.6	Impacto: .....	76
3.3	<i>Tipo de estudio</i> .....	77
3.4	<i>Diseño de los instrumentos</i> .....	78
3.4.1	Los instrumentos .....	79
3.4.1.1	Los mapas mentales .....	79
3.4.1.2	Instrumento para la determinación de la incertidumbre e ideación en la exploración de soluciones 80	
3.4.1.2.1	T.I.P.S ¿Por qué? .....	81
3.4.1.2.2	T.I.P.S ¿Qué? .....	81
3.4.1.2.3	T.I.P.S ¿Quién? .....	81
3.4.1.2.4	T.I.P.S ¿Cuándo? .....	81
3.4.1.2.5	T.I.P.S ¿Dónde? .....	81
3.4.1.2.6	T.I.P.S ¿Cómo? .....	82
3.4.1.3	Arboles de ideas .....	82
3.4.1.4	Calculadora de arboles de ideas .....	83
3.4.1.5	Análisis del estado de participación .....	83
3.5	<i>Diseño metodológico de la prueba</i> .....	84
3.5.1	Validación y ajuste de los instrumentos .....	85
3.5.1.1	Validación fase 1 .....	85
3.5.1.2	Validación fase 2 .....	87
3.5.1.3	Validación fase 3 .....	89
3.5.2	Metodología de la prueba .....	91
3.6	<i>Prueba y recolección de la información</i> .....	93
3.6.1	Protocolo para la recolección de la información y transcripción de los mapas mentales .....	93
3.6.2	Análisis de los arboles de ideas: síntesis de la información y sistematización digital .....	96
3.6.3	Presentación de los resultados .....	101
3.6.4	Aplicación del análisis del estado de participación .....	107
<b>4</b>	<b>Implementación del trabajo experimental, análisis y resultados</b> .....	<b>109</b>
4.1	<i>Implementación del trabajo experimental</i> .....	110
4.2	<i>Análisis y resultados</i> .....	110
4.2.1	Análisis individual del primer ejercicio .....	110
4.2.1.1	Participante 01: .....	111
4.2.1.2	Participante 02: .....	112
4.2.1.3	Participante 03: .....	113
4.2.1.4	Participante 04: .....	115
4.2.1.5	Participante 05: .....	116
4.2.1.6	Participante 06: .....	117

4.2.1.7	Participante 07: .....	118
4.2.1.8	Participante 08: .....	120
4.2.1.9	Participante 09: .....	121
4.2.1.10	Participante 10: .....	122
4.2.1.11	Participante 11: .....	124
4.2.1.12	Participante 12: .....	125
4.2.1.13	Participante 13: .....	126
4.2.1.14	Participante 14: .....	128
4.2.1.15	Participante 15: .....	129
4.2.1.16	Participante 16: .....	130
4.2.1.17	Participante 17: .....	131
4.2.1.18	Participante 18: .....	133
4.2.2	Análisis grupal del primer ejercicio .....	134
4.2.3	Selección del grupo .....	148
4.3	<i>Correlación de las variables</i> .....	158
4.3.1	Correlación del ejercicio .....	159
4.3.2	Resultados del análisis de correlación .....	169
4.4	<i>Análisis del segundo ejercicio</i> .....	170
4.4.1	Análisis individual del segundo ejercicio .....	171
4.4.2	Análisis grupal del segundo ejercicio .....	172
4.5	<i>Síntesis y rasgos de los resultados obtenidos</i> .....	175
<b>5</b>	<b>Conclusiones, proyecciones y recomendaciones</b> .....	<b>180</b>
5.1	<i>Conclusiones</i> .....	181
5.2	<i>Proyecciones</i> .....	190
5.3	<i>Recomendaciones</i> .....	192
<b>Anexo A. Análisis individual del primer ejercicio</b> .....		<b>195</b>
<b>Anexo B. Análisis individual del segundo ejercicio</b> .....		<b>195</b>
<b>Bibliografía</b> .....		<b>196</b>

## Lista de ilustraciones

<b>Ilustración 2-1.</b> El proceso de diseño.....	38
<b>Ilustración 3-1.</b> Desglose de la pregunta de investigación y la hipótesis .....	66
<b>Ilustración 3-2.</b> Genealogía de un grupo de ideas.....	74
<b>Ilustración 3-3.</b> .....	82
<b>Ilustración 3-4.</b> Diagrama de fases del desarrollo metodológico de la implementación de la prueba.....	84
<b>Ilustración 3-5.</b> Pregunta ejercicio de fase de validación 01 .....	86
<b>Ilustración 3-6.</b> Desarrollo ejercicio piloto versión 01 .....	87
<b>Ilustración 3-7.</b> Desarrollo ejercicio piloto versión 02 .....	88
<b>Ilustración 3-8.</b> Desarrollo ejercicio piloto versión 03 .....	91
<b>Ilustración 3-9.</b> Mapa mental desarrollado por un participante durante el ejercicio .....	94
<b>Ilustración 3-10.</b> Mapa mental digitalizado en Mindmup.....	94
<b>Ilustración 3-11.</b> Mapa mental organizado en vista jerárquica, a partir de este punto se conoce como un árbol de ideas.....	95
<b>Ilustración 3-12.</b> Árbol de ideas simplificado .....	95
<b>Ilustración 3-13.</b> Árbol de ideas simplificado con posición jerárquica.....	96
<b>Ilustración 3-14.</b> Análisis de un árbol de ideas simplificado con posición jerárquica .....	97
<b>Ilustración 3-15.</b> Análisis Cantidad de ideas participante 0 .....	101
<b>Ilustración 3-16.</b> Análisis Variedad de ideas participante 0 .....	102
<b>Ilustración 3-17.</b> Análisis Novedad del nivel del principio físico participante 0.....	102
<b>Ilustración 3-18.</b> Novedad del nivel del principio de funcionamiento participante 0 .....	103
<b>Ilustración 3-19.</b> Análisis Novedad del nivel de materialización participante 0 .....	104
<b>Ilustración 3-20.</b> Análisis Novedad del nivel de detalles de las ideas propuestas participante 0... 104	104
<b>Ilustración 3-21.</b> Novedad combinada de las ideas propuestas participante 0 .....	105
<b>Ilustración 3-22.</b> Análisis Calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto participante 0.....	106
<b>Ilustración 3-23.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto participante 0 .....	107
<b>Ilustración 4-1.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 01.....	111
<b>Ilustración 4-2.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 02.....	113
<b>Ilustración 4-3.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 03.....	114
<b>Ilustración 4-4.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 04.....	115
<b>Ilustración 4-5.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 05.....	116

<b>Ilustración 4-6.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 06.....	118
<b>Ilustración 4-7.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 07.....	119
<b>Ilustración 4-8.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 08.....	120
<b>Ilustración 4-9.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 09.....	122
<b>Ilustración 4-10.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 10.....	123
<b>Ilustración 4-11.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 11.....	124
<b>Ilustración 4-12.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 12.....	126
<b>Ilustración 4-13.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 13.....	127
<b>Ilustración 4-14.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 14.....	128
<b>Ilustración 4-15.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 15.....	129
<b>Ilustración 4-16.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 16.....	131
<b>Ilustración 4-17.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 17.....	132
<b>Ilustración 4-18.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 18.....	133
<b>Ilustración 4-19.</b> Cantidad de ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo .....	134
<b>Ilustración 4-20.</b> Variedad de ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo .....	135
<b>Ilustración 4-21.</b> Novedad del nivel del principio físico de las ideas propuestas durante el ejercicio por grupo.....	136
<b>Ilustración 4-22.</b> Novedad del nivel del principio de funcionamiento de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo .....	137
<b>Ilustración 4-23.</b> Novedad del nivel de materialización de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo.....	138

<b>Ilustración 4-24.</b> Novedad del nivel de detalles de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo .....	139
<b>Ilustración 4-25.</b> Novedad combinada de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo, esta es la sumatoria de los diferentes niveles de novedad .....	140
<b>Ilustración 4-26.</b> Calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el grupo .....	141
<b>Ilustración 4-27.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el grupo .....	142
<b>Ilustración 4-28.</b> Edad del grupo de participantes .....	143
<b>Ilustración 4-29.</b> Edad del grupo de participantes .....	144
<b>Ilustración 4-30.</b> Experiencia desde el grado de los participantes .....	145
<b>Ilustración 4-31.</b> Experiencia en la empresa de los participantes .....	146
<b>Ilustración 4-32.</b> Nivel de incertidumbre de los participantes .....	147
<b>Ilustración 4-33.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por los participantes seleccionados .....	149
<b>Ilustración 4-34.</b> Diagrama de caja de la cantidad de ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	150
<b>Ilustración 4-35.</b> Diagrama de caja de la variedad de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	151
<b>Ilustración 4-36.</b> Diagrama de caja de la novedad de las ideas originales propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	152
<b>Ilustración 4-37.</b> Diagrama de caja de la novedad de las ideas adaptadas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	153
<b>Ilustración 4-38.</b> Diagrama de caja de la novedad de las ideas variadas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	154
<b>Ilustración 4-39.</b> Diagrama de caja de la novedad de los detalles de las ideas variadas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	155
<b>Ilustración 4-40.</b> Diagrama de caja de la novedad combinada de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	156
<b>Ilustración 4-41.</b> Diagrama de caja de la calidad del espacio de la solución de los problemas de diseño de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	157
<b>Ilustración 4-42.</b> Correlación del impacto con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	159
<b>Ilustración 4-43.</b> Correlación de la novedad combinada con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	160
<b>Ilustración 4-44.</b> Correlación de la variedad con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	161
<b>Ilustración 4-45.</b> Correlación de la experiencia de los participantes en la empresa con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	162
<b>Ilustración 4-46.</b> Correlación de la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	163
<b>Ilustración 4-47.</b> Correlación del nivel de incertidumbre alcanzado por el grupo con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	164
<b>Ilustración 4-48.</b> Correlación la experiencia profesional de los participantes con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio 01 .....	165

<b>Ilustración 4-49.</b> Correlación la experiencia profesional desde el grado de los participantes con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio 01.....	166
<b>Ilustración 4-50.</b> Correlación la novedad de las ideas adaptadas con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	167
<b>Ilustración 4-51.</b> Correlación cantidad de ideas propuestas con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	168
<b>Ilustración 4-52.</b> Correlación del nivel de incertidumbre inicial de los participantes con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio .....	169
<b>Ilustración 4-53.</b> Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio 02 por los participantes seleccionados. ....	173
<b>Ilustración 4-54.</b> Diagrama de caja de la calidad del espacio de la solución de los problemas de diseño de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio 01 .....	174
<b>Ilustración 5-1.</b> Comparación entre el impacto explorador y el impacto profundizador. Ambos arboles de ideas tienen 14 ideas propuestas .....	184

**Lista de tablas**

<b>Tabla 2-1.</b> Categorización de los diseñadores en las industrias creativas.....	36
<b>Tabla 2-2.</b> Tipología de los problemas .....	43
<b>Tabla 2-3.</b> Estrategias de creatividad.....	49
<b>Tabla 2-4.</b> El cambio de la definición del significado del pensamiento de diseño a través de los años .....	56
<b>Tabla 3-1.</b> Variables utilizadas en está investigación .....	72
<b>Tabla 3-2.</b> Relación entre el nivel de incertidumbre del problema de diseño y el nivel de estructuración del problema de diseño .....	73
<b>Tabla 3-3.</b> Calculo del impacto para el participante 0 .....	100
<b>Tabla 3-4.</b> Análisis del estado de participación del participante 0 .....	108
<b>Tabla 4-1.</b> Niveles de correlación.....	158

## Lista de ecuaciones

<b>Ecuación 2-1.</b> Formula para calcular la variedad .....	52
<b>Ecuación 2-2.</b> Formula para calcular la novedad .....	52
<b>Ecuación 2-3.</b> Formula para calcular la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño). .....	53
<b>Ecuación 3-1.</b> Formula para calcular la variedad .....	97
<b>Ecuación 3-2.</b> Ecuación resulta de variedad para el árbol de ideas de la imagen 3-14 .....	98
<b>Ecuación 3-3.</b> Formula para calcular la novedad .....	98
<b>Ecuación 3-4.</b> Ecuación resulta de novedad para la idea 1.1.1.2.1 del árbol de ideas de la imagen 3-14.....	98
<b>Ecuación 3-5.</b> Formula para calcular la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño.....	100
<b>Ecuación 3-6.</b> Formula para el impacto en la calidad de la exploración de los problemas de diseño al varia la estructura del problema .....	100

## Introducción

La acción de la mal estructuración de los problemas de diseño, se orienta hacia la manera como los diseñadores cambian de modo consiente la estructura de un problema de diseño al que se enfrentan, de modo tal, que el problema de diseño sea lo suficientemente desestructurado para permitir la propuesta de ideas de soluciones novedosas y variadas, y a su vez que dicho problema sea lo suficientemente estructurado para que el diseñador tenga el grado necesario de incertidumbre con el que manifiesta sentirse cómodo para empezar a trabajar.

El bien máspreciado de una industria creativa es flujo libre de las ideas, encontrar una herramienta que permita esto es la base de este trabajo de investigación. Se expone entonces que los procesos de ideación propios del pensamiento de diseño se ven afectados por la estructura del problema de diseño, de esta manera es el interés de este trabajo de investigación determinar cual puede ser el posible impacto en la ideación al variar la estructura de un problema de diseño.

Hoy en día, existen varias estrategias creativas para incentivar la ideación en las personas. Estas estrategias juegan un papel importante en la búsqueda de soluciones, pero trabajan sobre problemas establecidos. Es en este punto que esta investigación toma relevancia ya que busca incentivar la ideación en las personas, para problemas que no están completamente definidos.

Se encuentra que existe una dificultad para plantear la solución al problema de diseño en medio de una situación problema y esto a su vez es un factor que afecta el proceso de ideación, ya que los diseñadores se enfrentan a bloqueos creativos, falta de exploración de ideas, falta de calidad o profundidad en alternativas de solución, la falta de fluidez, la demora en la obtención de alternativas de solución, la inhibición, los sesgos cognitivos y el exceso de intuición, debido a que intentan utilizar soluciones que les han funcionado en el pasado. Es por esto que este trabajo de

investigación propone que si se varía el planteamiento del problema se abre la oportunidad de alcanzar soluciones de diseño.

Para profundizar sobre esa dificultad, en lo que concierne a este trabajo de investigación, se propone trabajar con una agencia de diseño como empresa representante de las industrias creativas para propiciar un escenario de soluciones de problemas a través del diseño usando el pensamiento de diseño como punto de partida.

Es el interés en el marco de este trabajo de investigación analizar y determinar como la variación de la estructura de un problema de diseño puede incrementar la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño y como esto puede ayudar a las industrias creativas a consolidar equipos de diseño mas eficientes.

Para llevar a cabo lo anterior, se propone una metodológica de índole cuantitativo. Se acude entonces al uso de herramientas que permitan hacer un estudio estadístico correlacional, las cuales se apoyan en instrumentos de registro que permiten caracterizar el pensamiento de diseño, el proceso de diseño y el proceso de ideación. Este enfoque no solo permite realizar un estudio que proporcione información numérica y de clasificación, sino que también permite que los resultados puedan ser replicados en otras investigaciones.

### **Estructura del documento**

El primer capítulo, *problema de la investigación*, presenta un recorrido por la problemática que enfrenta esta investigación, así como el aporte socio cultural y económico de las industrias creativas en Colombia. Esto da paso a la visión del diseño como empresa creativa y el papel de los diseñadores en dichas empresas. Al ser los diseñadores el motor de las empresas de diseño, este capítulo presenta el problema al que se enfrenta este trabajo de investigación en la búsqueda de la efectividad del pensamiento de diseño para resolver problemas.

El segundo capítulo, *Marco teórico*, presenta una orientación hacia el concepto de diseño, el diseñador y su papel en las industrias creativas, para así profundizar en el pensamiento de diseño y su rol en el proceso de diseño, desde el espacio del problema hasta el espacio de la solución. Se trata entonces el pensamiento de diseño desde dos componentes, el procedimental y el cognitivo. El primer componente, el procedimental, que habla sobre los problemas de diseño y la estructura de los problemas de diseño. El segundo componente, el cognitivo, habla de la forma en que piensa y razona un diseñador para resolver un problema de diseño. Se enfoca en el aporte de la intuición, la ideación y la creatividad.

En el tercer capítulo, titulado *diseño de la investigación*, le establecen las características de la población y su proceso de selección. Se fijan los parámetros del estudio en donde se introduce como la pregunta de investigación y la hipótesis, es el camino para determinar y analizar las variables de este estudio, y se parametrizan los posibles datos a obtener que permitan responder a la pregunta de investigación. Se delimita el tipo de estudio de este trabajo de investigación, así como el diseño de los instrumentos, desde el planteamiento de estos instrumentos hasta el diseño metodológico para la prueba, ajuste y validación de estos; de este modo se propone la metodología de la prueba a realizar. Se establece la recolección de la información de la prueba y se determina el método de síntesis y análisis; se ejemplifica la presentación de los resultados.

El cuarto capítulo, *Implementación del trabajo experimental, análisis y resultados*, trata sobre el resultado aplicado del diseño de la investigación a través del análisis estadístico de las variables y el grado de relación entre estas variables, basado en los hallazgos de la investigación de campo. Muestra las relaciones que existen entre los problemas de diseño, la variación de la estructura del problema de diseño y el impacto en la calidad de la exploración del espacio de la solución. Finalmente, se presenta una síntesis de los resultados que sirven como fundamentos de las conclusiones de este trabajo de investigación.

El quinto y último capítulo, *conclusiones, proyecciones y recomendaciones*, está dedicado a mostrar los resultados del análisis de la investigación. Para tal finalidad, se presentan los resultados del análisis de los datos obtenidos en el trabajo de campo. Posteriormente, se proyecta la implementación de la mal estructuración de los problemas de diseño en la consolidación de equipos de diseño. Finalmente se presentan unas recomendaciones para el uso de este trabajo de investigación como base para futuras investigaciones.

## **1. Problema de investigación**

Con referencia a la empresa en la que se realiza este trabajo de investigación se presenta una dificultad entre la interpretación de los requerimientos de un cliente particular y las alternativas de soluciones que se proponen, se entiende por requerimiento la necesidad que manifiesta el cliente ante la situación problema a la que se enfrenta y sus expectativas de soluciones a esa necesidad expuesta. Estas dificultades van desde demoras en el tiempo para proponer alternativas de solución del problema, hasta la poca variedad en las alternativas propuestas por parte de la empresa al cliente.

### **1.1 Problemática de la investigación**

Las industrias creativas son los sectores de actividad cuyo fin fundamental es la producción y reproducción, la promoción, la difusión y/o comercialización de bienes, servicios y actividades de contenido cultural, artístico o patrimonial (UNESCO, 2017). En el marco colombiano se reconocen como industrias creativas: las industrias discográficas, cinematográficas, editorial; las producciones musicales y teatrales; la industria de los programas informáticos; la fotografía, el arte comercial, la publicidad, la comunicación, la radio, la televisión, los videojuegos, la arquitectura, el diseño y la moda (Buitrago & Duque, 2013). Estas industrias creativas tienen en común una fase de generación de ideas previas al desarrollo del producto, en estas ideas se produce un proceso para la resolución de problemas que es tanto asociativo como inferencial (Goel, 2014) y es en este proceso donde presentan dificultades similares, en las cuales este trabajo de investigación se ubica.

El libre flujo de las ideas es clave para cualquier industria creativa y es de vital importancia para cualquier sector, pero en especial para el sector creativo, porque estas empresas se fundamentan en la generación de nuevas ideas para desarrollarse económicamente (Buitrago & Duque, 2013) y este flujo libre de ideas se da gracias a las herramientas y ambientes adecuados

que fomentan las empresas en sus trabajadores para realizar los procesos de ideación. Es decir que un mejor ámbito creativo, como el que se presenta en la empresa del análisis es fundamental para su actividad laboral, pues permite ser capaz de interpretar los requerimientos expuestos por un cliente y dar diversas alternativas de soluciones a esos requerimientos, con calidad y eficiencia.

De la misma manera en el análisis del contexto empresarial de la agencia en la que se desarrolla este trabajo de investigación, en este proceso de ideación se evidencian dificultades a la hora de proponer soluciones a los requerimientos del cliente. Estas dificultades son notorias en la falta de variedad en las soluciones propuestas, soluciones que no satisfacen los requerimientos del cliente, es decir que el problema no fue identificado de manera correcta durante la consolidación del proyecto, y demoras en la presentación de diferentes alternativas; esto puede ser por bloqueos creativos por parte de los trabajadores, así como ambientes empresariales que no fomentan la creatividad, un desconocimiento sobre el tema del problema a resolver, que la urgencia de la entrega de resultados obligue a abandonar etapas exhaustivas de divergencia imaginativa o por sesgo cognitivos (Bilalić, et al., 2008; Moreno, et al., 2015; Krippendorff, 2006), es decir que en algunas ocasiones los requerimientos del cliente no son comprendidos ni analizados de manera correcta para establecer las relaciones entre el problema de diseño, la solución y como llegar a esa solución (Goel & Pirolli, 1992). Estas situaciones se presentan también en la industria del diseño en Colombia.

La industria del diseño en Colombia, como uno de los actores en las industrias creativas, que hace parte del sector económico denominado “economía naranja”, las cuales, de la mano de creativos, diseñadores, artistas y hasta emprendedores aportan al desarrollo del PIB (Dinero, 2018) y crecen anualmente, en promedio, un 8.9 % (DANE, 2020). Dada la amplitud de enfoques desde los cuales se puede analizar el impacto de las industrias creativas en la economía naranja

(Buitrago & Duque, 2013), es necesario centrar la atención en que cada año la industria creativa toma mas fuerza gracias al crecimiento tecnológico a nivel social, productivo y económico.

No solamente la industria colombiana del diseño aporta al sector por su componente grafico y comercial como capital simbólico, sino también porque el diseño es parte de la cultura empresarial desde el inicio de los procesos de gestión empresarial (Huera, et al., 2016) que apoyan los procesos de innovación, no solo en la etapa final para mostrar un producto al público, sino desde sus primeras etapas para determinar el problema al cual se le debe dar una solución.

Las industrias de diseño son rivales naturales directos entre ellas por lo que su ambiente es muy competitivo y es necesario sobresalir en el mercado para que posibles clientes noten su presencia y puedan aportar a la industria creativa colombiana, con soluciones efectivas de diseño (Ríos, 2018). La dinámica desarrollada por las industrias creativas en Colombia en los últimos 10 años ha tenido un aumento en el número de premios de reconocimiento recibidos por su labor, lo que las ha puesto a la vista de empresas nacionales e internacionales que ven en la creatividad colombiana una excelente opción para sus proyectos, ya que ofrecen la posibilidad de generar alternativas de soluciones que capten la atención de sus consumidores (Tepper, 2002). Esto impulsa su insumo más valioso, los diseñadores y propicia que estos sean mejores en su oficio y puedan prestar un mejor servicio de diseño, aportando al crecimiento tanto económico como intelectual, del sector creativo colombiano.

Al ser las industrias creativas una fuerza constante de crecimiento en la economía colombiana, y al ser el tipo de industria que no requiere de la explotación directa de recursos naturales para su desarrollo, sino de las capacidades cognitivas de las personas que son parte de estas industrias para proponer soluciones en forma de productos y servicios, es necesario

encontrar herramientas que puedan facilitar la labor de las industrias creativas y el papel del diseñador como propulsor de las ideas de soluciones.

Es preciso plantear alternativas al proceso de diseño de la empresa, en procura de alcanzar una mayor influencia y efectividad en su papel como industria creativa y el aporte que puede dar al sector. En Colombia, algunas empresas del sector productivo no suelen tener un departamento que se dedique exclusivamente al diseño, esto se debe a que sus costos de sostenibilidad, el tipo de trabajo que realiza y la cultura empresarial que ocurre al interior de estos departamentos muchas veces no se aprecian dentro de este tipo de empresas (Bruce, & Morris, 1998), muchas veces están empresas utilizan personas que carecen de formación en diseño para solucionar sus problemas de diseño. Por eso existen empresas dedicadas a las soluciones de diseño, como las industrias creativas, que ofrecen sus servicios de diseño a otras empresas que no cuentan con estos departamentos y tercerizan los procesos de diseño para entregar a los clientes soluciones finales de diseño a sus problemas, siendo estas industrias las encargadas de todo el proceso de ideación, administración, gestión y desarrollo del proyecto (Juan, 2018). Como es el caso específico de este trabajo de investigación, una agencia de diseño que oferta sus servicios de diseño a otras empresas, tanto nacionales como internacionales.

El proceso de diseño no solamente debe ir encaminado a la ideación de alternativas de solución, sino también hacia el planteamiento del problema a resolver. Si los requerimientos del cliente no son analizados y comprendidos, no es posible formular y estructurar el problema de diseño que debe resolverse. Este paso de determinación del problema de diseño presenta dificultades para completarse en cualquiera de las industrias creativas y esta determinación del problema influye en la búsqueda de ideas de soluciones, ya que dependiendo de la manera en que este planteado el problema se pueden presentar alternativas de soluciones, en mayor o menor cantidad y de mayor o menor calidad.

En este marco anterior se centra la problemática del trabajo de investigación y es a la vez una oportunidad para retribuir al entorno laboral con una alternativa de solución para mejorar los procesos laborales relacionados con las industrias creativas y las soluciones a problemas de los clientes en temas que competen a cualquiera de las industrias que hacen parte del sector creativo. Sin embargo, trabajar con todas las industrias creativas es un enfoque demasiado grande de investigación y por tal motivo es necesario acotarlo en una empresa que haga parte de las industrias creativas.

## **1.2 Determinación de los límites temporales y geográficos**

Este trabajo de investigación se sitúa en la ciudad de Bogotá, D.C., Colombia. Para trabajar con las industrias creativas se considera una agencia de diseño. La agencia se caracteriza por tener diversos tipos de diseñadores con diferentes áreas de especialización, años de experiencia profesional, y edades dentro de su población; además esta agencia muestra una experticia para solucionar problemas de diseño. Como cualquier empresa, cuenta con un área administrativa y un área de producción, el área de producción es el área de diseño. Tiene clientes tanto nacionales como internacionales y lleva prestando sus servicios por más de 13 años.

Esta agencia realiza procesos de diseño gráfico digitales, se especializa en solucionar problemas y proyectos de diseño que requieren la comunicación de promociones para sus clientes externos, este tipo de comunicaciones van desde la creación de posters y post para redes sociales hasta animación de contenido en 2D y 3D para televisión; adicionalmente una de sus áreas de diseño trabaja con el equipo de desarrollo para la creación de páginas web, aplicaciones y diseño de experiencia de usuario.

Aunque cada uno de los proyectos de diseño realizados en el interior de la agencia enfrentan requerimientos particulares que modifican el tipo de proyecto a realizar, todos los

proyectos dentro de la agencia siguen una estructura similar de pasos para la determinación los requerimientos del problema y las expectativas de soluciones que espera el cliente. Dentro de la agencia el diseñador con mas experiencia en el campo de diseño se le considera el líder de equipo y es este diseñador el que establece una comunicación directa con el cliente para entender su situación problema y hacer un primer acercamiento a las alternativas de soluciones que espera el cliente, una vez determinado los requerimientos establece el problema a resolver y propone el proyecto de diseño que será desarrollado junto a su equipo de diseñadores.

Esta agencia de diseño presenta en su organización, como cualquier otra empresa del sector creativo descrito anteriormente, dificultades en el proceso de ideación, debido a esto es tenida en cuenta como objeto de estudio. Además, tiene la disposición para prestar su tiempo, su locación y sus diseñadores para poder realizar esta investigación. Sin el apoyo incondicional de esta agencia, esta investigación no sería posible.

El desarrollo del trabajo de campo se adelanta desde mediados del año 2019 hasta principios del año 2020, en razón a que se trata de una empresa nacional que desarrolla proyectos de clientes internacionales y que su ritmo y tiempo de trabajo es continuo y permanente, aún en época de fin de año.

Con base en lo presentado anteriormente, se reconoce la necesidad de mejorar los procesos de ideación y los tiempos de respuesta a los procesos de diseño, en tanto a la asertividad, riqueza y eficiencia en las soluciones de diseño.

### **1.3 Planteamiento del problema**

Dada la problemática en la que se sitúa este trabajo de investigación, es necesario puntualizar como se desarrollan los procesos de diseño y como se enfrentan a las situaciones de diseño en la agencia en donde se realiza esta investigación. Este proceso presenta el estado actual

de la empresa y expone una propuesta sobre como se puede mejorar la calidad, la eficiencia, el impacto, la relación con el cliente y todos elementos del proceso de ideación dentro de las industrias creativas.

La empresa actualmente cuenta con una población de diseñadores con diferentes áreas de especialización (diseñadores gráficos, diseñadores industriales, diseñadores visuales, diseñadores de interfaces y animadores). Aspecto que favorece y genera una oportunidad de intervención para analizar las condiciones en que se desarrollan los procesos de diseño, además que cuenta con diseñadores con diferentes rangos de edades y experiencia profesional. Es importante hacer énfasis que la experiencia del diseñador en las industrias creativas es uno de los factores determinantes para la ideación de soluciones de los problemas de diseño (Dziobczenski, & Person, 2017) a los que se enfrentan las industrias creativas, sin embargo, la experiencia puede llevar a un exceso de confianza en la capacidad para resolver estos problemas, aspecto al que no es ajena esta empresa, en el que el diseñador no siempre es consciente que sus buenas ideas pueden bloquear la generación de otras mejores (Bilalić, McLeod, & Gobet, 2008).

De la misma manera, aunque los procesos de formación incentivan la imaginación, gracias a los conocimientos adquiridos, se aprecia que la experiencia y el aprendizaje del diseñador se ve afectado por las inhibiciones en la imaginación que ha adquirido durante su formación cognitiva, estas inhibiciones no son detectadas por el propio diseñador porque son omnipresentes en su método de pensamiento (Krippendorff, 2006).

En el trabajo en la empresa, es evidente que con el pasar de los años profesionales, la experiencia proporciona a los diseñadores experticia en su área, se desenvuelven con seguridad y acierto, haciendo que las personas confíen en su criterio. Los diseñadores con mayor experiencia se conocen como diseñadores sénior (Dziobczenski, & Person, 2017), son diseñadores que tiene

mayor capacidad para simular mentalmente muchas soluciones posibles a un problema, al momento, antes de prototiparlas o entender sus puntos fuertes y debilidades para poder intuir la solución óptima; son capaces de evaluar las posibilidades, y recolectar evidencia del usuario para sustentar sus decisiones y, antes de saber explicar por qué, determinan qué ideas descartar y cuál es la mejor (Cross, 2004). Tienen la habilidad de observar los detalles y la imagen completa, cambiando su atención entre esas dos perspectivas en todos los momentos del diseño y sabiendo elegir, en cada uno, en cual de ellos tiene que priorizar. Comprenden que todas las fases del proceso de diseño comparten un lenguaje común, una lógica de atributos formales y estructurales (Dziobczenski, & Person, 2017). Esto hace que sus soluciones puedan cambiar en su forma y que puedan crecer según las necesidades futuras, sin importar el problema a resolver.

También se aprecia en la empresa que al enfrentarse a un problema de diseño usualmente los diseñadores generan varios bocetos ideas para escoger entre ellas, estos bocetos se transforman en una sola idea de diseño y se desarrolla a través del pensamiento lateral y vertical, transformándola tanto de manera divergente como de manera convergentemente hasta que pueden llegar a un punto en que su solución puede ser completada y evaluada (Goel, 2014). De otro lado, los diseñadores pueden generar más ideas de diseño cuando están solos que cuando están en grupo (Bratteteig, Rolstad & Wagner, 2016), y esto hace que estas ideas soluciones de diseño pueden verse afectadas por el fenómeno de la fijación de diseño (Bilalić, McLeod & Gobet, 2008; Moreno, Yang, Hernández, Linsey & Wood, 2015) y las cohibiciones producto de los prejuicios sociales (Krippendorf, 2006). Si estas ideas se encuentran afectadas por estos problemas, así sean soluciones válidas ¿no se debería buscar una mejor manera de iniciar el proceso de pensamiento?, ¿no debería el diseñador ser consciente de que ese problema existe?

Estas soluciones hacen que no existan miradas nuevas sobre viejos conceptos. Se asume que se realiza un acercamiento con la mente abierta a ciertos procesos, cuando en realidad el

cerebro se guía por lo ya conocido y se toman decisiones con base en la experiencia. Una forma de combatir este efecto y tener la posibilidad de buscar soluciones disruptivas, es tomar distancia de cada problema que se presenta y no dejar la experiencia a un lado, sino cuestionar la experiencia y la intuición para no estar sesgada por ellos (Jansson & Smith, 1991).

Como se comento anteriormente, el mayor insumo de las industrias creativas son sus diseñadores y creativos, que son los que realizan la fase de constitución de ideas para proponer soluciones a cada unos de los requerimientos del cliente, y en un ambiente tan cambiante y acelerado como lo es el diseño, las ideas tienen que ser muy buenas para llamar la atención, pero también tienen que producirse en el menor tiempo posible (Dinero, 2018). Este ambiente ocasiona que los diseñadores no siempre materialicen todas las ideas que generan durante el proceso de ideación, porque no hay tiempo para explorarlas todas, por eso algunas ideas se pierden antes de alcanzar un valor, sin evaluar si esta idea era una mejor solución a la que se terminó proponiendo. Las rutas críticas en la solución de problemas llevan a los diseñadores a tomar decisiones de manera inconsciente, que no saben que están tomando, en donde su experiencia les hace intuir que una solución puede funcionar más que la otra.

Con respecto a esto, cabe preguntarse ¿cómo podrían los diseñadores generar más ideas, más rápidamente, de gran calidad y mucho más asertivas? ¿Se limita la generación de ideas, porque se buscan soluciones que han servido en el pasado? ¿existiría alguna herramienta en que los problemas de diseño sean expuestos para que promuevan la generación de más ideas? ¿Será posible desarrollar procesos de ideación más eficientes? ¿Será posible revisar la relación entre el problema o la situación que se le presenta como necesidad al diseñador y las posibles soluciones que da desde sus procesos de ideación?

Es decir, si los diseñadores dentro de las industrias creativas presentan dificultades para plantearse un problema de diseño que cumpla con los requerimientos del cliente y responda a esos requerimientos con alternativas de soluciones efectivas, este trabajo de investigación debería centrarse en la relación que existe entre el problema de diseño y la solución del problema de diseño (Schön & DeSanctis, 1986), buscando una alternativa en el proceso de diseño que permita impactar en esa relación.

Si se busca presentar mas alternativas de soluciones, es necesario aumentar la calidad de exploración del espacio de la solución del proceso de diseño, es decir encontrar alternativas para estimular el proceso de ideación. Adicionalmente, si se quiere analizar de mejor manera los requerimientos presentados por un cliente, es necesario influir en la manera en que los diseñadores fragmentan el problema para plantearlo y estructurarlo.

Realizar una investigación que le ayude a los diseñadores a plantearse problemas con la definición y estructuración necesarias para proponer soluciones que respondan a las necesidades del problema, es de vital importancia para el campo de acción de diseño. Es decir que la relación que existe entre la exploración de la solución y la estructuración del problema debe impactar el uno con el otro. De este razonamiento nace la pregunta de investigación.

### **1.3.1 Pregunta de investigación**

¿Cuál es el impacto en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, cuando se varia la estructura del problema?

### **1.3.2 Objetivos de investigación**

#### **1.3.2.1 Objetivo general**

Determinar el impacto de la variación en la estructura del problema de diseño, en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, cuando se atienden proyectos en agencias de diseño.

#### **1.3.2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar el proceso de ideación propio del pensamiento de diseño, a través de estrategias de registro que permitan determinar los procesos de exploración de la solución del problema de diseño.
- Caracterizar la manera en que el diseñador estructura un problema de diseño, cuando se enfrenta a situaciones que involucran soluciones a problemas de diseño.
- Estimar el impacto de la variación de la estructuración del problema de diseño en los procesos de exploración de la solución de estos, a través del análisis de la variación de la calidad de la ideación.
- Proponer una estrategia que permita mejorar la eficiencia creativa en el proceso de ideación de las industrias creativas en Bogotá.

### **1.3.3 Hipótesis**

En problemas de diseño mal estructurados se produce una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño y a su vez una mayor oportunidad de ideación de posibles soluciones.

#### 1.4 Justificación

Cuando un cliente llega a la agencia de diseño, tiene unas expectativas que esperan sean cumplidas, como se explico anteriormente estas no siempre son cumplidas, buscar una forma de cumplir siempre con estas expectativas, va a mejorar la percepción, en términos de calidad de trabajo, de los clientes de la agencia, y esto a su vez repercute económicamente en la agencia, al aumentar el flujo de trabajo por parte de los clientes.

Al encontrar en las empresas creativas, y más específicamente en la agencia de diseño en donde se realiza este trabajo de investigación, dificultades en el proceso de diseño durante la solución de los problemas de diseño, especialmente en lo relacionado con los bloqueos creativos, los sesgos cognitivos presentados por los diseñadores, la deficiencia en la búsqueda de alternativas de soluciones y la validez en las soluciones propuestas, en donde se evidencia falta de oportunidades de las soluciones propuestas de los problemas de diseño que se presentan dentro de la agencia, es necesario buscar alternativas a los procesos actuales de solución de problemas desarrollados en la empresa.

Es por esto que este trabajo presenta una alternativa para el ejercicio del diseño dentro de la agencia donde se hace este trabajo de investigación, buscando mejorar las posibilidades en que el diseñador pueda sea un mejor diseñador y pueda prestar un mejor servicio de diseño. Buscando la mejora de las posibilidades de desarrollo laboral e impactar sobre los trabajos que se hacen y mejorar las relaciones entre los requerimientos del cliente y las alternativas de soluciones que se presenta.

Este trabajo de investigación gira en torno a la ideación como factor de fortalecimiento del pensamiento de diseño y además analiza como el proceso de ideación se ve impactado por la estructura de los problemas de diseño, para aportar a las soluciones propuestas dentro de las

empresas creativas en la ciudad de Bogotá. Viendo el fortalecimiento del pensamiento de diseño hacia el proceso de diseñar (Cross, N. 2011), orientado a la solución de problemas (Lawson, 1979) que busquen proponer soluciones innovadoras (Lindberg, et al.,2010)).

Comprender el pensamiento de diseño junto con las características que tiene un diseñador para proponer ideas de soluciones, permite deducir porque se desecha una idea y las oportunidades que se pierden al desechar estas soluciones. Ya que al generar procesos de diseño a través de las ideas rechazadas se crea un esquema complementario para la resolución de problemas

Establecido esto, y en concordancia con la pregunta que da inicio a este trabajo de investigación — *¿Cuál es el impacto en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, cuando se varia la estructura del problema?* — se propone acá un acercamiento a las características que adopta el diseño para idear soluciones de los problemas propios del diseño usando la experiencia, intuición y habilidades de los diseñadores como fuente de exploración de esas soluciones y la relación con la manera en que los diseñadores se plantean el problema a resolver.

Adicionalmente, esas características que adopta el diseño para plantear un problema a resolver pueden verse afectadas por los procesos mentales del diseñador y ser influenciados por cualquier sesgo cognitivo y obsesión de diseño que este arraigado en su forma de pensar. Por eso es que esta investigación busca encontrar metodologías de ideación que le permitan al diseñador ser consiente de su forma de pensamiento y se obligue a plantear diferentes alternativas de soluciones.

Pero explorar nuevas alternativas de soluciones no es suficiente, estas alternativas deben ser detalladas, deber explicar como resolver un problema de diseño, porque una idea no es lo

mismo que una solución, ya que deben considerarse diferentes aspectos como la viabilidad y el grado de satisfacción de los requerimientos del problema propuesto. De esta forma este trabajo de investigación busca explorar una alternativa que le permita al diseñador estructurar de manera consiente y por sus propios medios un problema de diseño para proponer soluciones.

Como investigador, es el interés de esta investigación comprender las diversas formas en que el diseño puede explorar soluciones únicas y novedosas a los problemas a los que se enfrenta. Así, al comprender la naturaleza del pensamiento de diseño, caracterizar el proceso de estructuración de problemas de diseño y la exploración del espacio de la solución, poder proponer metodologías de investigación y producción que beneficien al diseño.

Lo anterior plantea una oportunidad de intervención dentro de la agencia de diseño, debido a que es posible buscar una forma de reinterpretar los problemas de diseño para aumentar la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño y de esa forma también aumentar la eficiencia del proceso de ideación dentro de la agencia al proponer ideas variadas que exploran otras alternativas de soluciones que puede resolver el problema de diseño de una forma más satisfactoria.

*“La falta de información en los estados iniciales, los objetivos y las funciones de transformación requerirá una estructuración extensa del problema antes de que pueda comenzar la solución del problema.” (Goel & Pirolli, 1992).*

## 2 Marco teórico

### 2.1 Orientación

El diseño es una tarea por excelencia cognitiva, es fundamentalmente mental, representativo y una firma de la inteligencia humana (Goel & Pirolli, 1992). Caracterizar al diseño es una tarea que requiere definirlo como una disciplina, un campo profesional y una capacidad humana (Toro, 2016). Este trabajo se orienta el diseño hacia la capacidad humana, entendiendo la capacidad humana como el conjunto de recursos y aptitudes que posee un individuo para desempeñar una tarea (Razzouk & Shute, 2012). Esta orientación se da debido a la relación que existe en la pregunta de investigación, entre la capacidad de un individuo para enfrentarse a una situación problema y su capacidad para proponer una solución.

#### 2.1.1 Diferencias entre un diseñador Junior y un Senior

En el ámbito laboral, dentro de las industrias creativas, la manera como se incorporan los diseñadores se determina por la experiencia en el ámbito del diseño y la formación en diseño, aunque los dos aspectos anteriores configuran el perfil del diseñador y sus responsabilidades frente a los proyectos de diseño, puede darse en el ámbito laboral, diferentes roles en el desarrollo de propuestas creativas categorizadas de la siguiente manera (Tabla 2-1).

	<i>Júnior</i>	<i>Semi Sénior</i>	<i>Sénior</i>
<i>Experiencia Laboral</i>	Menos de 2 años de experiencia profesional.	Desde 2 años hasta 6 años de experiencia.	Más de 6 años de experiencia laboral dentro del campo del diseño.
<i>Conocimientos técnicos</i>	Para desenvolverse en su trabajo probablemente necesite supervisión por parte de un miembro del equipo.	Puede desenvolverse perfectamente en su puesto de trabajo, es completamente autónomo, pero aún puede cometer errores.	Es un referente dentro del equipo de trabajo y normalmente auxiliará a otros colegas.

<i>Conocimientos funcionales</i>	Requiere guía en el trabajo.	Requiere guía en el trabajo.	Implanta las metodologías y los estándares en el desarrollo de proyectos.
<i>Factores determinantes</i>	Su calidad de trabajo es media-baja, y su capacidad de innovación dentro de la empresa puede ser inexistente.	La calidad y la productividad son medias y su innovación puede ser reducida.	Tanto la calidad de su trabajo, su productividad y su capacidad de innovación son altas.
<i>Responsabilidades</i>	Desarrolla los proyectos de diseño que se le plantean.	Es el apoyo de los diseñadores senior. Aprende de la experiencia del diseñador senior y acompaña a los diseñadores junior en su trabajo.	Es el encargado del equipo de diseño y como tal es la persona que interpreta el problema a resolver, lo socializa con los otros diseñadores y lo asigna
<i>Dimensión proyectual</i>	Necesita frecuentemente que le definan su trabajo. Está a la espera del siguiente proyecto. Depende de otros para avanzar en sus tareas.	Pide nuevas asignaciones cuanto tiene tiempo disponible y es autosuficiente para llevar gran parte de sus tareas.	Además de recibir los requerimientos, busca y genera nuevas oportunidades de diseño. En muchas ocasiones es él que aporta nuevas y novedosas iniciativas a los clientes.
<i>Respuestas bajo presión</i>	Frente a dificultades en el proyecto de diseño se puede bloquear, angustiarse, confundir o estresarse.	Frente a dificultades en el proyecto de diseño, se defiende, mantiene su distancia, se resigna o puede llegar a enojarse.	Se compromete y se hace cargo de la situación, supera los problemas pese a las dificultades, no se ofusca.
<i>Habilidad de comunicación</i>	Puede tener dificultades para transmitir sus ideas con claridad. No logra arribar a conclusiones concretas. No siempre sabe interactuar con otras personas de forma colaborativa y profesional.	Se hace entender pero no logra ganarse la simpatía ni despertar la vocación de sus colaboradores para acompañarlo en sus sugerencias. Escucha otros puntos de vista, pero sigue intentando que sean sus ideas (buenas y malas) las que prevalecen.	Es bueno comunicando, pero principalmente escuchando. Puede participar en decisiones de alto nivel y colaborar si es necesario en actividades más operativas privilegiando el resultado y la calidad de las relaciones por sobre su autoría en las ideas.

*Tabla 2-1. Categorización de los diseñadores en las industrias creativas. Fuente: Elaboración propia a partir de lo propuesto por Dziobczenski & Person (2017).*

Los diseñadores sénior manifiestan su capacidad de trabajo diseñando la información, determinan si es más importante conducir a los usuarios paso a paso por un proceso o darle accesos a todo a la vez, comprendiendo la naturaleza de la cantidad de información que se le cuenta o se le pide al usuario (Cross, 2004). Estos diseñadores verbalizan las ideas que viven de

forma abstracta en su cabeza, y las explican a través del proceso de diseño (Dziobczenski & Person, 2017).

## **2.2 El proceso de diseño**

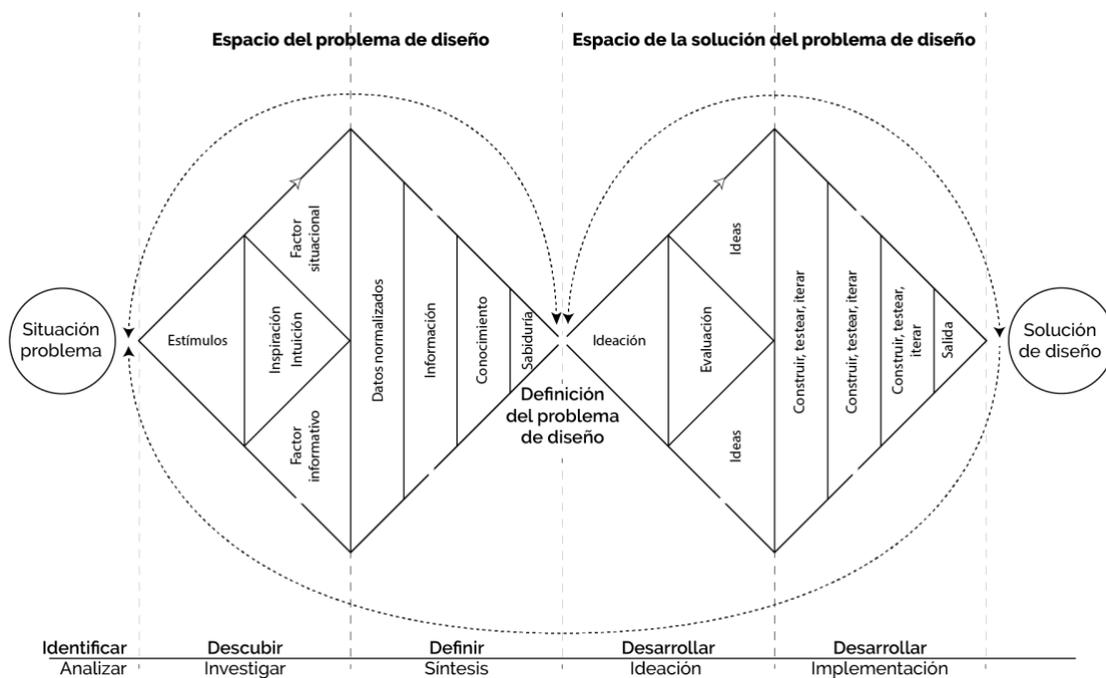
Cada vez que un diseñador se enfrena a una situación cualquiera, ve con los ojos del diseño lo que otros profesionales con otros ojos no ven, ve el uso estético, formal, como parte de la ergonomía, las relaciones sociales, las relaciones culturales y a su vez adquiere una actitud para resolver los problemas de diseño a través de los ojos del diseñador, esta forma de ver el mundo es considerada como el pensamiento de diseño (Visser, 2006). Un aspecto del pensamiento de diseño es el actuar del diseñador o el proceso de diseño.

El proceso de diseño se divide en dos fases distintas: La definición del problema y la solución del problema. Se entiende la definición del problema como la secuencia analítica en la que el diseñador determina todos los elementos del problema y especifica todos los requisitos que debe tener una solución de diseño exitosa. La solución del problema es una secuencia sintética en la que los diversos requisitos se combinan y se equilibran entre sí, dando como resultado un plan final para llevar a producción. (Buchanan, 1992).

La pregunta de investigación de este trabajo parte de la relación que existe entre la estructuración del problema de diseño y la exploración de la solución, es decir que la pregunta de investigación abarca todo el proceso de diseño.

Existen diferentes modelos para visualizar el proceso de diseño como el ciclo básico de diseño (Roozenburg & Eekels, 1995), el modelo de proceso de diseño en V (VDI, 2004), el modelo de proceso genérico hiper cíclico (Hugentober et al. 2004), el modelo procedural de Múnich (Lindemann, 2009), y el doble diamante (Design Council, 2019), entre otros (Frog, 2014; IDEO, 2013).

Desde la idea del pensamiento de diseño, se puede caracterizar el proceso de diseño, distinguiendo el espacio del problema de diseño, del espacio de la solución del problema de diseño (Ilustración 2-1), en dos espacios de trabajos diferenciados, únicos e interconectados. Esta caracterización permite observar que el proceso de diseño no es un proceso lineal, es proceso cíclico en el cual el diseñador propone soluciones e interactuar con ellas hacia adelante y hacia atrás, para definir y redefinir el problema, en una búsqueda constante por una mejor solución (Design Council, 2019).



*Ilustración 2-1. El proceso de diseño. Fuente: Elaboración propia basado en el modelo del doble diamante propuesto por el Design Council (2019).*

En consecuencia, todo problema de diseño inicia en el marco de una situación problema ya identificada, esta situación se descubre e investiga a través de una estrategia de pensamiento divergente o lateral (Bala, 2014) en donde se exploran diferentes problemáticas basadas en la situación problema. Una vez que la situación problema es centrada, el diseñador realiza una síntesis para definir el problema de diseño, en un ejercicio de pensamiento convergente o vertical

(Bala, 2014). La definición del problema ocurre en el espacio del problema de diseño y la solución del problema ocurre en el espacio de la solución.

### **2.2.1 Definición del problema de diseño**

El problema de diseño es la base del proceso de diseño, ya que el diseño no parte desde el proyecto sino desde el planteamiento de la situación problema o desde la necesidad del cliente, sea el cliente un individuo o una comunidad. Debido a esto es necesario que el diseñador defina y estructure todos los elementos del problema de diseño para iniciar el proceso de solución (Buchanan, 1992), sin embargo, la estructuración de un problema es influenciada por el modelo de pensamiento propio del diseñador, debido a esto la estructuración de un problema difiere de un diseñador a otro.

Para partir de un problema de diseño, es necesario identificar el estado inicial del problema, el estado objetivo del problema y la estrategia para transformar un estado al otro. El grado de identificación de esos estados y de la función de transformación, determina el grado de estructuración de un problema de diseño. Es decir que la estructuración de un problema es el proceso en el que se reúne toda la información conocida, se comprende el problema a través de las relaciones entre las variables contempladas por la persona que resuelve el problema, para disminuir la información faltante y usar su conocimiento para construir el espacio del problema (Goel & Pirolli, 1992).

En este orden de ideas, el problema de diseño se mueve entre dos límites de estructuración, los problemas con un bajo nivel de estructura o débilmente estructurados y los problemas con un alto nivel de estructura o bien estructurado (Simon, 1973). Se parte entonces de la premisa que, si la persona que va a solucionar el problema puede identificar claramente el estado inicial del problema, el estado objetivo y como pasar de un estado a otro, el problema se

considera bien estructurado, si por el contrario, si la solución de un problema requiere que se esfuerce en aprender o en redefinir el problema, para poder identificar cualquiera de las tres condiciones anteriores, el un problema con un bajo nivel de estructuración.

Los problemas de diseño que requiera algún grado de creatividad para su solución se definen como problemas de bajo nivel de estructuración o problemas mal estructurados (Taylor, 1974). Es decir, estos problemas inicialmente tienen un grado de incertidumbre o ambigüedad en la especificación de su estado inicial, estado final o la forma de pasar del estado inicial al estado final (Reitman, 1964; Goel, 1992).

El considerar un problema como débilmente estructurado, parte en la capacidad del diseñador en tanto puede cambiar la definición del problema para obtener nuevas miradas sobre la situación problemática (Dorst & Cross, 2001). La estructura del problema se caracteriza por una fuerte definición semántica del enunciado, con claros límites en el alcance de solución a la necesidad manifiesta, un problema fuertemente estructurado lleva a una única solución, en tal sentido desestructurar un problema abre la oportunidad de alcanzar diferentes soluciones o respuestas a las situación o necesidad manifestada (Dorst, 2006).

En este orden de ideas y con relación a la estructura del problema de diseño, la estructuración o desestructuración de un problema proporciona oportunidades de diseño, que pueden o no terminar una solución adecuada (Simon, 1973). Y es la capacidad del diseñador para cambiar la definición del problema y obtener nuevas miradas sobre la situación problemática la que da paso a esa oportunidad.

La definición y estructuración de los problemas débilmente estructurados del diseño tiene una gran influencia en la resolución de los problemas que se planteen y exige un nivel considerable de la capacidad del ser humano para diseñar (Cross, 1984). No existe una manera

correcta de para iniciar la solución de problemas débilmente estructurados, más bien, el inicio del problema se desarrolla de la mano de la solución y la información necesaria para entender el problema y depende de la capacidad que el diseñador tenga para resolverlo (Rittel & Webber, 1973; Buchanan, 1992). Siendo esto cierto para los problemas de diseño.

Los problemas de diseño y de no diseño derivan de tres fuentes comunes: La limitante de la persona que resuelve el problema, la complejidad del sistema y el orden del problema (Farrell & Hooker, 2013). Pero, los problemas de diseño se caracterizan por no estar completamente definidos y en consecuencia tener una estructuración con altos niveles de incertidumbre en su enunciación semántica, esta es la principal diferencia con problemas de no diseño, como por ejemplo un problema matemático, en donde su estructuración debe ser definida para poder resolverse. Esto da a entender, que la experticia del diseñador esta en la resolución de problemas con bajo nivel de estructuración.

En este sentido existe una diferencia en la representación mental inicial de los problemas de diseño entre los diseñadores junior y los diseñadores senior, ya que ambos presentan formas de exploración mental del problema y lo representa de maneras distintas (Björklund, 2013). Esta diferencia entre el método de pensamiento de un diseñador senior y un diseñador junior es la base para la selección de la población de este trabajo de investigación, la cual puede verse en el siguiente capítulo.

La representación mental de la estructura del espacio de los problemas de diseño involucra cuatro aspectos: 1. Una exploración y descomposición del problema (análisis), 2. Una identificación de interconexiones entre los componentes, 3. La solución de los subproblemas en aislamiento y 4. La combinación (tomando en cuenta las interconexiones) de las soluciones

parciales en la solución del problema (síntesis) (Goel & Pirolli, 1992), en donde se hace una relación sistémica entre el todo y las partes.

La naturaleza de la estructura de los problemas de diseño se puede describir como “débilmente estructurada” o incluso como “perversa” (Cross, 1984), esto es así porque los problemas de diseño tienen a ser abiertos o dicho de otro modo tienden a ser “indeterminados” (Dorst, 2004) ya que el proceso de razonamiento para resolverlo es no deductivo, al no existir un patrón de razonamiento que conecte las necesidades, requerimientos e intenciones que le da forma a una solución (Dorst, 2003).

La estructura de un problema de diseño es determinada por el cambio de la **diversidad** y la **complejidad** del problema (Tabla 2-2). La **complejidad** es cuando una persona conoce o no conoce el problema y su solución, ya sea porque se son muchos datos y variables para manejar o no tiene la información y el conocimiento para enfrentarse a esa situación problema. (Suoheimo, 2020). Es decir, como se entiende el estado inicial del problema y el estado final del problema (Goel & Pirolli, 1992). La **diversidad** del problema es cuando aumenta el número de grupos interesados en la solución, especialmente cuando cada uno de esos grupos tiene un concepto diferente de cual debe ser la solución (Suoheimo, 2020).

Diversidad	1. Un solo grupo interesado que comparte la misma opción o meta	2. Múltiples grupos interesados en el cual cada uno tiene algo de información relevante	3. Múltiples grupos interesados, con valores o intereses conflictivos
Complejidad			
A. Tanto el problema como la solución son conocidos	1. Problema simple	2. Problema comunicativamente complejo	3. Problema políticamente complejo
B. El problema es conocido pero la solución no es conocida. (la relación entre la causa y el efecto no es clara)	4. Problema analíticamente complejo	5. Problema complejo	6. Problema turbulentamente político
C. Ni el problema ni la solución son conocidas	7. Problema cognitivamente complejo	8. Problema conceptualmente contencioso	9. Problema muy perverso

Tabla 2-2. Tipología de los problemas. El color verde son problemas tipo 1, el naranja problemas tipo 2 y el rojo problemas tipo 3. Fuente: Elaboración propia a partir de lo propuesto por Head & Alford (2008).

Al variar la diversidad y la complejidad del problema de diseño es posible cambiar la estructura de este y clasificarla en tres tipos de tipología (Head & Alford, 2008; Head & Alford, 2015). Los problemas tipo 1 son problemas muy estructurados, en donde la definición del problema y la solución del problema son conocidos por la persona que va a resolver el problema (Schraw et al., 1995). Los problemas de tipo 2 son situaciones de problemas donde no existe una definición ni una solución clara. Estos son problemas débilmente estructurados (Kale & Akcaoglu, 2020). Los problemas tipo 3 son de naturaleza “perversa” (Buchanan, 1992), en donde no existe una definición ni una solución clara y además existen varias personas interesadas en resolver el problema, pero todos tienen intereses y metas distintas (Head & Alford, 2008).

Uno de los aspectos a mencionar es que la variación en la complejidad de un problema de diseño está dado por la información y el conocimiento que posee la persona que está resolviendo el problema, es decir que, dependiendo de la experiencia y el nivel de formación del individuo el problema puede interpretarse como simple o complejo, lo cual determina el grado de

estructuración del problema (Hoppe, 2018) y repercute en el proceso de diseño al entrar a la fase de solución del problema.

Basado en esto se puede entender entonces que el cambio en la diversidad y la complejidad de un problema de diseño se da por la interpretación y percepción de la persona que se enfrenta al problema a resolver (Tabla 2-3). En el grado más alto de complejidad y de diversidad donde se trabaja con profesionales de diferentes áreas de conocimiento y con la comunidad, en donde todos tienen diferentes características sociales y culturales, se habla de problemas de diseño. A medida que se analiza el problema de diseño se busca reducir la complejidad del problema y la diversidad al intentar resolverlo con profesionales de diferentes áreas de conocimiento para encontrar una oportunidad de diseño. Y esta oportunidad de diseño se transforma en un proyecto de diseño que pueda responder al problema de diseño planteado.

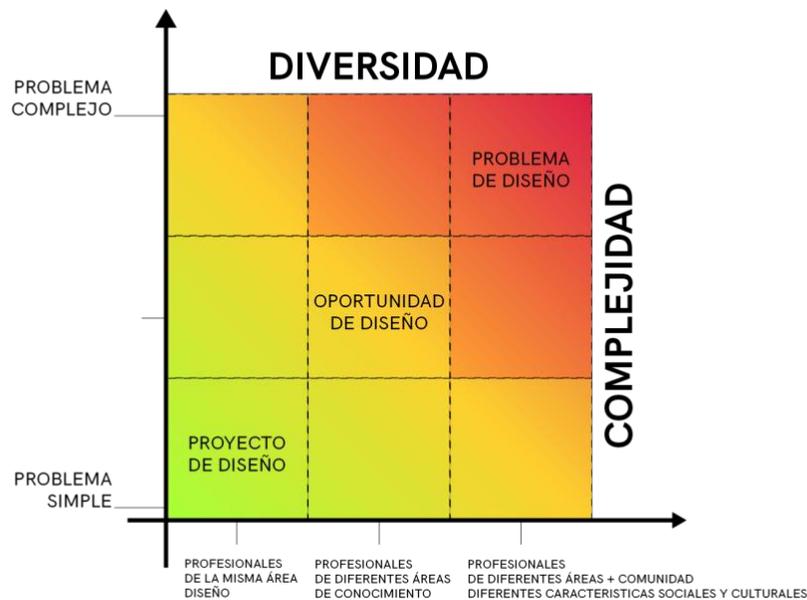


Tabla 2-3. Complejidad y diversidad en el problema de diseño. Si la complejidad y la diversidad es muy alta es un problema de diseño y a medida que se reduce la complejidad y la diversidad se convierte en un proyecto de diseño.

Fuente: Elaboración propia.

### **2.2.2 Solución del problema de diseño**

La solución de problemas de diseño se refiere al proceso global y no a un paso en particular que lleva a esa solución (Visser, 2006). Este proceso involucra todas las actividades que conducen desde una especificación de problema a su solución o soluciones. Se lleva a cabo a través de una gran cantidad de pequeños pasos, que van desde la identificación del problema a través de diferentes intentos hasta la solución del problema o el abandono del problema (Gilhooly, 1989).

Solucionar un problema de diseño o al menos alcanzar el estado meta deseado, requiere que las personas que van a solucionar el problema entiendan el problema en el sentido de identificar el estado inicial del problema, el estado meta del problema y como pasar de un estado a otro, para desarrollar un plan, implementarlo y evaluar la efectividad, deseabilidad, funcionalidad, factibilidad y viabilidad de la solución propuesta (Kale & Akcaoglu, 2020). No solamente es necesario entender el problema, sino se requiere estar motivado para solucionar el problema, esto da paso a las habilidades metacognitivas para seleccionar y aplicar las habilidades cognitivas correctas y necesarias para presentar una solución (Mayer, 1989).

Con el problema de diseño definido se inicia la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. La solución del problema de diseño consta de dos fases, la primera, la exploración del espacio de la solución del problema de diseño a través del proceso de ideación, en donde se proponen tantas ideas como sean posibles ya que estas influyen en la calidad del proceso para encontrar una solución adecuada al problema. La segunda fase la implementación o desarrollo, en donde las ideas propuestas en la fase anterior son evaluadas y prototipadas, en un proceso iterativo hasta que se propone una solución final (Goel, 2014).

Es importante aclarar que, aunque los párrafos anteriores mencionan una serie de pasos para solucionar un problema de diseño, el pensamiento de diseño es un proceso no lineal (Brown, 2008) y por lo tanto es posible iniciar a solucionar el problema desde cualquier punto del proceso expuesto en el doble diamante (ilustración 2-1). Adicionalmente, la solución propuesta no es el final del problema ya que esta puede convertirse en la situación problema de una nueva iteración del proceso, porque siempre es posible plantear algo nuevo y mejor (Howard et al., 2008).

Para concluir, el espacio de la solución del problema de diseño consta de dos fases: la ideación y la implementación. La exploración del espacio de la solución del problema de diseño se realiza en la fase de ideación. Y en la fase de implementación se realiza el análisis de viabilidad de cada idea propuesta para seleccionar la idea que puede solucionar el problema. Al estar este trabajo interesado en el impacto de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño al variar la estructura del problema, se centra en la fase de ideación debido a que es la que se impacta cuando se produce la variación, así que al mencionar la ideación o la exploración del espacio de la solución se está hablando de lo mismo.

### **2.2.2.1 La ideación**

El valor de la ideación en el proceso de solución de problemas tiene que ver con la manera como los diseñadores se enfrentan a un nuevo problema, usualmente se enfrentan a situaciones en las que no está definido el punto de inicio o el de llegada, es decir situaciones en donde no se sabe por donde empezar o cómo dar solución a ese problema. Para ello es necesario suscitar una idea que sirva como base para el desarrollo de la solución. Una idea es una representación mental, es algo que se tiene en la cabeza y que se es capaz de comunicar a otras personas, pero que aún no se ha materializado ni es tangible. Las ideas deben seguir evolucionando para llegar a ser algo concreto y tangible, como un servicio o un producto, a esto se le llama ideación (Shah, Smith & Vargas-Hernandez, 2003). La ideación tiene como principio generar nuevas ideas y cuantas más,

mejor; ayudar a categorizar y evaluar esas ideas para dar solución al problema, es un ejercicio y cuanto más se entrene, más fácil resulta. La ideación es un proceso creativo de generación, desarrollo y comunicación de nuevas ideas, donde cada una de ellas es entendida como un elemento base del pensamiento que puede ser visual, concreto, o abstracto. La ideación comprende todas las etapas del ciclo de pensamiento, desde la inspiración, la innovación, el desarrollo y la actualización; puede ser realizada por individuos, organizaciones o grupos. Como tal, es una parte esencial del proceso de diseño (Girotra, Terwiesch, & Ulrich, 2010).

Los diseñadores son altamente influenciados por lo que los rodea en sus vidas diarias. Esta influencia puede ocurrir de manera sistemática, cuando los diseñadores buscan activamente por inspiración o incluso de forma inconsciente o por casualidad (Gonçalves, Cardoso, & Badke-Schaub, 2014). La inspiración es definida como el proceso de ser estimulado mentalmente por hacer algo o sentir algo, especialmente para hacer algo creativo (Wehmeier, 2000). En el diseño, la inspiración como proceso podría implicar tanto procedimientos más activos (búsqueda deliberada de información particular, a través de Internet o libros, por ejemplo) como procedimientos más pasivos (encuentro aleatorio de información relevante).

La generación de nuevas ideas es un proceso que se basa en el conocimiento individual, que cada persona construye a partir de situaciones existentes y usa independientemente de cuán novedoso e inexplorado sea un problema al que se enfrenta. De hecho, los mecanismos cognitivos subyacentes al proceso de diseño a menudo se consideran un tipo de razonamiento basado en precedentes (Gonçalves, Cardoso, & Badke-Schaub, 2014).

Trabajar en la fase de generación de ideas es un proceso constante de mejora, en que se busca que las personas puedan proponer mas ideas en menos tiempo. Para lograr este objetivo existen muchas estrategias de generación de ideas que buscan, recuperan y hacen uso de

estímulos particulares con fines inspiradores. Estas estrategias de generación de ideas pueden ser mas o menos elaboradas (Briede-Westermeyer & Pérez-Villalobos, 2017). Las estrategias de creatividad son una herramienta eficaz para la concepción de ideas y la búsqueda de soluciones frente a problemas variados (Briede-Westermeyer & Pérez-Villalobos, 2017), es decir que la creatividad influye en los procesos de ideación debido a que es la capacidad de una persona para generar nuevas ideas.

Diferentes autores (Tabla 2-4) han planteados aproximaciones a la manera en que se desarrolla la creatividad.

*Método Definición*

<i>Método</i>	<i>Definición</i>
<i>Lluvia de ideas</i>	Busca estimular la exploración de alternativas desde un pensamiento lateral, a través de un contexto relajado en el que un grupo de personas exterioriza sus ideas sin juicios y críticas (Hernandis & Cabello, 2006).
<i>Analogía</i>	Corresponde a la búsqueda de alternativas mediante la observación de aplicaciones con similitudes definidas como respuestas satisfactorias en otros casos, teniendo, por lo tanto, al menos una característica en común con el producto que se desea diseñar (Hernandis & Cabello, 2006).
<i>Delphi</i>	Busca consultar el conocimiento de expertos para el estudio de factores del entorno socio-económico y las tendencias del mercado que surgen de sus interacciones, de modo tal de establecer estrategias adecuadas previo al lanzamiento de nuevos productos (Hernandis & Cabello, 2006).
<i>Análisis morfológico</i>	Tiene como fin identificar todas las posibles relaciones contenidas en un problema complejo, mediante el análisis de sus partes en una matriz que relaciona atributos y variables de trabajo para obtener resultados compuestos (Hernandis & Cabello, 2006).
<i>SCAMPER</i>	Permite generar ideas desde la premisa de mejorar los existentes, a partir de una lista de verificación con acciones basadas en siete heurísticas generales que sugieren cambios a un

	<p>producto: sustituir, combinar, adaptar, modificar, dar otros usos, eliminar y reorganizar/ invertir. Sin embargo, este método no entrega una guía específica al diseñador respecto de cómo o cuándo aplicar dichas verificaciones a un problema (Hernandis &amp; Cabello, 2006; Yilmaz, Seifert, &amp; Gonzalez, 2010).</p>
TRIZ	<p>Estrategia que considera individualmente cada una de las partes de un problema y define soluciones globales que pueden derivar de la adecuación de soluciones de otros ámbitos a un caso específico. Es una técnica conocida como la teoría de la ‘resolución inventiva de problemas’ (Hernandis &amp; Cabello, 2006; Altshuller, 1984; Yilmaz et al., 2016).</p>
Kano	<p>Estrategia que permite analizar exhaustivamente las demandas de los usuarios y, como consecuencia, obtener un modelo de requerimientos para el diseño de productos en concordancia con diferentes usuarios (Liao et al., 2015).</p>
Los seis sombreros para pensar	<p>Es una estrategia que parte de la base de que los seres humanos cuando piensa, normalmente lo hacen siempre desde una perspectiva determinada y que esta dentro de las seis que se difieren. Los seis sombreros son: Blanco – información, Negro – precaución, Azul – gestión, Rojo – sentimientos, Verde – creatividad, y Amarillo – Optimismo (Bono &amp; Diéguez, 1985).</p>

Tabla 2-4. Estrategias de creatividad. Fuente: Briede-Westermeyer & Pérez-Villalobos, 2017.

En general las diferentes posturas teóricas sobre el manejo de la creatividad parten del hecho que la persona ha definido el problema y entra en el proceso de ideación con el problema ya acotado para darle solución al problema. Dado que este trabajo de investigación pretende explorar la capacidad de ideación cuando se modifica conscientemente la estructura del problema y las relaciones entre las situaciones problema, el problema y los procesos de ideación para conseguir una mayor exploración del espacio de la solución del problema e identificar el nivel de impacto que tiene esa variación de la estructura del problema en el proceso de ideación, es necesario distanciarse ligeramente del proceso creativo como lo consideran estos autores (tabla 2-4) y trabajar desde las relaciones establecidas entre la situación problema y la posible solución en

el sentido de lograr unos ciclos recurrentes entre la situación problema y el planteamiento del problema cambiando la estructuración para obtener mayores niveles de ideación.

Las estrategias de generación de ideas buscan aumentar el número de ideas propuestas. Para la mayoría de los desafíos de innovación, una organización preferiría 99 malas ideas y 1 idea sobresaliente a 100 simplemente buenas ideas (Girotra, Terwiesch, & Ulrich, 2010). La mayoría de las ideas son adaptaciones o variaciones de una idea existente, es decir que una idea puede ser original, adaptada o variante (Peeters et al., 2010). Una *idea original*, es una idea que es capaz de generar una solución de un problema usando combinaciones novedosas de principios de soluciones previos. Una *idea adaptada*, es una idea en la que su principio de solución permanece igual, pero la forma cambia para adaptarse a nuevos requerimientos del problema de diseño. Una idea variante, es una idea en la que solo el tamaño, el ajuste de las partes y la forma de la unión de la solución varían dentro de los límites propuestos por soluciones anteriores, por último, se puede hablar de los *detalles de las ideas variantes*, las cuales son ideas que solo aportan al desarrollo de una idea variante, profundizándola en forma más no en fondo (Peeters et al., 2010).

Es decir que una buena idea debe generar un valor, debe ser efectiva, debe ser diferente o mejorar una idea existente (Foster & Corby, 2007). Las buenas ideas son una en donde la estructura tanto del problema como de la solución sean lo suficientemente diversas que puedan llevar a la innovación (Dix et al., 2006).

#### 2.2.2.1.1 Valoración de la ideación

Determinar lo buena o mala que es una idea, solo es posible valorando el conjunto de las ideas propuestas. Desde el punto de vista de la creatividad un conjunto de ideas se puede evaluar desde cuatro elementos distintos: la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y la elaboración. La *Fluidez* es la cantidad de ideas interpretables, significativas y relevantes generadas en respuesta a

un estímulo. La *flexibilidad* es número de diferentes variedades de categorías de respuestas relevantes. La *originalidad* es la novedad de lo diferente y fuera de lo común de una idea. Y la *elaboración* es la cantidad de detalles y de desarrollo en una respuesta (Torrance, 1966). Este punto de vista analiza la habilidad de la persona para proponer ideas de soluciones.

Pero adicionalmente, desde el punto de vista de la ingeniería, las ideas se pueden evaluar desde otros cuatro elementos: La cantidad, la variedad, la novedad y la calidad. La *cantidad* es el número total de ideas generadas por un individuo durante un período de tiempo designado. La *variedad* distingue la similitud entre las ideas generadas. La *novedad* es la medida de que tan inusual o inesperada es una idea comparada con otras ideas del mismo problema de diseño. Y la *calidad* se refiere a la calidad de la exploración del espacio de solución del problema de diseño (Shah, Smith, & Vargas-Hernandez, 2003). Este punto de vista analiza si el grupo de ideas propuestas cumplen con los requerimientos de el problema propuesto y si resuelven el problema planteado ya sea completa o parcialmente.

Se puede entonces inferir que existe una relación entre la valoración de ideas desde el punto de vista de la creatividad y de la ingeniería, ya que los elementos que propone cada forma de valoración pueden corresponder entre sí, de esta forma la *cantidad* y la *fluidez* son términos relacionados, al igual que la *variedad* y la *flexibilidad*, la *novedad* y la *originalidad* y por último, la *calidad* y la *elaboración*. De esta forma los métodos de valoración de la ingeniería pueden utilizarse para medir la creatividad. Debe considerarse si la idea es deseable por las personas que están involucradas en la solución del problema, si existen los recursos necesarios para poner en curso la idea, si la tecnología permite la factibilidad de la idea y la interacción de la idea con los demás elementos presentes en el ambiente en el cual está inmersa la solución, sin embargo, estas consideraciones no son tomadas en cuenta dentro de el desarrollo de este trabajo de

investigación ya que no hacen parte de la fase de ideación sino de la fase de estructuración del proyecto para su implementación.

Basado en lo anterior, la *cantidad* y la *fluidez* se pueden valorar contando el numero de ideas propuestas.

La *variedad* y la *flexibilidad* se pueden valorar con la ecuación 2-1. Donde  $v$  es el valor de la variedad,  $m$  es el numero de alternativas de soluciones,  $f_j$  es el valor para el nivel jerárquico de  $k$  (cuyo puntaje es de 10, 5, 2 y 1 para los cuatro niveles de novedad sugeridos por Nelson et al (2009)),  $b_k$  es el numero de ramificaciones en el nivel jerárquico de  $k$ , y  $N$  es el numero total de ideas del árbol de ideas. El termino dentro del paréntesis es el puntaje de la diferenciación al nivel de novedad que se este analizando,  $d_l$  es el numero de diferenciaciones en el nodo  $l$  (uno menos que el número de ramificaciones que emanan del nodo  $l$ ), y  $1$  es sustraído de  $N$  para preservar la normalización de 0 a 10, ya que el numero máximo de diferenciaciones es uno menos que el numero de ideas.

$$v = \sum_{j=1}^m f_j \left( s_1(b_1 - 1) + \left( \sum_{k=2}^4 s_k \sum_{l=1}^{b_k} d_l \right) \right)$$

*Ecuación 2-1. Formula para calcular la variedad. Fuente: Nelson et al (2009).*

La *novedad* y la *originalidad* se pueda valorar con la ecuación 2-2. Donde  $S$  es el valor de la novedad de cada una de las ideas del conjunto de ideas.  $T_{jk}$  es el número total de ideas producidas para la función  $J$  y el estado  $k$ ; y  $C_{jk}$  es indicador de la idea actual dentro del grupo de ideas. Esta ecuación se multiplica por 10 para normalizar la expresión.

$$S_{Njk} = \frac{T_{kj} - C_{jk}}{T_{jk}} \times 10$$

*Ecuación 2-2. Formula para calcular la novedad. Fuente: Peeters et al (2010).*

Y la calidad y la *elaboración* se pueda valorar con la ecuación 2-3. Donde  $DQS$  es la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño, y  $\bar{n}_j$  es el promedio de la novedad de las ideas del grupo de ideas y  $S_k$  es la variedad del grupo de ideas.

$$DQS = \sum_{j=1}^m f_j \bar{n}_j \sum_{k=1}^4 s_k (b_k - 1)$$

*Ecuación 2-3. Formula para calcular la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño.*

*Fuente: Verhaegen, et al (2013).*

Orientar la valorización de la ideación desde esta óptica permite comparar diferentes grupos de ideas en diferentes espacios de trabajo en donde los diseñadores planten propuestas que sean tanto de carácter exploratorio de modo que se tengan ideas con altos niveles de fluidez, flexibilidad y originalidad, y también sean propuestas de carácter profundizador para que las ideas propuestas sean elaboradas (Dacey, 1989).

Sin embargo, la valoración de las ideas también debe tomar en cuenta cuando estas pueden encontrarse afectadas por el método de pensamiento de cada diseñador, es decir por su forma de pensar, metodologías, creencias y sesgos.

#### 2.2.2.1.2 *Los sesgos de la ideación*

Los sesgos cognitivos son efectos psicológicos que causan una alteración en el procesamiento de la información captada por los sentidos, lo que genera una distorsión, afecta la percepción del problema y un juicio de valor de este; puede generar un juicio precipitado, una interpretación incoherente o ilógica sobre el fundamento de la información que se dispone (de Kohan, 2008). Se puede entender el sesgo cognitivo como la predisposición que tiene una persona para filtrar la información que recibe, sin embargo, esto puede resultar más que en una dificultad para el proceso de ideación, en una oportunidad que redunde en la intuición.

El fenómeno de los sesgos cognitivos nace como una necesidad evolutiva para que el ser humano pueda emitir juicios inmediatos que emplea el cerebro para responder ágilmente ante determinados estímulos, problemas o situaciones, que por su complejidad resultaría imposible de procesar toda la información, y por lo tanto requiere de un filtrado selectivo o subjetivo. Es cierto que un sesgo cognitivo puede llevar a equivocaciones, pero en ciertos contextos permite decidir más rápido o tomar una decisión intuitiva cuando la inmediatez de la situación no permita un escrutinio racional (de Kohan, 2008).

El proceso cognitivo de la ideación requiere realizar ejercicios imaginativos, esta imaginación es guiada por categorías en el lenguaje y por la ausencia de varias inhibiciones, como el miedo a fallar, a ser ridiculizado en público, a perder el respeto dentro de la propia comunidad, al castigo por ofender una autoridad, un cliente, o un amigo. Estas inhibiciones son aprendidas, a menudo en la infancia temprana, por ejemplo, como respuesta al castigo recibido por intentar algo inesperado y, en consecuencia, no conformarse con lo que el mundo parece aceptar sobre cómo debe ser la respuesta correcta. Los niños no nacen con tales inhibiciones, pero a medida que se hacen adultos las van adquiriendo y estos podrían tener dificultades para darse cuenta de que las tienen una vez que se han propagado en sus vidas, porque cuando eso sucede se hace difícil ser receptivo a nuevas ideas, a re-conceptualizar el propio mundo y ver las posibilidades de las cuales el diseño depende (Krippendorff, 2006).

La ideación es la base para proponer soluciones a los problemas de diseño, pero a veces el diseñador desecha ideas sin siquiera evaluarlas. La experiencia de los diseñadores los prepara para encontrar las mejores respuestas posibles a los problemas de diseño, pero estos se ven afectados por lo que se denomina el *efecto einstellung* (Bilalić, McLeod & Gobet, 2008). El *efecto einstellung*, o de instalación, es un sesgo cognitivo por el cual una persona, cuando se enfrenta a un problema, utiliza muchas veces soluciones conocidas que le sirvieron en el pasado para solucionar otros

problemas y renuncia a explorar nuevas ideas alternativas (Luchins, 1942). Se refiere a un estado mental que predispone a solucionar un problema nuevo apoyándose en métodos que han sido efectivos en el pasado, en lugar de buscar una solución óptima para ese escenario en concreto, en ocasiones castigando el desempeño o afectando el resultado. Aunque casi siempre se termina resolviendo el problema, en el proceso se pudo haber perdido la oportunidad de que esta solución fuera más efectiva o rápida. En los problemas de diseño no existen buenas o malas soluciones solo soluciones que son mejores que otras (Buchanan, 1992).

En el diseño, el *efecto Einstellung* tiene relación con otro fenómeno conocido como la *fijación de diseño*, esto es cuando la primera idea no es la mejor, pero se caen en la obsesión de esa idea, especialmente cuando esa idea a funcionado antes. Se describe como la inhabilidad de resolver problemas de diseño al utilizar métodos familiares, ignorando alguno mejor, auto imponiéndose restricciones o limitando el espacio de la solución al generar variantes de idea que se acomoden a la solución al problema (Moreno, Yang, Hernández, Linsey & Wood, 2015). La fijación de diseño es un fenómeno que impacta negativamente el resultado del proceso de diseño, especialmente cuando ocurre durante la etapa de ideación.

### **2.3 El pensamiento de diseño**

Como ya se ha establecido anteriormente, el termino pensamiento de diseño se asocia desde diferentes aspectos del contexto y oficio del diseño. Es una manera de actuar procedimental y cognitiva, que relaciona los procesos de pensamiento divergente, convergente y abductivo. El pensamiento de diseño es una capacidad humana asociada a un esquema de solución a problemas de diseño. Una breve revisión bibliográfica y teórica (Tabla 2-5) puede dar una idea de esto y al mismo tiempo da cuenta de la importancia de esta capacidad humana (Johansson-Sköldberg, Woodilla & Çetinkaya, 2013).

En términos puntuales y relacionados con el motivo de este trabajo de investigación, puede citarse particularmente algunas aproximaciones que orientan las intenciones de este, en el sentido de que el pensamiento de diseño orienta desde la resolución de problemas: Con un modo de pensamiento abducido ya que parte desde la descripción del problema; tiene como propósitos resolver problemas indeterminados, utilizando una metodología aplicada que busca ajustar la solución al problema. El tipo de problema es indeterminado y el modo de trabajo es introspectivo y colaborativo. (Schon & DeSanctis, 1986; Buchanan, 1992; Cross, 2011).

<i>Fundador</i>	<i>Formación</i>	<i>Epistemología</i>	<i>Concepto central</i>
<i>Simon - 1969</i>	Economía y ciencia política	Racionalismo	La ciencia de lo artificial
<i>Schön - 1986</i>	Filosofía y música	Pragmatismo	Reflexión en acción
<i>Buchanan - 1992</i>	Historia del arte	Posmodernismo	Problemas complejos
<i>Lawson – 1979 &amp; Cross - 2004</i>	Diseño y arquitectura	Perspectiva desde la práctica	El conocimiento en el diseño
<i>Krippendorff- 2006</i>	Filosofía y semántica	Hermenéutica	Creación de significado
<i>Brown - 2008</i>	Diseño y creatividad	Pensamiento proyectivo	Innovación

*Tabla 2-5. El cambio de la definición del significado del pensamiento de diseño a través de los años. Fuente: Elaboración propia.*

Se llama pensamiento de diseño a las nuevas artes liberales de la cultura tecnológica y que apuntan hacia su potencial para integrar el conocimiento de las ciencias naturales, sociales y humanísticas en soluciones adecuadas a los problemas mal estructurados del diseño. Estos problemas de diseño mal estructurados son problemas del mundo real que reconocen la compleja

interdependencia de diversos factores y partes interesadas, en lugar de abstracciones simplistas y lineales de causa y efecto que aíslan el producto del diseño de su contexto (Buchanan, 1992).

El pensamiento de diseño utiliza diferentes estrategias cognitivas de razonamiento analógico, las cuales varían dependiendo de la experiencia del diseñador (Ozkan & Dogan, 2013). El razonamiento analógico es descrito como un proceso fundamental que está presente en otros procesos cognitivos (Hofstadter, 2001) como la solución de problemas y la creatividad (Ward, Patterson & Sifonis, 2004). El proceso del pensamiento de diseño es un proceso arraigado en la experiencia. Esta conceptualización enmarca el pensamiento de diseño como el resultado de la mente que funciona como una conexión entre el cerebro y el cuerpo con el mundo (Diethelm, 2019).

El pensamiento de diseño para la solución de problemas es también un acto creativo. (Dorst & Cross, 2001) la creatividad en el proceso de diseño es un acto de co-evolución (Maher et al., 1996) de la solución de problemas. El proceso de evolución en el mundo natural se ve impulsado por una reacción a una sorpresa, un cambio en el entorno, en lugar de un cambio gradual de un fenotipo y genotipo en una aproximación cada vez más cercana a un óptimo en la función de aptitud (Dorst & Cross, 2001).

El pensamiento de diseño es una actividad cognitiva implementada por los diseñadores durante su trabajo en tareas de diseño (Visser 2006). hace referencia a los procesos cognitivos, estratégicos, procedimentales y prácticos mediante los cuales se elaboran los conceptos relacionados con el diseño (propuestas de nuevos productos, edificios, máquinas, servicios, etc.), puede ser definido como el proceso analítico y creativo que embarca una persona al buscar oportunidades de crear, experimentar, prototipar modelos, recibir retroalimentación y rediseñar

(Razzouk & Shute, 2012). El pensamiento de diseño es un proceso tanto **cognitivo** (Simon 1973; Goel & Pirolli, 1992) como **procedimental** (Brown, 2008).

### **2.3.1 El componente procedimental del pensamiento de diseño**

El diseño como una actividad de resolución de problemas, pero en la que se dedica gran parte del esfuerzo a estructurar dichos problemas y solo una fracción a resolverlos (Simon, 1973).

Basado en lo anterior, el pensamiento de diseño abarca procesos tales como el análisis de contexto, la identificación de problemas y el encuadre, la creación de ideas y soluciones, el pensamiento creativo, el esbozo y el dibujo, la creación de prototipos, las pruebas y las evaluaciones (Cross, 2011). Las características principales del pensamiento de diseño incluyen la capacidad de: Resolver problemas débilmente estructurados o perversos, adoptar estrategias orientadas a la búsqueda de soluciones, usar el pensamiento lateral y vertical (Bala, 2014), y emplear métodos de modelado espacial o gráfico no verbales (Cross, 1984).

El componente procedimental del pensamiento de diseño se observa en la fase de planteamiento del problema del proceso de diseño. Debido a que este componente procedimental es fundamental para la estructuración de los problemas de diseño.

La capacidad del individuo diseñador y su experticia para resolver los problemas una vez son planteados y estructurados, o desestructurados según sea el caso, es parte del componente cognitivo del pensamiento de diseño.

### **2.3.2 El componente cognitivo del pensamiento de diseño**

El pensamiento de diseño representa tanto una forma de pensar como un proceso que fomenta el pensamiento creativo, se puede definir entonces el pensamiento de diseño como todo el proceso cognitivo por el que pasa la mente de una persona cuando realiza un diseño (Grammenos & Antona, 2018).

Siendo el componente cognitivo del pensamiento de diseño el motor para la resolución de problemas se interpreta dentro de la capacidad del diseñador tres aspectos fundamentales para proponer las soluciones de diseño de acuerdo con su experticia. Estas son la intuición, la experiencia y el manejo de la incertidumbre.

### **2.3.2.1 La intuición**

El primer aspecto de la experticia del diseñador es la intuición. La intuición es una función psicológica que trasfiere percepciones por vía inconsciente, que toma decisiones en la mente de manera rápida, automática, sin esfuerzo, de manera asociativa e implícita (Piaget, 1981). Para hacer uso de la intuición es necesario desarrollar una serie de atajos mentales y heurísticos para tomar juicios rápidos y discretos (Kahneman, 2012).

Esto permite a los diseñadores tomar decisiones inspiradoras con información incompleta (Durling, 1999). Se puede usar el conocimiento previo, incluso se puede pensar en que se entienden las causas involucradas, pero lo que realmente importa es la exploración individual: nuevas formas, nuevos materiales y especulaciones sobre la respuesta a los efectos resultantes. Esencialmente, esta exploración individual tiene sus propias dinámicas, involucrando intuición y espontaneidad, sin las cuales no hay diseño (Aish, 2005). Los diseñadores tienen la destreza de inferir algo irreflexivamente sin la necesidad de un razonamiento consciente, esta habilidad es llamada la intuición (Aish, 2005). En el contexto del diseño, esto se presenta como un impulso no racional que los obliga a seguir un camino en particular, a explorar una idea aparentemente incongruente o a formar una conclusión sorprendente. A medida que el diseñador gana experiencia, el pensamiento de diseño se inclina hacia la intuición (Claxton, 2000).

De lo anterior se puede decir que, las decisiones que se toman los diseñadores durante el pensamiento de diseño individual no son totalmente conscientes. Algunas decisiones se toman sin

darse cuenta de que se están tomando, son tan inconscientes como los reflejos (Claxton, 2000). El hecho de que una decisión sea tomada de forma consciente o inconsciente no implica que la respuesta sea incorrecta y que esta forma de proceder debe evitarse, las decisiones intuitivas pueden ser perfectamente validas y eficaces, pero es necesario garantizar que estas decisiones sean acertadas (Beyer & Holtzblatt, 1997).

### **2.3.2.2 La experiencia**

El segundo aspecto que tiene que ver con la experticia es la experiencia, la cual es un pilar en el desarrollo de las habilidades y capacidades del diseño, ya que tiene un papel importante en el individuo, durante su desarrollo cognitivo y las habilidades que desarrolla para solucionar problemas (Acero, 2015). Al asimilar nuevos conceptos, siendo estos conceptos derivados de nuevas experiencias, junto con conceptos que ya existen en su método de pensamiento, el diseñador va adquiriendo experiencia profesional (Novak, 1985).

La experticia en los diseñadores es adquirida a través de la experiencia (Cross, 2004). Esto es evidente en el tiempo y atención que un diseñador toma para definir un problema. Es decir que entre mas novato es un diseñador mas tiempo y atención requiere para definir un problema. La experiencia puede verse entonces en la capacidad que manifiesta un diseñador en el proceso de estructuración y formulación de un problema de diseño (Cross, 2004), sin embargo, los diseñadores expertos se enfocan hacia la solución y no hacia el problema, se supone que generar un amplio rango de soluciones es lo que se espera de los diseñadores expertos, pero esta no es una practica común entre ellos (Cross, 2004).

Esto se evidencia en los sesgos cognitivos, ya que la experiencia de los diseñadores al proponer ideas de soluciones que han funcionado en el pasado ocasiona que los diseñadores expertos propongan una idea de solución inicial, la cual consideran es la correcta, esto hace que

sea difícil de abandonar la idea de solución cuando se enfrentan a dificultades al momento el desarrollar la solución final (Cross, 2004).

### **2.3.2.3 La incertidumbre**

Como tercer aspecto, la incertidumbre se interpreta como la falta de información acerca de una condición ya sea presente o futura, es decir, cuando se desconoce el problema o la solución o como pasar de uno al otro (Hofer et al., 2002). La incertidumbre es así el producto de la ausencia de información, lo que infiere que en la incertidumbre existe un cierto grado de desconocimiento (Hlavacek et al., 2004).

La incertidumbre se puede entender como la falta de información que se tiene de un problema de diseño, es decir, entre menos información se tiene de un problema de diseño más incertidumbre genera (Ponds, 2004). Pero adicionalmente, la incertidumbre es necesaria para facilitar el pensamiento de diseño, la innovación y la creatividad, esto es porque no es posible hacer un diseño que sea perfectamente seguro, ya que, si se ignora la incertidumbre en el diseño, usualmente esto conduce un diseño poco consistente e inspirador (Wallerstein, 1998), la experiencia ayuda a reducir la incertidumbre.

La incertidumbre, junto con todos los aspectos considerados en el marco teórico permiten establecer un fundamento sobre el cual se puede responder a la pregunta de investigación y validar o refutar la hipótesis de este trabajo.

En síntesis, el problema de diseño puede variar su estructuración dando mayor oportunidad a la exploración del espacio del problema de diseño y a su vez generar habilidades y destrezas en el diseñador que permitan aumentar o disminuir su capacidad de ideación, esto le da mayor oportunidad al diseñador de establecer un amplio espectro de posibles soluciones de diseño y aprender de sus estrategias de solución de problemas para enfrentar nuevas situaciones

de diseño. Esta exploración es acumulativa, debido a que las ideas propuestas en los diferentes niveles de estructura son sumadas para garantizar la amplitud del número de propuestas de soluciones y por ende la amplitud en la calidad de la exploración, cabe aclarar que esta sumatoria no es necesariamente el aumento de la cantidad de diferentes ideas, sino en algunos casos también se puede dar una fusión de ideas o un replanteamiento de una idea basada en otra.

### 3 Diseño de la investigación

Este capítulo da la interpretación a la postura teórica que toma este trabajo de investigación para dar un plan de acción que permita responder la pregunta de investigación.

Antes de introducir el capítulo es necesario retomar algunos conceptos básicos mencionados en el capítulo anterior. Esto permite fundamentar las bases y analizar cual es el impacto en la exploración del espacio de solución de los problemas de diseño al variar la estructura del problema.

1. El diseño es una destreza omnipresente e importante de la actividad humana, no se limita solamente a las tareas de creación de artefactos tangibles como los carros, edificios o los artículos de consumo, sino que también cubre otros tan diversos como los artefactos intangibles, ejemplo de ellos pueden ser las leyes y el desarrollo de software (Razzouk & Shute, 2012).
2. El pensamiento de diseño es una actividad cognitiva implementada por los diseñadores durante su trabajo en tareas de diseño (Visser 2006), esta actividad cognitiva es un proceso analítico y creativo que embarca una persona al buscar oportunidades de crear, experimentar, prototipar modelos, recibir retroalimentación y rediseñar (Razzouk & Shute, 2012).
3. La solución de problemas de diseño se refiere al proceso global y no a un paso en particular que lleva a esa solución (Visser, 2006). Este proceso involucra todas las actividades que conducen desde una especificación de problema a su solución o soluciones. Se lleva a cabo a través de una gran cantidad de pequeños pasos, que van desde la identificación del problema a través de diferentes intentos hasta la solución del problema o el abandono del problema (Gilhooly, 1989).

4. Los problemas que tiene un bajo nivel de estructura o “débilmente estructurados”, requieren algún grado de creatividad para su solución (Taylor, 1974), debido a que estos problemas inicialmente tienen un grado de incertidumbre o ambigüedad en la especificación de su estado inicial, estado final o la forma de pasar del estado inicial al estado final (Goel & Pirolli, 1992).

Una vez mencionados los conceptos anteriores, para el diseño de la investigación se propone el plan de acción para responder a la pregunta de investigación. Se establecen las características de la población y su proceso de selección. Se fijan los parámetros del estudio en donde se introduce a la pregunta de investigación y la hipótesis, de esta manera se determinan y analizan las variables, se parametrizan los posibles datos a obtener que permitan responderlas. Se delimita el tipo de estudio de esta investigación, así como el diseño de los instrumentos, desde el planteamiento de estos instrumentos hasta el diseño metodológico para la prueba, ajuste y validación de estos; de este modo se establece la metodología de la prueba a realizar. Se establece la recolección de la información de la prueba y se determina el método de síntesis y análisis; se ejemplifica la presentación de los resultados. Este diseño de la investigación presenta la base de la prueba a implementar en el siguiente capítulo.

### **3.1 Caracterización de la población**

Los participantes de este estudio son trabajadores del área de diseño de una agencia digital la cual se dedica a la tercerización de procesos de diseño, esta empresa hace parte de las industrias creativas explicadas en el marco teórico.

La población de la agencia es en su gran mayoría joven, el 63% de la población son personas entre los 17 y los 30 años. El 61% son hombres, el 65 % son nuevos en la agencia debido a la expansión que ha tenido lugar en el último años. En cuanto a la conformación del área de

diseño 36 personas hacen parte del área de diseño de las cuales el 50% son diseñadores Junior, el 30% diseñadores Semi-senior y el 20% diseñadores Senior.

### **3.1.1 Selección de la población**

Para el desarrollo del trabajo de campo, se han seleccionado 18 integrantes del área de diseño relacionadas con la solución de problemas de diseño, entre los que se encuentra diseñadores cuyos perfiles representan a los diseñadores junior, semi-senior y senior, con diferentes grados de escolaridad y un rango amplio de años de experiencia laboral tanto en la agencia como en trabajos anteriores. No se toman en cuenta las demás áreas de la agencia debido a que en ellas su función no es la solución de problemas de diseño y su foco de trabajo esta encaminado en tareas administrativas u operacionales de otras áreas ajenas al diseño o a las industrias creativas.

## **3.2 Parámetros del estudio**

Para el diseño de la investigación se tiene como base de trabajo la pregunta de investigación en cuanto busca determinar el impacto en la calidad de la exploración del espacio de la solución al variar la estructura del problema de diseño y la hipótesis que pretende establecer la relación entre la estructura del problema y la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño.

### **3.2.1 Análisis de la pregunta de investigación y la hipótesis**

Como alcance e interpretación de la pregunta de investigación se parametriza en los términos presentados en la ilustración 3-1, así como también se precisa la hipótesis con el fin de definir las variables que representan esos términos claves, así como la metodóloga de medición de estas variables.

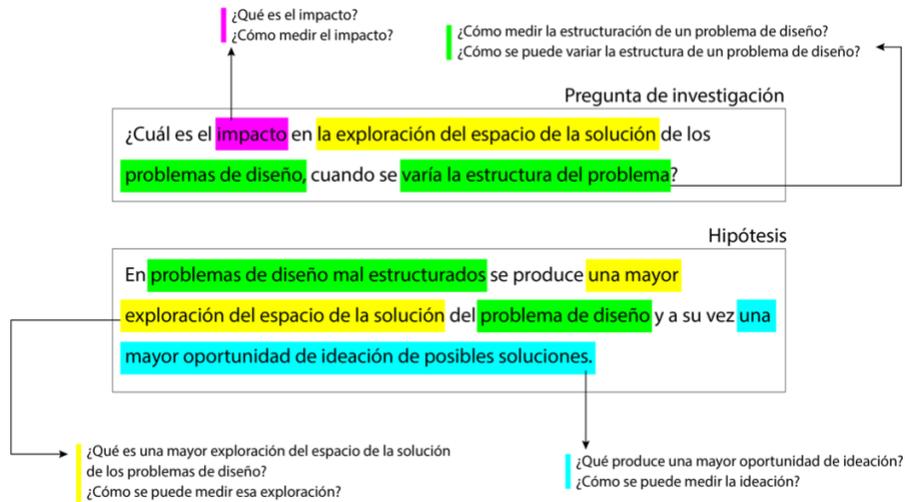


Ilustración 3-1. Desglose de la pregunta de investigación y la hipótesis. Los colores de los siguientes párrafos corresponden a los desgloses propuestos en esta ilustración. Fuente: Elaboración propia.

Dados los términos anteriores y la necesidad de establecer los indicadores para el alcance propuesto en la hipótesis, se entenderá que el **impacto** determina si existe una relación entre la **exploración del espacio de la solución** de los **problemas de diseño** y la **estructura del problema**, el impacto puede ser negativo o positivo, es decir, el cambio de la estructuración del problema puede ser beneficioso para la exploración o por contrario puede ocasionar un decremento en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño. Para medir el impacto se debe analizar la exploración de la solución de un problema estructurado y compararlo contra la exploración de un problema mal estructurado, la diferencia de ese análisis determina si el grado del impacto es positivo o negativo. Este análisis puede partir de un problema bien estructurado del cual se obtiene su espacio de solución y seguido se realiza una variación intencionada en la formulación que lleve a un problema mal estructurado, pero este mismo análisis se puede hacer en el sentido contrario y es estructurar un problema de diseño que sea mal estructurado desde su concepción y se comparan los dos resultados en el análisis.

Durante la solución de los problemas de diseño el proceso de solución puede dividirse en dos grandes espacios que llevan a la solución, el **espacio del problema de diseño** donde el problema es analizado, formulado y estructurado para encuadrar el problema de diseño y el **espacio de la solución del problema de diseño** donde se idean diferentes alternativas de soluciones, se construye sobre estas ideas, se evalúan y finalmente se propone una solución al problema de diseño. La **estructura de un problema de diseño** se determina por el grado de ambigüedad de las especificaciones de su estado inicial, su estado meta y la función que transforma el estado inicial en el estado meta (Goel & Pirolli, 1992), es decir, que un problema en que estas especificaciones están bien definidas y son identificables, el problema se considera estructurado, si por el contrario estas especificaciones no están bien definidas y no se pueden identificar el problema se considera débilmente estructurado o mal estructurado. La definición e identificación de estas especificaciones no tiene que ver con el problema en si, sino en la relación que existe entre la persona que resuelve el problema, el conocimiento con el que cuenta para resolverlo y el problema a resolver (Simon, 1973).

Esto significa que un problema esta dado por su nivel estructural -que tan bien o mal estructurado esta- y su nivel de incertidumbre -que tanto conocimiento se tiene para resolver el problema-. Por un lado, están los problemas estructurados con un muy bajo nivel de incertidumbre, debido a que en este tipo de problemas se tiene mucha información para entender cual es el problema al que se enfrenta y cual es la solución que se puede ofrecer. Por el otro lado, están los problemas débilmente estructurados con un muy alto nivel de incertidumbre, debido a que en este tipo se problemas se tiene muy poca información para entender cual es el problema al que se enfrenta y cual es la solución que se puede ofrecer. Es decir que la cantidad de información que se tiene sobre un problema ayuda a bajar el nivel de incertidumbre y a estructurar el problema de diseño, se propone entonces, que depende de la información que se tiene para

resolver el problema se puede variar el grado de incertidumbre de estructuración de este problema, de esta manera se usa la incertidumbre para medir el nivel de estructuración del problema de diseño.

La **exploración del espacio de solución del problema de diseño** evalúa la capacidad para desarrollar soluciones que se elaboren hasta sus más finos detalles, con diversidad de implicaciones y consecuencias, entre más se cumplan estas características de solución, mayor es la calidad en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño. Esta se puede medir asignando un valor a la calidad de la exploración y se mide como cambia la calidad en los problemas con bajo nivel de estructuración con respecto a los problemas con alto nivel de estructuración.

Se puede decir entonces que un espacio de solución con una mayor calidad de exploración ofrece **una mayor oportunidad de ideación de posibles soluciones**, la calidad depende de diferentes aspectos que son integrales para una mejor elaboración del proceso de ideación, se buscan que, durante la exploración del espacio de la solución, se produzcan una mayor cantidad de ideas, que estas ideas sean muy variadas entre si y con un alto grado de novedad. Se puede medir esta oportunidad de ideación a través de cada uno de los aspectos de la calidad: la cantidad de ideas, la variedad y la novedad.

### **3.2.2 Determinación de las variables**

Basado en lo anterior, se determina entonces que para medir la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño se mide la cantidad de ideas propuestas, la variedad de estas ideas, así como la novedad de las ideas. Y para medir la variación en la estructura de los problemas de diseño se hace a través de su nivel de incertidumbre (tabla 3-1).

Las ideas son el producto de un proceso cognitivo individual, por lo que la medición de las ideas propuestas por cada participante también debe ser de carácter individual también (Espinel et al., 2010), esto es porque el proceso de ideación es una actividad independiente de cada persona y depende de la experiencia de cada uno, su facilidad para manejar la incertidumbre, el grado de esfuerzo para enfrentar el problema y la capacidad que tiene cada uno para resolver un problema de diseño (Goel & Pirolli, 1992). Puede que para una persona proponer 5 ideas sea un esfuerzo muy grande, mientras que para otra persona proponer 30 ideas sea su nivel promedio de ideación, es por esto por lo que estas medidas solo se evalúan para cada participante de manera independiente, volviéndose el participante su propio estudio de caso y control. Si se busca una manera de comparar el grupo de ideas de diferentes participantes de manera grupal bajo un mismo parámetro es necesario establecer una variable que permita comparar los datos de diferentes valores (Espinel et al., 2010) y que exprese si existe un crecimiento o disminución del valor de la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño; se propone entonces el impacto como una medida comparativa. El impacto mide la variación porcentual entre la calidad de exploración con los diferentes niveles de estructura del problema. La variación porcentual describe la relación entre un valor inicial y uno final, si la diferencia es positiva entonces hay un incremento porcentual, si es negativa hay un decremento porcentual. Al ser una variable porcentual pone a todos los participantes bajo la misma escala.

<i>Variable</i>	<i>Cómo se mide</i>	<i>Qué datos da</i>	<i>Cómo responde la hipótesis</i>
<i>Cantidad</i>	Cuenta el numero de ideas	Variable cuantitativa continua: Cantidad de ideas generadas	Muestra la relación entre la cantidad de ideas, la estructura del problema de diseño y la exploración del espacio de la solución de diseño

<i>Variedad</i>	Mide la ramificación del árbol de ideas al tomar en cuenta todas las ideas propuestas en todos los niveles	Variable cuantitativa continua: Muestra el numero de variedad (deferencia) de las ideas generadas	Muestra que entre mayor es la variedad, hay una mayor oportunidad de generar una buena idea. Esto influye en el impacto de la exploración del espacio de la solución de problema de diseño
<i>Novedad de las ideas originales</i>	Mide la novedad de las ideas de solamente el nivel del principio físico.	Variable cuantitativa continua: Medida de que tan inusual o inesperada es una idea comparada con las otras ideas del mismo problema de diseño	Muestra si varia la novedad al nivel del principio físico de las ideas al cambiar la estructura de los problemas de diseño
<i>Novedad de ideas adaptadas</i>	Mide la novedad de las ideas de solamente el nivel del principio de trabajo.	Variable cuantitativa continua: Medida de que tan inusual o inesperada es una idea comparada con las otras ideas del mismo problema de diseño	Muestra si varia la novedad al nivel del principio de trabajo de las ideas al cambiar la estructura de los problemas de diseño
<i>Novedad de ideas variantes</i>	Mide la novedad de las ideas de solamente el nivel de la materialización.	Variable cuantitativa continua: Medida de que tan inusual o inesperada es una idea comparada con las otras ideas del mismo problema de diseño	Muestra si varia la novedad al nivel de materialización ideas al cambiar la estructura de los problemas de diseño

<i>Novedad del detalle de las ideas variantes</i>	Mide la novedad de las ideas de solamente el nivel de los detalles de la materialización.	Variable cuantitativa continua: Medida de que tan inusual o inesperada es una idea comparada con las otras ideas del mismo problema de diseño	Muestra si varía la novedad al nivel los detalles de la materialización de ideas al cambiar la estructura de los problemas de diseño
<i>Novedad combinada</i>	Es la sumatoria de todos los niveles de novedad	Variable cuantitativa continua: Medida de que tan inusual o inesperada es una idea comparada con las otras ideas del mismo problema de diseño	Muestra si varía la novedad combinada de las ideas al cambiar la estructura de los problemas de diseño
<i>Calidad</i>	Se mide al multiplicar la variedad por la novedad combinada	Variable cuantitativa continua: Da un valor numérico a la calidad de exploración del espacio de la solución del problema de diseño, lo que permite compararla con los diferentes niveles de incertidumbre	Compara la calidad del espacio de la solución del problema de diseño con respecto a la estructura del problema
<i>Nivel de incertidumbre</i>	El es nivel de información que tiene un participante para trabajar con un	Variable cuantitativa continua: Da el nivel de incertidumbre y estructura con el que	Muestra los diferentes niveles de estructura del problema de diseño, lo que permite comparar la exploración en cada nivel.

	problema de diseño y estructurarlo	trabaja un participante en cada nivel	
<i>Impacto</i>	Se toma el valor de la calidad con el menor nivel de incertidumbre (nivel 6) como base y se compara la diferencia porcentual con respecto a los demás niveles.	Variable cuantitativa continua: Da el porcentaje de impacto (positivo o negativo). Al ser de tipo porcentual, normaliza el valor de todos lo participantes, de esa forma se pueden comparar resultados entre todos los participantes.  El dato que da es nominal y puede ser positivo o negativo	Responde directamente la hipótesis, ya que determina el impacto entre la estructura del problema de diseño y la exploración del espacio de solución del problema de diseño

Tabla 3-1. Variables utilizadas en está investigación. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3 Parametrización de las variables

#### 3.2.3.1 Incertidumbre:

La incertidumbre esta definida como cualquier falta de conocimiento o de información acerca de una condición presente o futura, es decir, un evento en el que no se conoce la probabilidad de que ocurra determina situación debido a datos o conocimientos limitados (Hofer et al., 2002). La incertidumbre es derivada de la ausencia de información, lo que implica en la incertidumbre cierto grado de desconocimiento. Etimológicamente está conformada por el prefijo

*in* (negación) y *certus* (cierto), por lo que se define como la carencia de un conocimiento certero, la duda o falta de certeza sobre algo que inquieta (Hlavacek et al., 2004).

Para el caso de esta investigación la interpretación de incertidumbre puede entenderse como la falta de información que se tiene de un problema de diseño, es decir, entre menos información se tiene de un problema de diseño más incertidumbre genera, por tal razón un problema con menor nivel de estructura en su planteamiento genera mayor incertidumbre que un problema más estructurado, entendiéndose la estructura de un problema de diseño como el grado de ambigüedad de la definición del estado inicial, el estado final y la función de transformación del estado inicial al estado final (Goel & Pirolli, 1992). Esto quiere decir que la estructura de un problema de diseño y su nivel de incertidumbre son inversamente proporcionales, mientras una aumenta la otra disminuye y viceversa (Tabla 3-2).

	<i>Nivel de incertidumbre del problema de diseño</i>	<i>Nivel de estructuración del problema de diseño</i>
<i>Nivel 1</i>	Muy alto	Muy bajo
<i>Nivel 2</i>	Alto	Bajo
<i>Nivel 3</i>	Medio alto	Medio bajo
<i>Nivel 4</i>	Medio bajo	Medio alto
<i>Nivel 5</i>	Bajo	Alto
<i>Nivel 6</i>	Muy Bajo	Muy Alto

*Tabla 3-2. Relación entre el nivel de incertidumbre del problema de diseño y el nivel de estructuración del problema de diseño. Fuente: Elaboración propia*

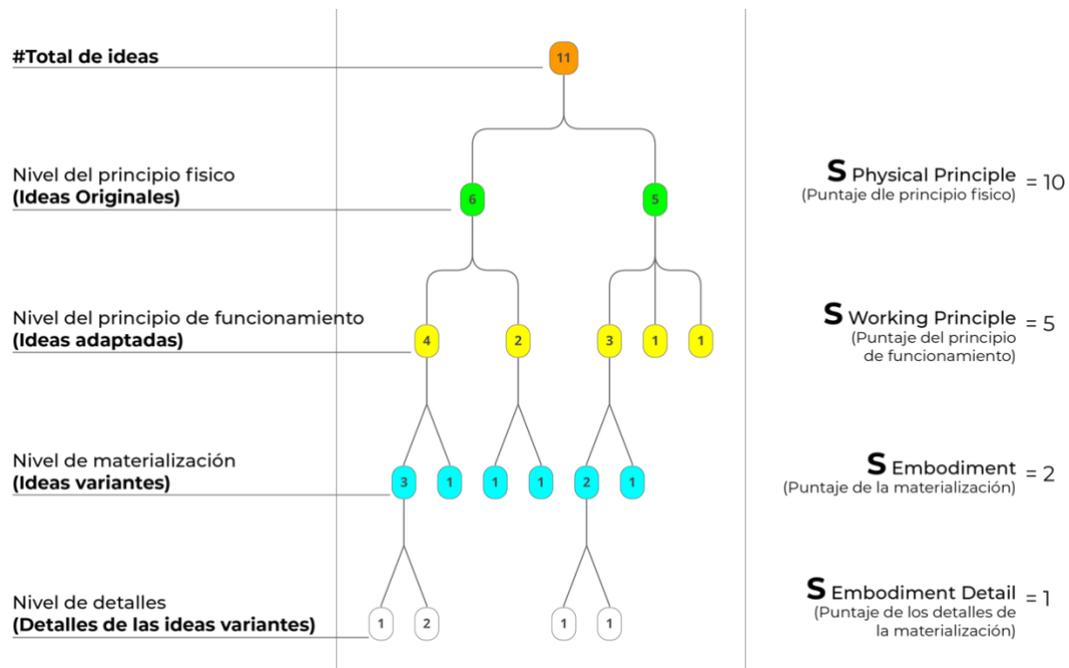


Ilustración 3-2. Genealogía de un grupo de ideas. Fuente: Imagen basada en Shah, Smith, & Vargas-Hernandez (2003).

### 3.2.3.2 Cantidad:

La **cantidad** es el número total de ideas generadas por un individuo durante un período de tiempo designado (Ilustración 3-2). En la evaluación de la creatividad se habla de la fluidez como la capacidad de producir una gran cantidad de ideas (Torrance, 1966).

Se busca un método que genere una mayor cantidad de ideas, ya que entre mayor es el número de ideas formuladas mayor es la oportunidad de generar una buena idea. La medición de la cantidad toma en cuenta todas las ideas generadas, no distingue la similitud entre las ideas debido a que eso se mide con la variedad.

### 3.2.3.3 Variedad:

La variedad se aplica a un grupo de ideas no a una idea individual. Las ideas se agrupan de acuerdo con que tan diferentes son dos ideas la una de la otra. Estas ideas se organizan en forma de un árbol genealógico de ideas y entre más variedad tenga una idea, mayor será la ramificación

del árbol genealógico (Ilustración 3-2). No todas las ideas son igual de importantes, por lo que se puede asignar un peso “S” para tener en cuenta la importancia de cada una. En la evaluación de la creatividad se habla de la flexibilidad como la capacidad básica de adaptación en contraposición a un estilo rígido, esto se refiere al manejo de variadas categorías de respuestas frente a una situación, entre más flexible se es, mayor es la capacidad de producir una gran cantidad de ideas (Torrance, 1966).

#### **3.2.3.4 Novedad:**

La novedad es la medida de que tan inusual o inesperada es una idea comparada con otras ideas del mismo problema de diseño. En la evaluación de la creatividad se habla de la originalidad como la capacidad de emitir respuestas, que además de ser consideradas validas, resulten nuevas, novedosas, inesperadas y que, por lo tanto, provoquen un cierto impacto o impresión, adicionalmente para hablar de respuestas originales, su ocurrencia debe ser baja (Torrance, 1966).

Existen tres niveles de novedad de las ideas generadas durante una tarea de diseño, las ideas originales, las adaptadas y las variadas.

Las ideas **originales** son ideas capaces de resolver un problema al usar combinaciones novedosas de principios de soluciones conocidas. Este es el nivel mas alto de novedad y corresponde al nivel de los principios físicos. Son las ideas de color verde en la ilustración 3-2. Estas ideas tienen puntaje multiplicador de S = 10 (Beitz et al., 1996).

Las ideas **adaptadas** son ideas en la que su principio de solución no cambia y solamente se adapta la realización de una idea. Este es el nivel de principio de trabajo. Son las ideas de color amarillo en la ilustración 1. Estas ideas tienen puntaje multiplicador de S = 5 (Beitz et al., 1996).

Las ideas **variantes** son ideas en la que solo el tamaño, el orden de las partes y uniones son variados dentro del limite establecido por otras estructuras de soluciones previamente

diseñadas, solo cambia la forma. Este es el nivel mas bajo de novedad y corresponde al nivel de materialización. Son las ideas de color azul en la ilustración 3-2. Estas ideas tienen puntaje multiplicador de  $S = 2$  (Beitz et al., 1996). Cualquier idea que se plantee a un nivel inferior a esta se considera un **detalle** de la idea variante, debido a su bajo nivel de novedad cualquier idea por debajo de esta se descarta en el análisis del árbol de ideas. Son las ideas de color gris en la ilustración 1. Estas ideas tienen puntaje multiplicador de  $S = 1$  (Beitz et al., 1996).

La **novedad combinada** es la sumatoria de todos los niveles de novedad (ideas originales, ideas adaptadas e ideas variantes) en un solo valor.

#### **3.2.3.5 Calidad:**

La **calidad** se refiere al grado de la exploración del espacio de solución del problema de diseño, es decir, entre mayor sea la cantidad de ideas propuestas para dar solución al problema, mayor será la variedad de estas ideas y entre mayor sea la novedad de esas ideas, mayor será la oportunidad de encontrar soluciones inesperadas y que resuelvan el problema de manera novedosa, lo que en este estudio se llama tener una mayor calidad de exploración del espacio de la solución del problema de diseño. En la evaluación de la creatividad se habla de **elaboración** como la capacidad para desarrollar un proyecto hasta sus más finos detalles, con diversidad de implicaciones y consecuencias (Torrance, 1966).

#### **3.2.3.6 Impacto:**

El **impacto** determina si una persona puede tener una mayor calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño con un nivel alto de incertidumbre. Si el impacto es positivo ( $\text{Impacto} > 0$ ) la persona trabajaba mejor con un mayor nivel de incertidumbre y una menor estructuración del problema de diseño, a este impacto se le denomina un **impacto explorador**. Si por el contrario el impacto es negativo ( $\text{Impacto} < 0$ ) la persona trabaja mejor con

un nivel de incertidumbre mas bajo y una mayor estructuración del problema de diseño, a este impacto se le denomina un **impacto profundizador**.

### 3.3 Tipo de estudio

Determinar el **impacto** en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño cuando se varia la **estructura del problema**, requiere diseñar una investigación que permita medir si existe alguna relación entre estas variables, cual puede ser la correlación entre ellas y como esa relación influye en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Para analizar los datos de estas relaciones, este trabajo propone una **investigación cuantitativa** la cual permite emplear medios matemáticos y estadísticos para medir los resultados de una manera concluyente para la población participante de esta investigación. Se emplea la investigación cuantitativa porque mide los fenómenos, utiliza la estadística, prueba hipótesis y hace un análisis de causa-efecto a través de un proceso secuencial, deductivo y probatorio.

Al diseñar esta investigación en torno a una investigación cuantitativa, en el capítulo 1 antecedentes y pregunta de investigación se propone una hipótesis que debe ser probada o refutada, la hipótesis supone la relación entre la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño y la estructura del problema, de esta relación se derivan las variables del estudio. Debido a que la hipótesis tiene como finalidad proponer la relación o el grado de asociación que existe entre estas dos variables, se considera para este estudio que el mejor método para analizarlas es emplear un estudio de alcance correlacional frente a otros tipos de estudios como los exploratorios, descriptivos o explicativos (Hernández-Sampieri & Torres, 2018). Un estudio de alcance correlacional determina si dos variables están correlacionadas o no, es decir, se analiza si un aumento o disminución en una variable coincide con un aumento o disminución de otra variable, si son directamente proporcionales o inversamente proporcionales.

Una correlación positiva (directamente proporcionales): tiene lugar cuando el aumento de una variable conduce a al aumento de la otra variable y la disminución de una variable conduce a la disminución de la otra variable.

Una correlación negativa (inversamente proporcionales): tiene lugar cuando el aumento de una variable conduce a la disminución de la otra variable y viceversa.

Sin correlación: tiene lugar cuando un cambio en una variable no conduce a un cambio en la otra variable y viceversa.

Para saber si la correlación es positiva, negativa o no existe una correlación entre ellas se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson (Benesty, J et al. 2009) el cual que permite medir el grado de relación entre dos variables independientemente de la escala de medida de cada variable. El valor del coeficiente de correlación de Pearson varia entre +1 y -1. Un valor cercano a +1 indica una fuerte correlación positiva, mientras que un valor cercano a -1 indica una fuerte correlación negativa. Un valor cercano a cero indica que las variables no están correlacionadas (Benesty, J et al. 2009).

El diseño de esta investigación es cuasi-experimental debido a que los participantes de este estudio no son asignados aleatoriamente. El diseño cuasi-experimental permite que los resultados obtenidos tengan un análisis estadístico como el del coeficiente de correlación de Pearson. Otra ventaja de este diseño de investigación es que los participantes sirven como su propio grupo de control.

### **3.4 Diseño de los instrumentos**

Un instrumento de investigación es una herramienta que se utiliza para recolectar datos que puedan ser medidos y analizados para dar respuesta a la pregunta de investigación. Este instrumento de recolección debe cumplir con dos requisitos la confianza y la validez (Hernández-

Sampieri & Torres, 2018). Para determinar la confianza se usaron los instrumentos de medición en los participantes repetidas veces hasta producir el mismo resultado, esto se observa mas adelante durante el apartado 3.4.4. ajuste de los instrumentos; la validez del instrumento se da en el apartado 3.6 en donde se determina como el instrumento permite medir las variables.

### **3.4.1 Los instrumentos**

Para esta investigación se proponen 5 instrumentos complementarios que permite recopilar la información y analizarla, además de retroalimentar estos análisis con percepciones del participante. Estos instrumentos son 1. Los mapas mentales, 2. Instrumento para la determinación de la incertidumbre e ideación en la exploración de soluciones, 3. Los arboles de ideas, 4. La calculadora de arboles de ideas y 5. El análisis del estado de participación.

#### **3.4.1.1 Los mapas mentales**

El instrumento “mapa mental” permite recolectar las ideas con el fin de determinar que variables van a ser evaluadas. Este instrumento permite a los participantes proponer y categorizar las ideas, adicionalmente el instrumento permite el análisis de cada una de las variables por parte del investigador. Se propone para este estudio el uso de mapas mentales debido a que son una herramienta visual que permite expresar ideas rápidamente, asociándolas, organizándolas y categorizándolas (García, 1992). Para validar la confianza de los mapas mentales se propone una serie de ejercicios de validación que permiten observar si por medio de ellos las actividades propuestas a realizar son lo suficientemente sencillas y robustas para responder tanto a la hipótesis como a la pregunta de la investigación, así como saber si el ejercicio podía ser resuelto por los participantes de este estudio.

### **3.4.1.2 Instrumento para la determinación de la incertidumbre e ideación en la exploración de soluciones**

Como se menciona en el marco teórico y en el apartado 3.2.3.1 el nivel de estructura de un problema de diseño y el nivel de incertidumbre están inversamente relacionados, es decir que se puede aumentar el nivel de estructuración de un problema de diseño al tener más información sobre el problema, ya que la transformación del estado inicial del problema al estado final es más comprensible y fácil de alcanzar (Goel & Pirolli, 1992). Se busca entonces una herramienta que permita entregar información a los participantes de manera fragmentada, de esta forma el nivel de incertidumbre puede ser variado.

Las preguntas informativas - ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? Y ¿Por qué? - son una herramienta lingüística para obtener información es un espectro mas amplio y detallado que, por ejemplo, preguntas de si y no (Koshik, 2003). Este tipo de preguntas son utilizadas en periodismo, investigación y planeación de proyectos, ya que establecen las bases para la recolección de la información en la etapa de definición (Sloan, 2010).

En este orden de ideas, se propone como instrumento para la determinación de la incertidumbre e ideación en la exploración de soluciones las **TIPS: “Tarjetas para la Ideación de Problemas y Soluciones de diseño”**. Estos instrumentos tienen como fin incorporar pistas sobre la información propia del problema y que puede tenerse en cuentas en el momento de considerar los requerimientos del problema, son cuestionamientos o preguntas informativas que orientan al diseñador a considerar la información relevante. Permite al usuario pasar del estado actual del problema -situación problema- al estado deseado -la solución-. Son seis tarjetas en total, una por cada pregunta informativa (Ilustración 3-3). Los datos incorporados en cada tarjeta tienen información abierta y sirven como guía para que cada participante se formule preguntas que podría ignorar al momento plantear y solucionar un problema de diseño.

#### 3.4.1.2.1 T.I.P.S ¿Por qué?

Esta tarjeta le pide al participante cuestionarse **por qué** se hace y/o usa así ahora, **por qué** debe hacerse y/o usarse, **por qué** hacerlo y/o usarlo en ese lugar, **por qué** hacerlo y/o usarlo en ese momento y **por qué** hacerlo y/o usarlo de esa manera.

#### 3.4.1.2.2 T.I.P.S ¿Qué?

Esta tarjeta le pide al participante cuestionarse **qué** se hace y/o usa ahora, **qué** se ha estado haciendo y/o usando, **qué** debería hacerse y/o usarse, **qué** otra cosa podría hacerse y/o usarse y **qué** otra cosa debería hacerse y/o usarse.

#### 3.4.1.2.3 T.I.P.S ¿Quién?

Esta tarjeta le pide al participante cuestionarse **quién** lo hará y/o usará, **quién** lo esta haciendo y/o usando, **quién** debería estarlo haciendo y/o usando, **quién** otro podría hacerlo y/o usarlo y **quién** otro debería hacerlo y/o usarlo.

#### 3.4.1.2.4 T.I.P.S ¿Cuándo?

Esta tarjeta le pide al participante cuestionarse **cuándo** se hará y/o usará, **cuándo** terminará de hacerse y/o usarse, **cuándo** debería hacerse y/o usarse, **cuándo** más puede hacerse y/o usarse y **cuándo** más debería hacerse y/o usarse.

#### 3.4.1.2.5 T.I.P.S ¿Dónde?

Esta tarjeta le pide al participante cuestionarse **dónde** se hará y/o usará, **dónde** se esta haciendo y/o usando, **dónde** debería hacerse y/o usarse, **dónde** más podría hacerse y/o usarse y **dónde** más debería hacerse y/o usarse.

### 3.4.1.2.6 T.I.P.S ¿Cómo?

Esta tarjeta le pide al participante cuestionarse **cómo** se hace y/o usa actualmente, **cómo** se hará y/o usará, **cómo** debería hacerse y/o usarse, **cómo** quiere hacerlo y/o usarlo y **cómo** hacerlo y/o usarlo de otro modo.

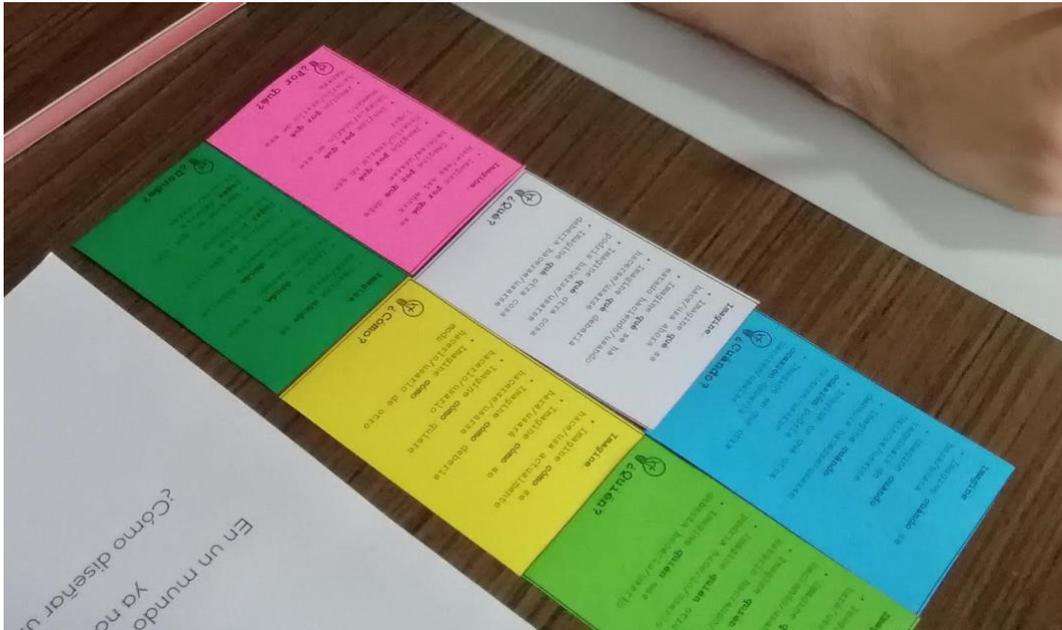


Ilustración 3-3. Tarjetas para la Ideación de Problemas y Soluciones de diseño (T.I.P.S). Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.1.3 Árboles de ideas

El instrumento árbol de ideas constituye la estrategia por la cual se evidencia la representación, de manera gráfica, de los procesos de pensamiento que el participante desarrolla con motivo del planteamiento de un problema dada la situación problema y el desarrollo de su proceso de ideación. Luego de que los participantes crean mapas mentales con la ayuda de las T.I.P.S, estos tienen que digitalizarse para su posterior análisis. Estos mapas mentales digitalizados se les denomina en este trabajo como árboles de ideas, estos árboles de ideas están diseñados para recolectar varias ideas nuevas y facilitar combinaciones, presentándolos en forma jerárquica (Stokols, 2018). Para dar un mejor orden de lectura, la descripción de este instrumento se puede

encontrar en el apartado 2.6.1 protocolo para la recolección de la información y transcripción de los mapas mentales.

#### **3.4.1.4 Calculadora de arboles de ideas**

Este es un instrumento digital para la síntesis y cálculo de la información recopilada en los arboles de ideas. Debido al alto volumen de datos que cada árbol de ideas recopila, el cálculo manual de cada variable para cada árbol de ideas es un proceso largo y extenuante, se propone entonces la ayuda de una herramienta digital como las hojas de cálculos para la automatización de las operaciones matemáticas y estadísticas propuestas en el apartado 3.6.2. Esta misma herramienta es utilizada para la elaboración de las gráficas de análisis como se puede ver en el apartado 3.6.3.

#### **3.4.1.5 Análisis del estado de participación**

El análisis del estado de participación se usa cuando se intenta encontrar como las personas entienden o manifiestan sentirse en alguna situación o ambiente. Es una herramienta utilizada en la retroalimentación de aprendizajes (Wallace et al., 2016), y en esta investigación se utiliza para determinar la percepción del nivel de incertidumbre adecuado para hacer un proceso de ideación después de realizado el ejercicio, además de como el participante maneja la incertidumbre al momento de enfrentarse a un problema de diseño. Son 9 preguntas que el participante contesta de acuerdo con nivel de incertidumbre con el que el participante manifiesta se describe mejor cada situación. Como en esta investigación se proponen 6 niveles de incertidumbre, las respuestas del análisis del estado de participación son un número que van entre 1 y 6; las siguientes son las preguntas del análisis del estado de participación:

1. Indique el nivel de incertidumbre en el que se percibió **más perdido**.
2. Indique el nivel de incertidumbre en el que se percibió **menos perdido**.

3. Indique el nivel de incertidumbre en el que se percibió **más libre**.
4. Indique el nivel de incertidumbre en el que se percibió **menos libre**.
5. Indique el nivel de incertidumbre en el que se percibió **más creativo**.
6. Indique el nivel de incertidumbre en el que se percibió **menos creativo**.
7. Indique el nivel de incertidumbre en el que percibió que sus ideas fueron **más originales**.
8. Indique el nivel de incertidumbre en el que percibió que sus ideas fueron **menos originales**.
9. Indique el nivel de incertidumbre en el que se percibe que se siente más cómodo para empezar el ejerció.

### 3.5 Diseño metodológico de la prueba

El ejercicio por realizar requiere que el participante estructure por si mismo un problema de diseño y proponga ideas de soluciones para ese problema de diseño, durante la realización del ejercicio el participante debe formular problemas de diseño con diferentes niveles de estructura, de forma tal que se mida cada paso que da durante la variación de la estructuración y poder analizar las ideas de solución que propone para cada nivel de estructuración. Para validar el diseño de la metodóloga de la prueba se realizan una serie ejercicios previos (ilustración 3-4), los cuales permiten corregir la prueba hasta lograr el nivel de confianza deseado.

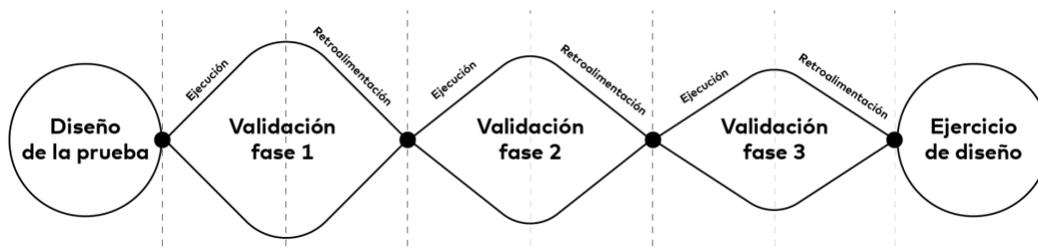


Ilustración 3-4. Diagrama de fases del desarrollo metodológico de la implementación de la prueba. Fuente: Elaboración propia.

### **3.5.1 Validación y ajuste de los instrumentos**

Para determinar la confianza de los instrumentos, estos se sometieron a una serie de ejercicios en diferentes fases con integrantes de la población escogida pero que no eran parte de los participantes seleccionados para esta investigación, esto para refinar y ajustar tanto las herramientas como el ejercicio a realizarse.

#### **3.5.1.1 Validación fase 1**

Dos personas del área de diseño, que no hacen parte del estudio final, pero si hacen parte de la población, son los participantes de esta fase 1. Se les enseña a los dos participantes como funciona un mapa mental y cual es la manera de realizarlo. Los participantes reciben una hoja en donde se les describe la situación problema de un ejercicio de diseño y se fragmenta dicha situación por medio de las TIPS (Ilustración 3-5). Se le entrega a cada participante un pliego de papel periódico, unas hojas para tomar apuntes y un marcador, se les pide a los participantes formular un problema de diseño al utilizar la información suministrada en las TIPS y proponer ideas de soluciones por medio de un mapa mental durante diez minutos, ubicando en el centro del mapa mental el problema que se plantean.

Después de terminar el mapa mental, se le entrega un dado a cada participante para que de manera aleatoria descarten dos de las TIPS. Se les entrega un pliego de papel periódico, se les pide que planteen nuevamente el problema, pero que ignore las dos TIPS que descartaron y propagan

por medio de un mapa mental ideas de soluciones para este nuevo problema, esta actividad tiene un tiempo de diez minutos.

Para ser la primera opción en la mente de sus consumidores, la cerveza cruz quiere diseñar una nueva etiqueta bajo el concepto de "cerveza para el cambio climático", a fin de posicionarse en los jóvenes bogotanos del 2030.

¿Qué?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?
Diseñar una etiqueta para la cerveza cruz	Para posicionarse en la mente de sus consumidores y ser la primera opción	Bogotá	Año 2030	Jóvenes bogotanos	La etiqueta debe reflejar el concepto de "cerveza para el cambio climático"

*Ilustración 3-5. Pregunta ejercicio de fase de validación 01. Fuente: Elaboración propia.*

Cuando terminan el mapa mental, se les vuelve a entregar el dado y se les pide que descarten al azar otras dos TIPS, de esta manera solo tienen dos para replantearse el problema. Se les entrega un nuevo pliego para que realicen el ejercicio nuevamente durante 10 minutos (Ilustración 3-6).

Al final de esta actividad cada participante produce 3 mapas mentales, el primer mapa mental desarrollado con las seis TIPS corresponde a un problema con alto nivel de estructuración, el segundo mapa mental con cuatro TIPS corresponde a un problema con nivel medio de estructuración y el mapa mental con dos TIPS corresponde al un problema con bajo nivel de estructuración. Después de entregar los mapas a cada participante se le realiza la encuesta de percepción.

Debido a que a los participantes se les entrega el problema con un alto nivel de estructuración y se les pide resolver ese problema en primera instancia, se les dificulta plantearse

problemas con bajo nivel de estructuración porque consideran que ya habían resuelto ese problema y no buscan nuevas ideas sino que repiten las ideas que ya habían planteado, adicionalmente como el tiempo de la actividad es de diez minutos se evidencia cansancio en los participantes y falta de predisposición para realizar los ejercicios, esto también puede explicar porque no intentan buscar nuevas soluciones.



*Ilustración 3-6. Desarrollo ejercicio piloto versión 01. Fuente: Elaboración propia.*

### **3.5.1.2 Validación fase 2**

Basado en los resultados de la fase anterior, este nuevo ejercicio replantea la estructura del problema que se le entrega al participante. En esta versión del ejercicio prototipo, la primera pregunta en el participante debe plantear y proponer ideas de soluciones es un problema de diseño con un alto nivel de incertidumbre y con bajo nivel estructura del problema. Se les presenta una situación problema que es familiar para ellos por medio del uso de las TIPS, esta información es la misma de la ilustración 3-5. Esta información fragmentada es propuesta por el investigador quien la oculta de los participantes, registrándola en las TIPS que son entregadas a los participantes durante el desarrollo del ejercicio (Ilustración 3-7).

Dos personas del área de diseño, que no hacen parte del estudio final ni de la fase anterior, pero si hacen parte de la población, son los participantes de esta fase. Los participantes aprenden que es un mapa mental y como resolverlo. Se entrega la situación problema en una hoja tamaño carta, un pliego de papel periódico, marcadores y TIPS al azar con información adicional que los ayuda a plantearse mejor el problema con bajo nivel de estructura. Esta actividad dura 10 minutos. Cuando los participantes terminan, se recoge el mapa mental desarrollado en el pliego de papel periódico y se les entrega un nuevo pliego de papel periódico junto con TIPS adicionales, se les pide replantear el problema propuesto por medio del uso de toda la información que tienen hasta el momento, tiene 10 minutos para terminar esta actividad. Una vez terminan se les entregan las dos ultimas TIPS junto con un nuevo pliego de papel periódico, se les pide nuevamente que replanteen el problema con toda la información disponible y propongan ideas de solución a ese problema por medio de un mapa mental durante 10 minutos, una vez pasa el tiempo se recoge el mapa mental, se les realiza la encuesta de percepción y termina la actividad.



*Ilustración 3-7. Desarrollo ejercicio piloto versión 02. Fuente: Elaboración propia.*

Esta fase ofrece algunas ventajas con respecto a la fase anterior, al empezar a trabajar con un problema de mayor nivel de incertidumbre y baja estructura, elaboran más las respuestas a medida que desarrollan el ejercicio, pero debido a que trabajan con un tema en el que tienen experiencia, muchas de las soluciones que proponen son variaciones de ideas que han propuesto en el pasado. Adicionalmente, como la información que esta escrita en las TIPS es redactada por el investigador, esta entra en conflicto con el método de pensamiento de cada participante y hace que ellos manifiesten que no se toman en cuenta muchos aspectos que deberían consignarse en cada TIPS, mostrando un deseo de trabajar con problemas estructurados. Los participantes expresan que el tiempo para cada actividad es muy larga y que un pliego de papel periódico es muy engorroso de manejar en una mesa. Los participantes manifiestan que les cuesta iniciar el proceso de ideación porque consideran que su mente no esta en la mejor disposición para trabajar, en palabras de ellos: el cerebro está frío.

### **3.5.1.3 Validación fase 3**

Al usar la información de las dos fases anteriores se realizan unos ajustes para proponer esta fase. La situación problema es sobre un tema con el cual los participantes no tienen familiaridad, esto se establece mediante una conversación previa en la que los participantes manifiestan los trabajos que han realizado en el pasado. Para familiarizarlos en el tema se utiliza un cuento corto, lo que los contextualiza con una mayor información, pero no les entrega el problema planteado, dándoles la oportunidad de hacerse sus propias preguntas sin preconcepciones. La información registrada en las TIPS ya no contiene información específica, como en los ejercicios anteriores que les decía exactamente que deben hacer o como lo deben hacer, sino que les da pistas que les hace cuestionarse cuando deberían hacerlo, por ejemplo, las TIPS dicen: imagine quien podría usarlo, quien debería usarlo o quien lo esta usando, de esta

manera es el participante el que se contesta sus propias preguntas y no es el investigador el que las contesta por ellos.

Participa una persona del área de diseño, que no hacen parte del estudio final ni de ninguna de las pruebas anteriores, pero si hacen parte de la población. Al participante se le explica que es un mapa mental y como resolverlo. Antes de iniciar la actividad se realiza un ejercicio de gimnasia cerebral propuesto por Tim Brown en su artículo sobre *Design thinking* (Brown, 2008) para despertar la creatividad y hacer que la mente este mas dispuesta a proponer ideas. Una vez hecha la actividad se le entrega al participante medio pliego de papel periódico junto con la TIPS “¿Quién?”, para que en su primer acercamiento al problema se cuestione quien va a usar su solución, quien la está usando o quien la usó. El participante dispone de cinco minutos para realizar la actividad, una vez terminado este tiempo se le retira el mapa mental y se le entrega un nuevo medio pliego de papel periódico junto con otra TIPS al azar. Se le pide al participante que replantee el problema que había propuesto anteriormente y tome en cuenta esta nueva información y se le dan cinco minutos para responder el mapa mental, cuando finaliza el tiempo se le retira el mapa mental resultado y se repite la actividad hasta que se completen las seis TIPS, una vez finalizada se realiza la encuesta de percepción (Ilustración 3-8).



*Ilustración 3-8. Desarrollo ejercicio piloto versión 03. Fuente: Elaboración propia.*

Gracias a la retroalimentación del participante se escoge esta fase como la base para el ejercicio final de este trabajo. El ejercicio para despertar la creatividad los predispone a tener una mejor actitud frente a la actividad. Los tiempos mas cortos para realizar cada mapa mental ayudan a que los participantes estén sentados en su silla sin hacer nada, porque un menor tiempo los obliga a pensar mas seguido y no les da tiempo para distraerse en otras tareas. Entre cada actividad hay un corto descanso, lo que ayuda a que el participante este dispuesto durante los 30 minutos que dura el ejercicio completo y conteste sin sentirse fatigado. La disminución del tamaño de las hojas para trabajar hace que sea más fácil de trabajar en las mesas dispuestas para la actividad.

### **3.5.2 Metodología de la prueba**

La metodología de la prueba (Ejercicios de diseño), es una serie de pasos que se proponen para realizar el ejercicio luego de los resultados obtenidos al final de los tres ejercicios de validación.

1. Se dispondrá dentro de la empresa donde se realizarán las pruebas de un espacio en donde puedan trabajar seis personas de manera cómoda, donde cada uno

dispondrá de su propio escritorio, el espacio debe ser cerrado para alejar a los participantes de los estímulos externos.

2. Al ingresar al espacio de la prueba cada participante apagará el celular y se lo entregará al investigador que lo pondrá en la parte mas alejada del espacio de trabajo para evitar distractores
3. Cada participante se dirige a su puesto individual en donde encontrara una hoja tamaño carta y dos marcadores de colores.
4. Se realiza una prueba para despertar la mente (Brown, 2008), esta prueba consiste en dividir la hoja de papel que tienen al frente en ocho partes y dibujar en ella la mayor cantidad de objetos que tengan un circulo en su forma, esta actividad dura tres minutos.
5. Se les explica a los participantes el concepto de mapas mentales para que puedan desarrollar el ejercicio de la manera que se requiere, se les hace especial énfasis en la importancia de relacionar y jerarquizar las ideas.
6. Se les entrega a los participantes el cuento corto para contextualizarlos en la problemática. Se les pide que lean el cuento.
7. Una vez terminan la lectura se les entrega una segunda hoja con una pregunta muy abierta, de un nivel muy alto de incertidumbre y bajo nivel de estructura. Adicionalmente se les entrega la tarjeta con la información de “¿Quién?”.
8. Se les entrega medio pliego de papel periódico y se les dan cinco minutos para proponer un mapa mental donde expresen las soluciones al problema que ellos se plantean.
9. Pasados los cinco minutos el mapa mental desarrollado es retirado y se les entrega un nuevo medio pliego de papel periódico.

10. Los participantes reciben otra tarjeta al alzar con información adicional, se les pregunta si quieren replantearse el problema con la información que tienen o si desean una tarjeta adicional.
11. Disponen de cinco minutos para replantear el problema y proponer respuestas por medio de un mapa mental.
12. Se retira el mapa mental desarrollado y se repita la actividad hasta que el participante tenga las seis tarjetas en su poder.
13. Finalizado el ultimo mapa mental, se realiza la encuesta de percepción, se devuelve el celular y se le agradece a cada participante por hacer parte del ejercicio.

### **3.6 Prueba y recolección de la información**

Para iniciar la prueba se sigue el protocolo establecido en la metodología de la prueba del apartado 3.5.2 y luego se procede a recolectar la información para su posterior análisis. En este apartado se explica el proceso de como se realiza esta recolección, la recolección de información debe hacerse para cada mapa mental desarrollado por cada uno de los participantes.

#### **3.6.1 Protocolo para la recolección de la información y transcripción de los mapas mentales**

La recolección de datos en el instrumento mapa mental debe ser analizada, para esto cada uno de los mapas mentales desarrollados por cada uno de los participantes son sometidos al mismo procedimiento.

1. Se fotografía el mapa mental desarrollado por el participante (Ilustración 3-9).
2. Se digitaliza el mapa mental en el programa *mindmup* (Ilustración 3-10).
3. En el mapa mental digitalizado se modifica su forma de visualización de una céntrica a uno de arriba abajo para poder apreciar la jerarquía y los diferentes niveles de las

ideas (Ilustración 3-11). A partir de este punto el instrumento pasa de ser un mapa mental a un árbol de ideas.

4. El árbol de ideas se simplifica al mostrar solamente el número total de ideas (Ilustración 3-12).

5. Cada idea del árbol de ideas se le asigna una posición jerárquica (Ilustración 3-13).

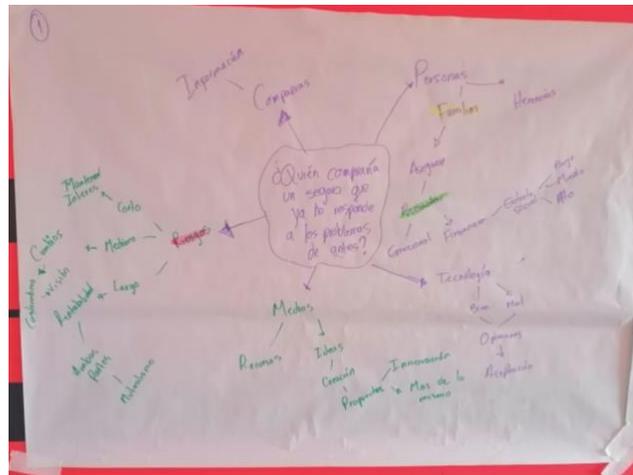


Ilustración 3-9. Mapa mental desarrollado por un participante durante el ejercicio. Fuente Elaboración propia.

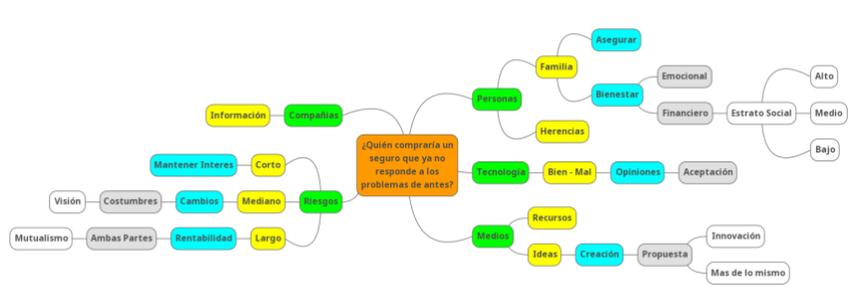


Ilustración 3-10. Mapa mental digitalizado en Mindmap. Fuente Elaboración propia.



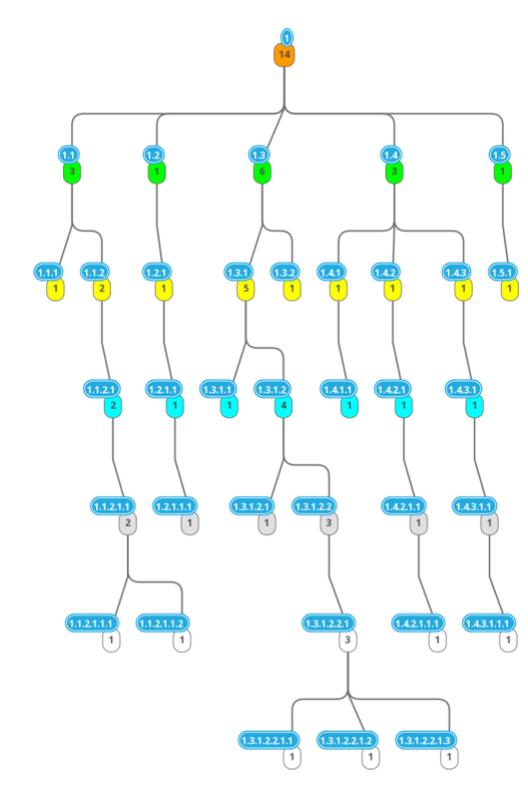


Ilustración 3-13. Árbol de ideas simplificado con posición jerárquica. Fuente: Elaboración propia

### 3.6.2 Análisis de los arboles de ideas: síntesis de la información y sistematización digital.

Debido a la cantidad de cálculos que se realizan durante el análisis de los mapas mentales y la gran cantidad de mapas mentales desarrollados por cada uno de los participantes, se realiza la síntesis de la información a través de la calculadora de los arboles de ideas para ejecutar los cálculos de una manera mucho más rápida y serializada. Para explicar como se realiza el análisis se tomará un supuesto participante 0, el cual desarrolla el ejercicio completo.

En el árbol de ideas con posición jerárquica de la ilustración 3-14 corresponde a un grupo de ideas propuestas con un *nivel de incertidumbre* 2 por el participante 0, para empezar el análisis se cuentan cuantas ideas se desarrollaron, este número no se da por el número de ideas escritas por nivel, sino es el número de ramificaciones o nodos el que determina cuantas ideas fueron

propuestas, para hacer esto se empiezan a contar de abajo hacia arriba. En este grupo de ideas la **cantidad** de ideas propuestas es 4.

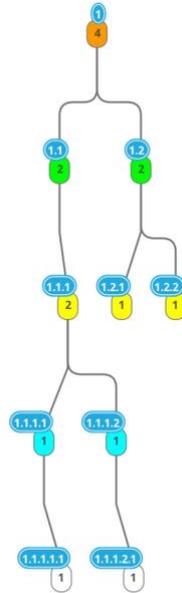


Ilustración 3-14. Análisis de un árbol de ideas simplificado con posición jerárquica. Fuente: Elaboración propia

La **variedad** de un grupo de ideas se calcula con la ecuación 3-1 (Nelson et al, 2009). Para evitar contar una idea dos veces se asigna un puntaje basado en el numero de diferencias a cada nivel en vez del numero de ramificaciones o nodos, es decir que para que un nivel sea valido y pueda ser contado debe tener un mínimo de dos ramificaciones. La variedad se obtiene al sumar el resultado de el numero de ideas por nivel menos uno multiplicado por el coeficiente de peso jerárquico el nivel en que se encuentra 10, 5, 2 y 1 (Nelson et al, 2009). Para este grupo de ideas la **variedad** es de 18 de acuerdo con la ecuación 3-2.

$$v = \sum_{j=1}^m f_j \left( s_1(b_1 - 1) + \left( \sum_{k=2}^4 s_k \sum_{l=1}^{b_k} d_l \right) \right)$$

Ecuación 3-1. Formula para calcular la variedad. Fuente: Nelson et al (2009)

$$v = ((10 \times (2 - 1)) + ((5 \times (3 - 1)) + ((2 \times (2 - 1)) + (1 \times (2 - 1))) = 18$$

*Ecuación 3-2. Ecuación resulta de variedad para el árbol de ideas de la imagen 3-14. Fuente: Elaboración propia,*

Para medir la **novedad combinada** de este grupo de ideas es necesario medir cada nivel de novedad con la ecuación 3-3 (Peeters et al, 2010). De manera similar al calculo de la variedad, la novedad analiza las ideas de acuerdo del nivel jerárquico en que se encuentra y le asigna un coeficiente de peso de acuerdo con el nivel 10,5,2, y 1, pero a diferencia del calculo de la variedad que toma en cuenta todo el árbol para hacer su análisis, la novedad mide cada idea de forma independiente.

$$S_{Njk} = \frac{T_{kj} - C_{jk}}{T_{jk}} \times 10$$

*Ecuación 3-3. Formula para calcular la novedad. Fuente: Peeters et al (2010)*

Como ejemplo para medir la novedad se realiza la medición de la idea 1.1.1.2.1 del árbol de ideas de la ilustración 3-14, si se reemplazan los valores del árbol en la ecuación 3 se obtiene la ecuación 3-4. Lo que da como resultado que la novedad para 1.1.1.2.1 es 5,42.

$$N_{1.1.1.2.1} = \left( \frac{\left( 10 \times \left( \frac{4-2}{4} \right) \right) + \left( 5 \times \left( \frac{4-3}{4} \right) \right) + \left( 2 \times \left( \frac{4-2}{4} \right) \right) + \left( 1 \times \left( \frac{4-2}{4} \right) \right)}{(10 + 5 + 2 + 1)} \right) \times 10 = 5,42$$

*Ecuación 3-4. Ecuación resulta de novedad para la idea 1.1.1.2.1 del árbol de ideas de la imagen 3-14. Fuente:*

*Elaboración propia basado en Nelson et al (2009).*

Se realiza esta operación para todas las ideas del árbol de ideas de la imagen 3-14, se obtiene la novedad para cada una de ellas. Con estos valores se determina la novedad de cada nivel. Para la **novedad de las ideas originales** se toman los valores de todas las ideas que

corresponden a ese nivel, es decir 1.1 y 1.2, el resultado de esos valores se divide entre la **cantidad** de ideas. La **novedad de ideas originales** para el mapa mental de la imagen 3-14 es 2,5.

Para la **novedad de las ideas adaptadas** se toman los valores de todas las ideas que corresponden a ese nivel, es decir 1.1.1, 1.2.1 y 1.2.2, el resultado de esos valores se divide entre la **cantidad** de ideas. La **novedad de ideas adaptadas** para el mapa mental de la imagen 3-14 es 4,17.

Para la **novedad de las ideas variantes** se toman los valores de todas las ideas que corresponden a ese nivel, es decir 1.1.1.1 y 1.1.1.2, el resultado de esos valores se divide entre la **cantidad** de ideas. La **novedad de ideas variantes** para el mapa mental de la imagen 3-14 es 2,65.

Para la **novedad de los detalles de las ideas variantes** se toman los valores de todas las ideas que corresponden a ese nivel, es decir 1.1.1.1.1 y 1.1.1.2.1, el resultado de esos valores se divide entre la **cantidad** de ideas. La **novedad de los detalles de las ideas variantes** para el mapa mental de la imagen 3-14 es 2,71.

Para la **novedad combinada** se suma la novedad de cada una de las ideas, en este caso el valor es de 12,02.

Con el valor de la **novedad combinada** y el de la **variedad** se calcula la **calidad** de la exploración del espacio de la solución de problemas de diseño. La calidad esta dada por la multiplicación de la novedad combinada y la variedad (Ecuación 3-5). Para el mapa mental con posición jerárquica de la ilustración 3-14 que corresponde al grupo de ideas propuestas con el **nivel de incertidumbre 2**, la calidad es de 276,51.

$$DQS = \sum_{j=1}^m f_j \bar{n}_j \sum_{k=1}^{n^4} s_k (b_k - 1)$$

Ecuación 3-5. Fórmula para calcular la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño.

Fuente: Verhaegen, et al (2013).

$$impacto = \frac{\text{Calidad del nivel de incertidumbre base} - \text{Calidad del nivel de incertidumbre a comparar}}{\text{Calidad del nivel de incertidumbre base}} \times 100$$

Ecuación 3-6. Fórmula para el impacto en la calidad de la exploración de los problemas de diseño al variar la estructura del problema. Fuente: Elaboración propia.

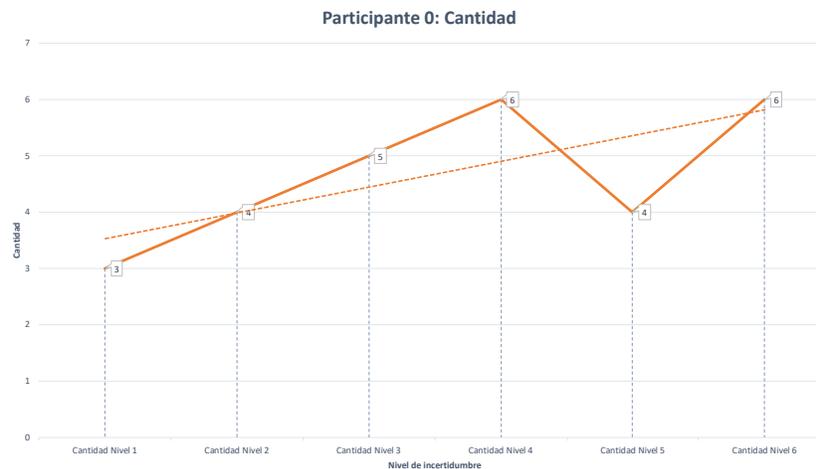
Este análisis se hace cada uno de los mapas mentales hechos por el participante 0 durante el ejercicio, se observan los seis **niveles de incertidumbre** para calcular la **calidad** de cada uno de esos niveles, con esos valores se calcula el **impacto** (Ecuación 3-6). Para calcular el **impacto** se toma como base el mapa mental con el menor nivel de incertidumbre y el mayor nivel de estructuración del problema, este es el **nivel de incertidumbre 6**. Lo siguiente es calcular la diferencia porcentual entre el nivel 6 y el nivel 1; el nivel 6 y el nivel 2; el nivel 6 y el nivel 3; el nivel 6 y el nivel 4; y por último el nivel 6 y el nivel 5 (Tabla 3-3).

Nivel de incertidumbre	Calidad	Impacto
Nivel 1	211,37	-74%
Nivel 2	276,51	-66%
Nivel 3	442,55	-45%
Nivel 4	706,36	-13%
Nivel 5	204,90	-75%
Nivel 6	808,53	0

Tabla 3-3. Cálculo del impacto para el participante 0. Fuente: Elaboración propia.

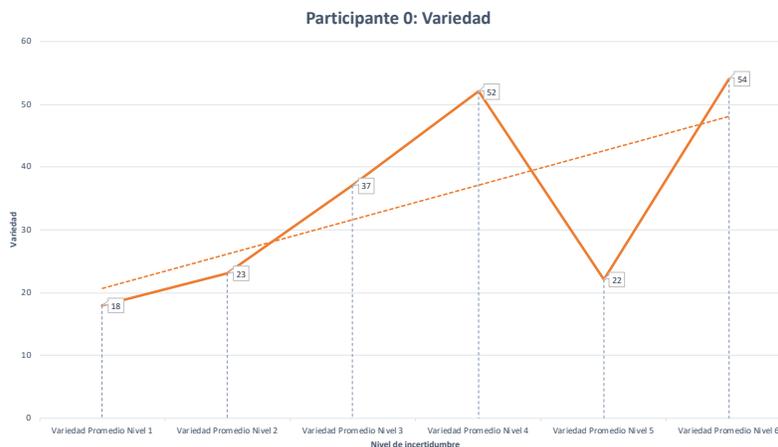
### 3.6.3 Presentación de los resultados

Una vez terminado el análisis de los seis mapas mentales del participante 0 se grafican esos resultados para poder analizar y concluir con base a ellos. Los gráficos que se realizan son cantidad (ilustración 3-15), variedad (ilustración 3-16), novedad de las ideas originales (ilustración 3-17), novedad de las ideas adaptadas (ilustración 3-18), novedad de las ideas variantes (ilustración 3-19), novedad de los detalles de las ideas variantes (ilustración 3-20), novedad combinada (ilustración 3-21), calidad (ilustración 3-22) e impacto (ilustración 3-23).



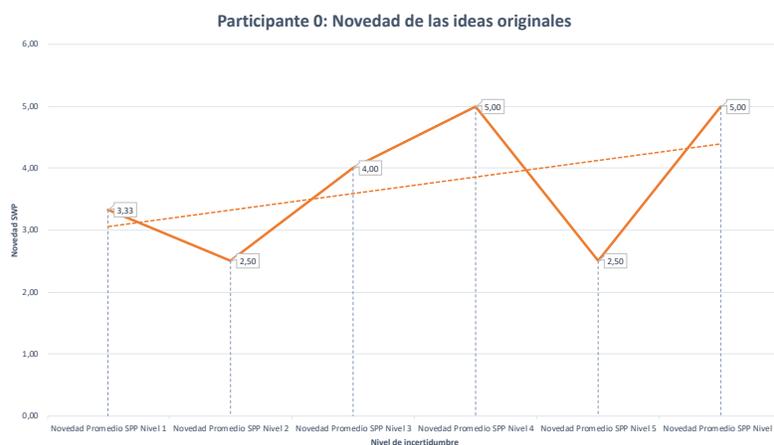
*Ilustración 3-15. Análisis Cantidad de ideas participante 0. Fuente: Elaboración propia.*

El participante 0 propone una mayor cantidad de ideas entre mayor es la estructuración del problema de diseño y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-15), es el nivel de incertidumbre 4 en donde mayor cantidad de ideas (6) propone. Las ideas de este participante son más cuantiosas a medida que estructura el problema de diseño.



*Ilustración 3-16. Análisis Variedad de ideas participante 0. Fuente: Elaboración propia.*

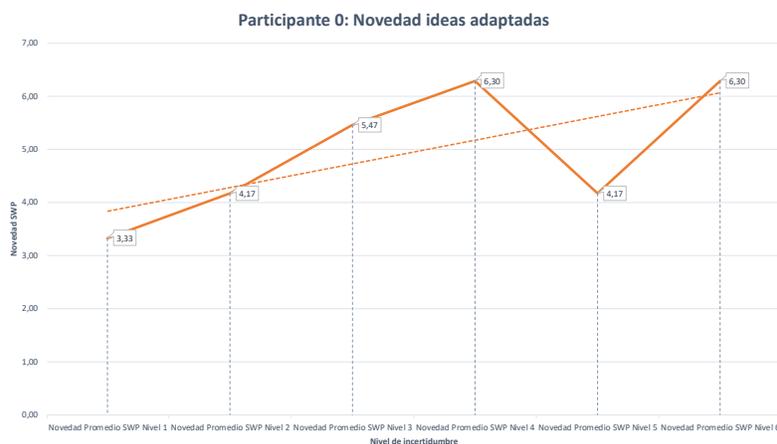
El participante 0 propone una mayor variedad de ideas entre mayor es la estructuración del problema de diseño y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-6), es el nivel de incertidumbre 6 en donde mayor variedad de ideas (54) propone. Las ideas de este participante son más variadas a medida que estructura el problema de diseño.



*Ilustración 3-17. Análisis Novedad del nivel del principio físico (SPP por sus siglas en inglés) de las ideas propuestas por el participante 0. Este nivel corresponde a las ideas originales el grado mas alto de novedad. Fuente: Elaboración propia.*

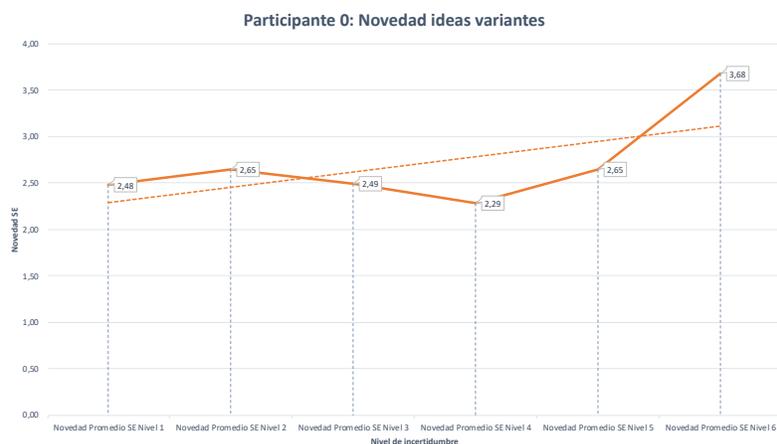
*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 0 propone una mayor novedad del nivel del principio físico de las ideas entre mayor es la estructuración del problema de diseño y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-17), es el nivel de incertidumbre 4 y 6 en donde mayor novedad del principio físico de las ideas (5,00) propone. Las ideas de este participante son más originales a medida que estructura el problema de diseño.



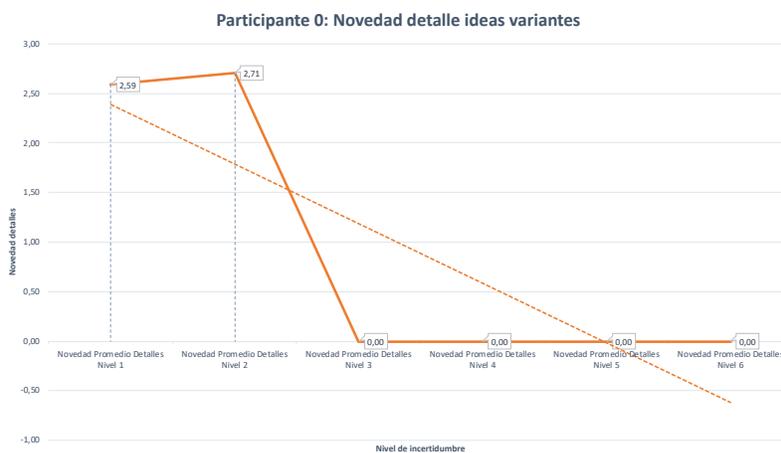
*Ilustración 3-18. Novedad del nivel del principio de funcionamiento (SWP por sus siglas en ingles) de las ideas propuestas por el participante 0. Este nivel corresponde a las ideas adaptadas. Fuente: Elaboración propia*

El participante 01 propone una mayor novedad del nivel del principio de funcionamiento de las ideas entre mayor es la estructuración del problema de diseño y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-18), es el nivel de incertidumbre 4 y 6 en donde mayor novedad del principio de funcionamiento de las ideas (6,30) propone. Las ideas de este participante son más adaptadas a medida que estructura el problema de diseño.



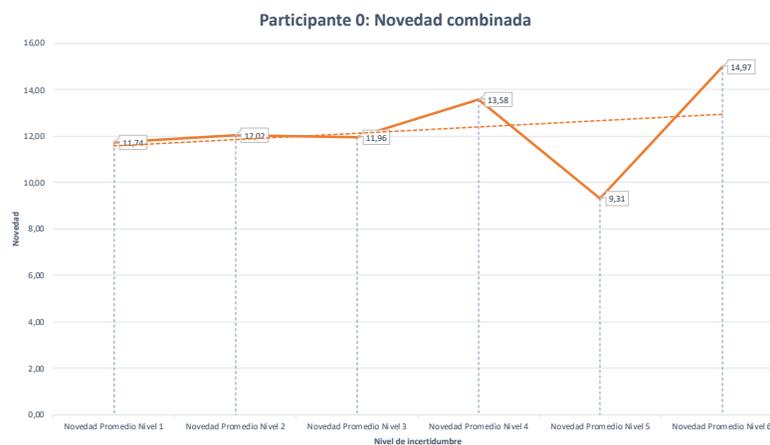
*Ilustración 3-19. Análisis Novedad del nivel de materialización (SE por sus siglas en inglés) de las ideas propuestas por el participante 0. Este nivel corresponde a las ideas variantes el grado mas bajo de novedad. Fuente: Elaboración propia*

El participante 0 propone una mayor novedad del nivel materialización de las ideas entre mayor es la estructuración del problema de diseño y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-19), es el nivel de incertidumbre 6 en donde mayor novedad de materialización de las ideas (3,68) propone. Las ideas de este participante son más variantes a medida que estructura el problema de diseño.



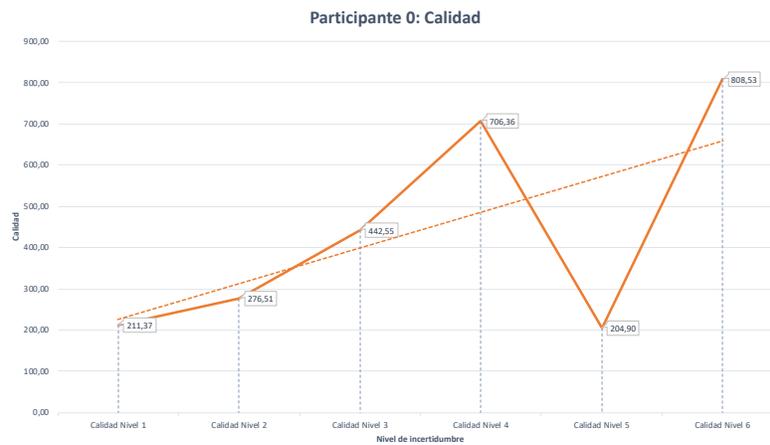
*Ilustración 3-20. Análisis Novedad del nivel de detalles de las ideas propuestas por el participante 0. Este nivel corresponde a los detalles de ideas variantes, Cualquier idea por debajo de este nivel se descarta. Fuente: Elaboración propia*

El participante 0 propone una menor novedad del nivel de detalles de las ideas entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-20), es el nivel de incertidumbre 2 en donde mayor novedad detalle de ideas (2,71) propone. Las ideas de este participante son menos detalladas a medida que estructura el problema.



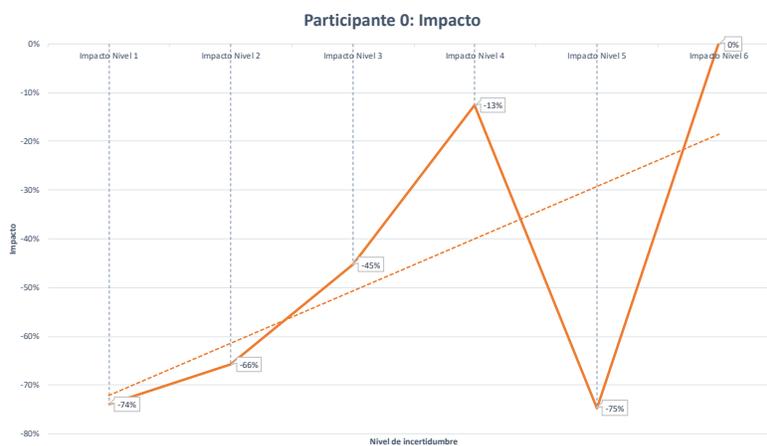
*Ilustración 3-21. Novedad combinada de las ideas propuestas por el participante 0, esta es la sumatoria de los diferentes niveles de novedad. Fuente: Elaboración propia*

El participante 0 propone una mayor novedad combinada de ideas entre mayor es la estructuración del problema de diseño y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-21), es el nivel de incertidumbre 6 en donde mayor novedad combinada de ideas (14,97) propone. Las ideas de este participante son más novedosas a medida que estructura el problema de diseño, adicionalmente tienden a ser más originales a medida que estructuran el problema de diseño, pero por el contrario tiende a detallar menos sus ideas, es decir que favorece ideas originales y novedosas en favor de la profundización de las ideas.



*Ilustración 3-22. Análisis Calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto por el participante 0. Fuente: Elaboración propia*

El participante 0 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema de diseño y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 3-22), es el nivel de incertidumbre 6 en donde mayor calidad de exploración (805,53) es desarrollada. La calidad de la exploración es más desarrollada a medida que estructura el problema de diseño, esto se debe a que a medida que estructura el problema aumenta la cantidad, la variedad y la novedad combinada de las ideas propuestas.



*Ilustración 3-23. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto por el participante 0. Fuente: Elaboración propia*

El participante 0 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 3-23), es el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-74%) y el nivel de incertidumbre 6 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (0%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado está el problema, sacrifica la profundidad de las ideas en favor del planteamiento de ideas originales. Este participante tiene un impacto de tipo profundizador.

#### **3.6.4 Aplicación del análisis del estado de participación**

Los datos del análisis del estado de participación son tabulados para comparar esos datos con los resultados del ejercicio (Tabla 3-4).

El participante 0 manifiesta percibir que es más eficiente y menos original en el nivel de incertidumbre 6, de la misma manera percibe mayor libertad y creativa en el nivel de

incertidumbre 6, esto coincide con la calidad alcanzada en esos niveles de incertidumbre. Por ultimo se puede apreciar en los que este participante no puede trabajar con nivel alto de incertidumbre ya que expresa que se percibe mas perdido en nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el mayor nivel de incertidumbre y el problema de diseño es más desestructurado.

Analisis del estado de participación	
<b>Participante</b>  <b>0</b>	Nivel de incertidumbre en el que se percibió <b>más perdido</b> : 1
	Nivel de incertidumbre en el que se percibió <b>menos perdido</b> : 6
	Nivel de incertidumbre en el que se percibió <b>más libre</b> : 1
	Nivel de incertidumbre en el que se percibió <b>menos libre</b> : 6
	Nivel de incertidumbre en el que se percibió <b>más creativo</b> : 6
	Nivel de incertidumbre en el que se percibió <b>menos creativo</b> : 1
	Nivel de incertidumbre en el que percibió que sus ideas fueron <b>más originales</b> : 1
	Nivel de incertidumbre en el que percibió que sus ideas fueron <b>menos originales</b> : 6
	Nivel de incertidumbre en el que se percibe que se siente <b>más cómodo para empezar el ejerció</b> : 3

*Tabla 3-4. Análisis del estado de participación del participante 0. Fuente: Elaboración propia.*

Este análisis se hace con todos los mapas mentales de cada uno de los participantes, para posteriormente poder inferir conclusiones del comportamiento individual y grupal del ejercicio, esto puede verse en el siguiente capítulo.

#### **4 Implementación del trabajo experimental, análisis y resultados**

Establecido el diseño de esta investigación en donde se determina el método que mide el impacto en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño cuando se varía la estructura del problema, se realiza la implementación de los ejercicios por parte de los participantes descritos en el capítulo anterior. A causa del número de participantes y el análisis detallado que se hace con cada uno, el número de las gráficas resultantes por participante hace que este capítulo sea demasiado extenso para ser incluido por completo en este trabajo escrito, debido a esto, el análisis de este capítulo se complementa con los anexos A y B en donde se pueden encontrar análisis más detallados de cada participante y del grupo completo.

La implementación y el análisis se divide en cinco fases, para entender de una manera clara la forma en que se llegan a las conclusiones expresadas en el próximo capítulo.

Se desarrolla un análisis individual para cada uno de los 18 participante por medio del procedimiento propuesto en el apartado 3.6 del capítulo anterior. Se efectúa un análisis grupal de los datos sintetizados de todos los participantes.

Después del análisis de los participantes se seleccionan tres participantes con impacto profundizador y tres participantes con impacto explorador para realizar un análisis más detallado de los resultados por medio del procedimiento propuesto en el apartado 3.6 del capítulo anterior. A continuación, se realiza un análisis grupal de los datos sintetizado de los 6 participantes seleccionados.

Se analiza la correlación de todas las variables propuestas para esta investigación para interpretar la relación que existe entre la estructura de un problema de diseño y la calidad de exploración del espacio de la solución del problema.

Después del análisis de correlación se plantea realizar un segundo ejercicio que permita validar el primer ejercicio y encontrar alguna relación entre los resultados del primer ejercicio y el segundo. En este ejercicio participan los 6 participantes seleccionados.

Se desarrolla la síntesis y los rasgos de los resultados obtenidos que son la base para las conclusiones presentadas en el siguiente capítulo.

#### **4.1 Implementación del trabajo experimental**

Al seguir el protocolo para el desarrollo de la prueba propuesta en el apartado 3.5.2 del capítulo anterior, los 18 participantes se contextualizan en una situación problema a través de un texto corto, en forma de cuento, el cual les plantea un problema general, muy abierto y con un muy alto nivel de incertidumbre. Después de leer el texto, a los participantes se les entrega información adicional en una TIPS para reestructuren el problema de diseño y planteen alternativas de solución, transcribiéndolas en un mapa mental durante cinco minutos. Esta operación se repite cinco veces más de tal manera que para la última iteración del ejercicio, al tener más información propongan alternativas de solución a un problema con un mayor nivel de estructura y un menor nivel de incertidumbre.

#### **4.2 Análisis y resultados**

De acuerdo con el procedimiento establecido en el apartado 3.5.2 del capítulo anterior, se procede a realizar el análisis de cada uno de los ejercicios desarrollados por los participantes. Debido a la extensión de los análisis, algunas gráficas referenciadas y otras complementarias se encuentran en los anexos A y B.

##### **4.2.1 Análisis individual del primer ejercicio**

Se mide cada una de las variables para cada uno de los participantes y se analiza su impacto en la calidad de exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño cuando

varían el nivel de estructura del problema. Para ver los mapas mentales propuestos por cada participante y el análisis detallado de cada variable ver anexo A.

#### 4.2.1.1 Participante 01:

El participante 01 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 9 anexo A), es el nivel de incertidumbre 5 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (1727,59). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración aumenta, en el nivel de incertidumbre 5 la información acumulada que tiene es la necesario para tener la mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño, en el nivel de incertidumbre 6 la nueva información obtenida no aporta en la calidad de la exploración de este participante.



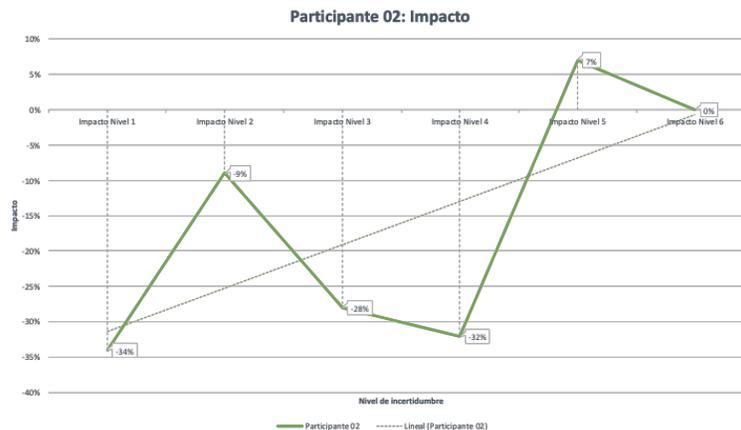
*Ilustración 4-1. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 01.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 01 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-1), es el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-45%) y el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (3%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado esta el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### **4.2.1.2 Participante 02:**

El participante 02 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 19 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 5 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (1848,06). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración aumenta, en el nivel de incertidumbre 5 la información acumulada que tiene es la necesario para tener la mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño, en el nivel de incertidumbre 6 la nueva información obtenida no aporta en la calidad de la exploración de este participante. La información que recibió en el nivel 3 y 4 generaron una confusión en el participante y como resultado hubo una disminución de la calidad del espacio de la exploración.



*Ilustración 4-2. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 02.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 02 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-2), es el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-34%) y el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (7%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado esta el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### **4.2.1.3 Participante 03:**

El participante 03 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor el grado de incertidumbre y menor es la estructuración del problema con el que tiene que trabajar (Ilustración 29 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 1 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (1867,43). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre menos estructurado este el problema de diseño. El impacto de este

participante es explorador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración disminuía, a medida que estructuraba el problema la información que recibía la utilizaba para profundizar en una única idea. En el nivel de incertidumbre 5 la información acumulada que tiene le permitió tener un salto en la calidad de la exploración, debido que esta nueva información le permitió plantearse nuevas alternativas de soluciones.



*Ilustración 4-3. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 03.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 03 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre menor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-3), es el nivel de incertidumbre 4 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-94%) y el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (74%). Este participante tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una menor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre menos estructurado esta el problema, pero sacrifica la profundidad de las ideas propuestas en favor de ideas originales.

#### 4.2.1.4 Participante 04:

El participante 04 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 39 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 6 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (1502,14). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración aumenta, en el nivel de incertidumbre 6 la información acumulada que tiene es la necesario para tener la mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño. La información que recibió después de el nivel de incertidumbre 2 le permitió profundizar la exploración del espacio de la solución del problema de diseño.



*Ilustración 4-4. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 04.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 04 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-4), es el nivel de incertidumbre 2 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-72%) y el nivel de

incertidumbre 6 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (0%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado esta el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### 4.2.1.5 Participante 05:

El participante 05 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor el grado de incertidumbre y menor es la estructuración del problema con el que tiene que trabajar (Ilustración 49 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 1 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (320,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre menos estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es explorador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración disminuía, y la información que recibía la utilizaba para profundizar en una única idea y renunciaba a la exploración de diferentes alternativas de soluciones.



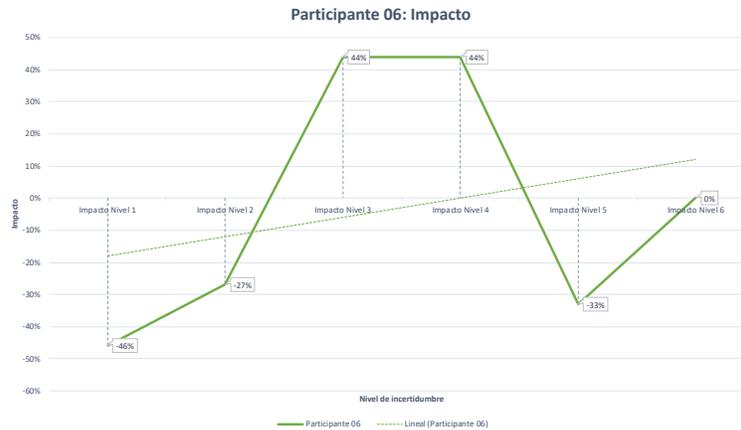
*Ilustración 4-5. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 05.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 05 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre menor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-5), es el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-82%) y el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (500%). Este participante tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una menor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre menos estructurado esta el problema, pero sacrifica la profundidad de las ideas propuestas en favor de ideas originales.

#### **4.2.1.6 Participante 06:**

El participante 06 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 59 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 3 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (400,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración aumenta, en el nivel de incertidumbre 5 la información que recibió le permitió determinar que alternativas de soluciones que estaba proponiendo no respondían adecuadamente al problema que se estaba planteando, así que desecho la exploración de esas ideas y se concentro en la exploración de otra solución. En el nivel de incertidumbre 6 el participante comenzó a buscar nuevas alternativas de solución, si se le hubiera permitido trabajar en el ejercicio por más tiempo, su calidad de exploración habría sido mayor.



*Ilustración 4-6. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 06.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 06 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-6), es el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-46%) y el nivel de incertidumbre 3 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (44%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado esta el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### **4.2.1.7 Participante 07:**

El participante 07 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor el grado de incertidumbre y menor es la estructuración del problema con el que tiene que trabajar (Ilustración 69 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 1 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (396,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre menos estructurado este el problema de diseño. El impacto de este

participante es explorador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración disminuía, la información que recibía la utilizaba para profundizar en una única idea y renunciaba a la exploración de diferentes alternativas de soluciones, sin embargo, la información acumulada que recibió en el nivel de incertidumbre 5, le permitió explorar nuevas alternativas.



*Ilustración 4-7. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 07.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 07 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre menor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-7), es el nivel de incertidumbre 4 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-99%) y el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (245%). Este participante tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una menor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre menos estructurado está el problema, pero sacrifica la profundidad de las ideas propuestas en favor de ideas originales.

#### 4.2.1.8 Participante 08:

El participante 08 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor el grado de incertidumbre y menor es la estructuración del problema con el que tiene que trabajar (Ilustración 79 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 2 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (373,18). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre menos estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es explorador. A medida que este participante recibe más información, su calidad de exploración disminuía, la información que recibía la utilizaba para profundizar en una única idea y renunciaba a la exploración de diferentes alternativas de soluciones, sin embargo, la información acumulada que recibió en el nivel de incertidumbre 5, le permitió explorar nuevas alternativas.



*Ilustración 4-8. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 08.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 08 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre menor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-8), es el nivel de incertidumbre 6 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (0%) y el nivel de incertidumbre 2 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (164%). Este participante

tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una menor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre menos estructurado este el problema, pero sacrifica la profundidad de las ideas propuestas en favor de ideas originales.

#### **4.2.1.9 Participante 09:**

El participante 09 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 89 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 3 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (960,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración aumenta. En el nivel de incertidumbre 4 la información acumulada que tiene le permitió buscar diferentes alternativas de soluciones y desechar las que estaba trabajando en el momento, por eso su calidad de exploración disminuye, pero se puede evidenciar que una vez vuelve a replantearse el problema su calidad de exploración aumenta, esto puede observarse en el salto de calidad de la exploración del nivel de incertidumbre 5.



*Ilustración 4-9. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 09.*

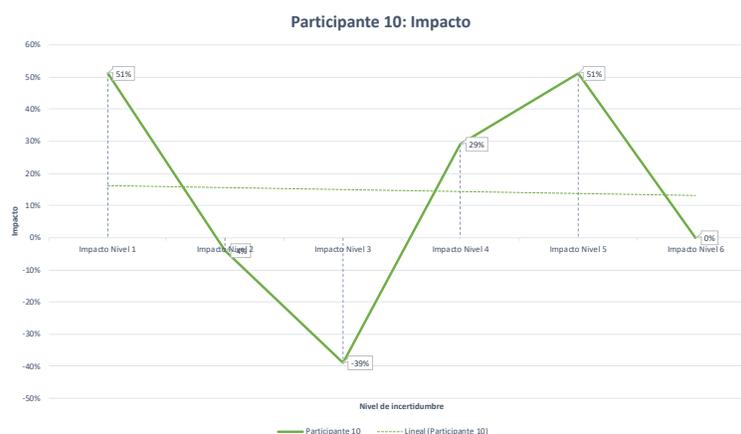
*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 09 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-9), es el nivel de incertidumbre 4 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-36%) y el nivel de incertidumbre 3 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (26%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado está el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### **4.2.1.10 Participante 10:**

El participante 10 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor el grado de incertidumbre y menor es la estructuración del problema con el que tiene que trabajar (Ilustración 99 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 1 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (792,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre menos estructurado está el problema de diseño. El impacto de este

participante es explorador. El participante no tenía la información necesaria para estructurar un problema de diseño, por lo que su calidad de exploración disminuyó en los primeros niveles de incertidumbre. En el nivel de incertidumbre 4 la información acumulada es suficiente para que la calidad de la exploración aumente y el participante pueda profundizar en las ideas propuestas, siendo su punto mas alto de calidad el nivel de incertidumbre 5, la información que recibió en el nivel de incertidumbre 6, no apporto a las ideas que ya estaban propuestas.



*Ilustración 4-10. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 10.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 10 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre menor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-10), es el nivel de incertidumbre 3 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-39%) y el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (51%). Este participante tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una menor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre menos estructurado esta el problema, pero sacrifica la profundidad de las ideas propuestas en favor de ideas originales.

#### 4.2.1.11 Participante 11:

El participante 11 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor el grado de incertidumbre y menor es la estructuración del problema con el que tiene que trabajar (Ilustración 109 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 1 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (320,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre menos estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es explorador. A medida que este participante recibe más información, su calidad de exploración disminuía, la información que recibía la utilizaba para profundizar en una única idea y renunciaba a la exploración de diferentes alternativas de soluciones, sin embargo, la información acumulada que recibió en el nivel de incertidumbre 6, le permitió explorar nuevas alternativas.



*Ilustración 4-11. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 11.*

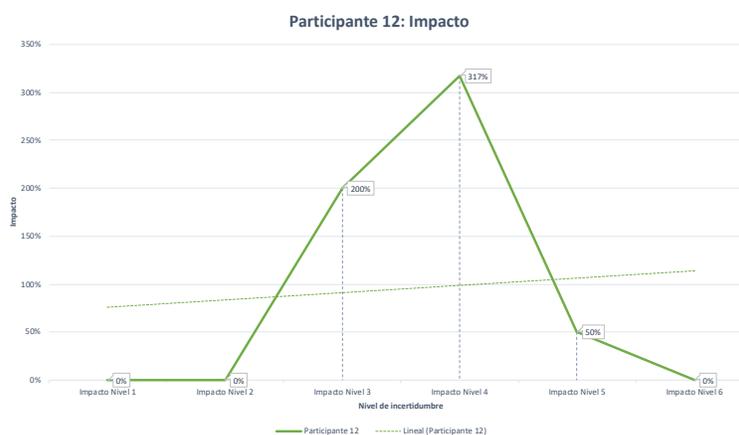
*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 11 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre menor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-11), es el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-53%) y el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (14%). Este participante

tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una menor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre menos estructurado este el problema, pero sacrifica la profundidad de las ideas propuestas en favor de ideas originales.

#### **4.2.1.12 Participante 12:**

El participante 12 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 119 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 4 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (208,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibía más información podía estructurar más el problema y explorar nuevas alternativas, a partir del nivel de incertidumbre 3 tenía la información necesaria para proponer diferentes alternativas de soluciones, a partir del nivel de incertidumbre 5, la información que recibió no aportó en el desarrollo de nuevas ideas y, por lo tanto, la calidad de la exploración bajo.



*Ilustración 4-12. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 12.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 12 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-12), es el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (0%) y el nivel de incertidumbre 4 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (317%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad en un nivel intermedio de estructuración del problema de diseño.

#### **4.2.1.13 Participante 13:**

El participante 13 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 129 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 6 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (2702,08). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibe más información su calidad

de exploración aumenta, en el nivel de incertidumbre 6 la información acumulada que tiene es la necesario para tener la mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño. La información que recibió después de el nivel de incertidumbre 2 le permitió profundizar la exploración del espacio de la solución del problema de diseño.



*Ilustración 4-13. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 13.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 13 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-13), es el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-68%) y el nivel de incertidumbre 6 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (0%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado esta el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### 4.2.1.14 Participante 14:

El participante 14 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 139 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 4 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (1715,20). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. Sin embargo, este participante a medida que obtenía más información replanteaba constantemente las ideas que proponía, es decir que en los niveles 2, 4 y 6, profundizaba en las alternativas de soluciones y en los niveles 1, 3 y 5, descartaba las soluciones propuestas para buscar otras alternativas.



*Ilustración 4-14. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 14.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 14 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-14), es el nivel de incertidumbre 3 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-54%) y el nivel de incertidumbre 4 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (28%). Este participante no tiene un buen

manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado está el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### 4.2.1.15 Participante 15:

El participante 15 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor el grado de incertidumbre y menor es la estructuración del problema con el que tiene que trabajar (Ilustración 149 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 5 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (225,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre menos estructurado está el problema de diseño. El impacto de este participante es explorador. A medida que este participante recibe más información, su calidad de exploración disminuía, la información que recibía la utilizaba para profundizar en una única idea y renunciaba a la exploración de diferentes alternativas de soluciones, sin embargo, la información acumulada que recibió en el nivel de incertidumbre 5, le permitió explorar nuevas alternativas.



*Ilustración 4-15. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 15.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 15 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre menor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-15), es el nivel de incertidumbre 3 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-11%) y el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (350%). Este participante tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una menor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre menos estructurado esta el problema, pero sacrifica la profundidad de las ideas propuestas en favor de ideas originales.

#### **4.2.1.16 Participante 16:**

El participante 16 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 159 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 5 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (320,00). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A medida que este participante recibe más información su calidad de exploración aumenta, en el nivel de incertidumbre 5 la información acumulada que tiene es la necesario para tener la mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño. La información que recibió el nivel de incertidumbre 4 hizo que se replanteara las soluciones que estaba planteando y buscara otras alternativas de soluciones, como puede observarse en el aumento de la calidad del nivel 5.



*Ilustración 4-16. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 16.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 16 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-16), es el nivel de incertidumbre 1 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-84%) y el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (0%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado esta el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### **4.2.1.17 Participante 17:**

El participante 17 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 169 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 6 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (561,98). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este

participante es profundizador. Durante los primeros niveles, a medida que va analizando el ejercicio, este participante prefiere profundizar una única idea que explorar diferentes alternativas de soluciones, sin embargo, después nivel de incertidumbre 4, este participante empieza a explorar otras alternativas, basadas en la idea que estaba profundizando.



*Ilustración 4-17. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 17.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 17 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-17), es el nivel de incertidumbre 3 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-65%) y el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (0%). Este participante no tiene un buen manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado está el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### 4.2.1.18 Participante 18:

El participante 18 tiene una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre mayor es la estructuración del problema y menor el grado de incertidumbre con el que tiene que trabajar (Ilustración 179 Anexo A), es el nivel de incertidumbre 5 en donde se tiene una mayor calidad de exploración (1032,31). Para este participante la calidad de la exploración es más desarrollada entre más estructurado este el problema de diseño. El impacto de este participante es profundizador. A partir del nivel de incertidumbre 3, la información acumulada obtenida le permite a este participante aumentar la calidad de la exploración del espacio de la solución teniendo su punto mas alto de calidad en el nivel de incertidumbre 5, la información que obtiene en el nivel de incertidumbre 6 no modifica ni aporta las ideas que ya tenia planteadas.



*Ilustración 4-18. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el participante 18.*

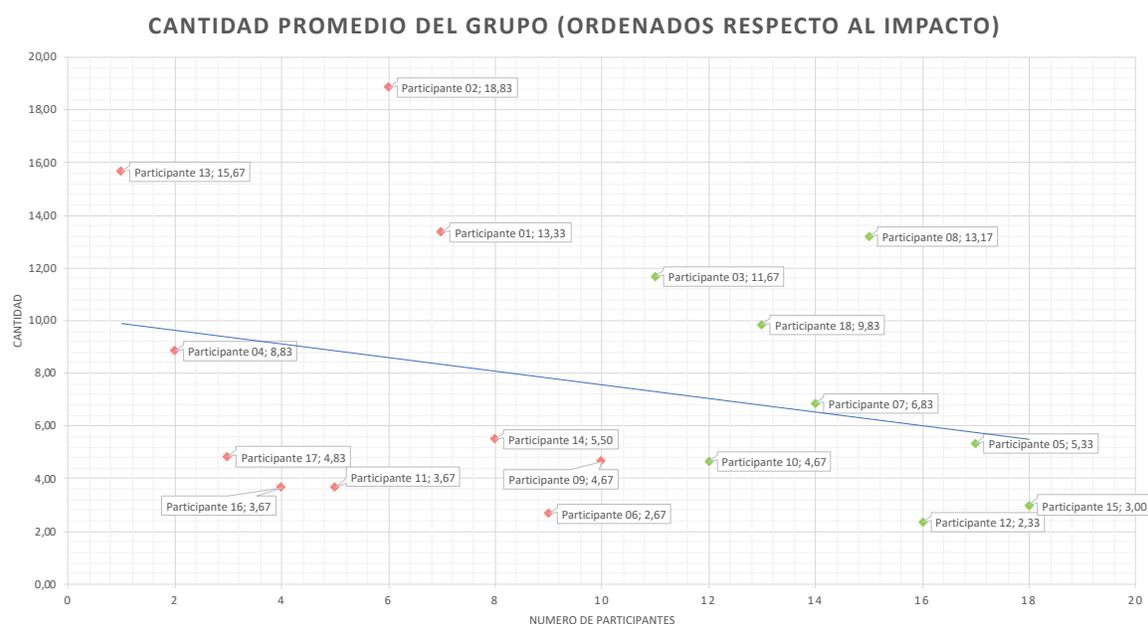
*Fuente: Elaboración propia.*

El participante 18 tiene un mejor manejo de la incertidumbre con el que tiene que trabajar entre mayor es la estructuración del problema de diseño (Ilustración 4-18), es el nivel de incertidumbre 2 en donde tiene el menor manejo de la incertidumbre (-51%) y el nivel de incertidumbre 5 en donde tiene el mayor manejo de la incertidumbre (125%). Este participante no tiene un buen

manejo de la incertidumbre y necesita una mayor estructuración de los problemas de diseño para lograr una mayor eficiencia en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño. Su exploración es de mayor calidad entre más estructurado está el problema, pero sacrifica el planteamiento de ideas originales en favor de una mayor profundidad.

#### 4.2.2 Análisis grupal del primer ejercicio

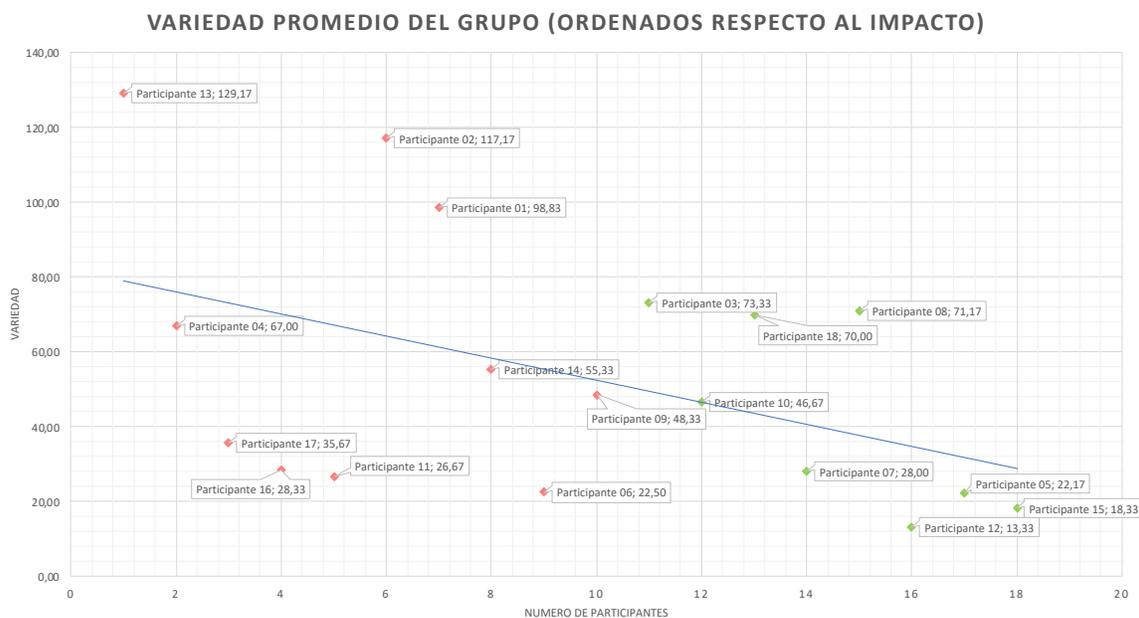
Luego de analizar individualmente a cada uno de los 18 participantes se procede a analizar los resultados del grupo completo, esto permite determinar y encontrar relaciones sobre porque algunos participantes estructuran los problemas de diseño de la manera que lo hacen y como esto impacta en la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño.



*Ilustración 4-19. Cantidad de ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador.*

*Fuente: Elaboración propia.*

A medida que aumenta el impacto en los participantes se disminuyen el numero de ideas propuestas por el grupo (ilustración 4-19). Esto es porque las ideas que proponen los participantes con un impacto profundizados son mas desarrolladas y en consecuencia proponen una mayor cantidad de ideas para complementar su propuesta de solución.

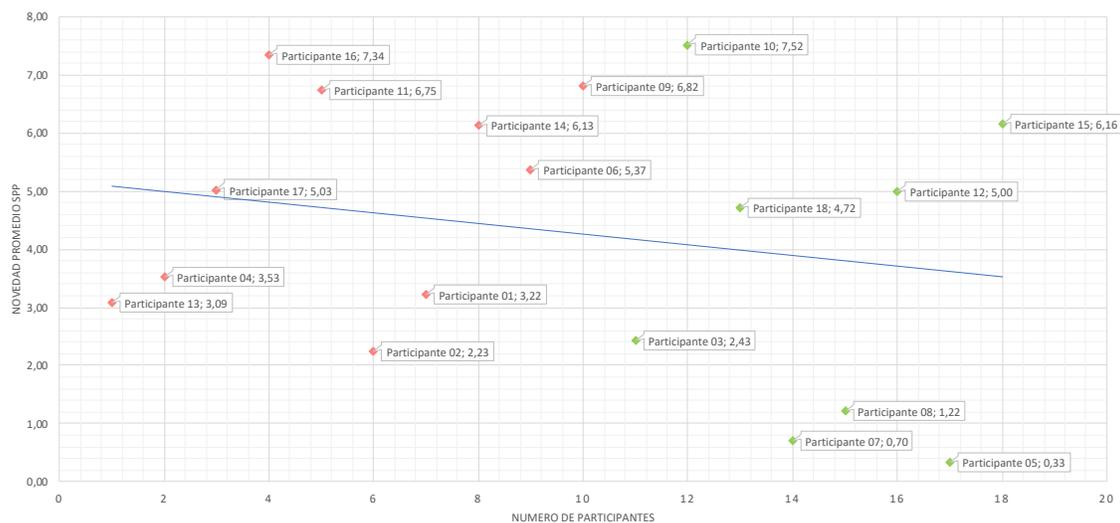


*Ilustración 4-20. Variedad de ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador.*

*Fuente: Elaboración propia.*

A medida que aumenta el impacto en los participantes se disminuye la variedad de ideas propuestas por el grupo (ilustración 4-20). Es una relación inversamente proporcional.

### NOVEDAD PROMEDIO SPP (IDEA ORIGINAL) DEL GRUPO (ORDENADOS RESPECTO AL IMPACTO)



*Ilustración 4-21. Novedad del nivel del principio físico (SPP por sus siglas en inglés) de las ideas propuestas durante el ejercicio por grupo. Este nivel corresponde a las ideas originales el grado más alto de novedad. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

A medida que aumenta el impacto en los participantes se disminuye la novedad de las ideas originales propuestas por el grupo (ilustración 4-21). Es una relación inversamente proporcional.

### NOVEDAD PROMEDIO SWP (IDEA ADAPTADA) DEL GRUPO (ORDENADOS RESPECTO AL IMPACTO)

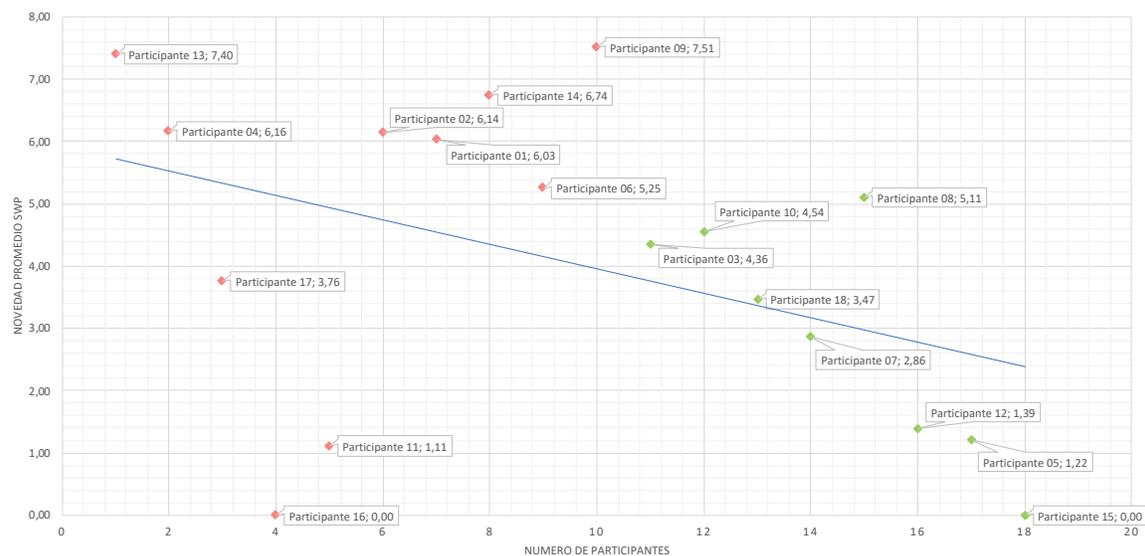
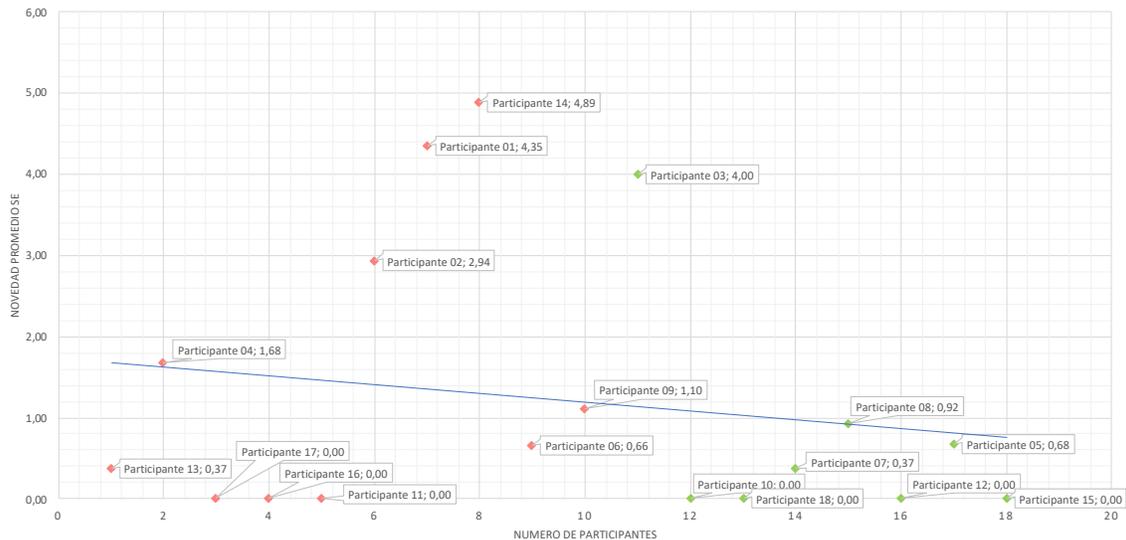


Ilustración 4-22. Novedad del nivel del principio de funcionamiento (SWP por sus siglas en inglés) de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo. Este nivel corresponde a las ideas adaptadas. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto profundizador.

Fuente: Elaboración propia.

A medida que aumenta el impacto en los participantes se disminuye la novedad de las ideas adaptadas propuestas por el grupo (ilustración 4-22). Es una relación inversamente proporcional.

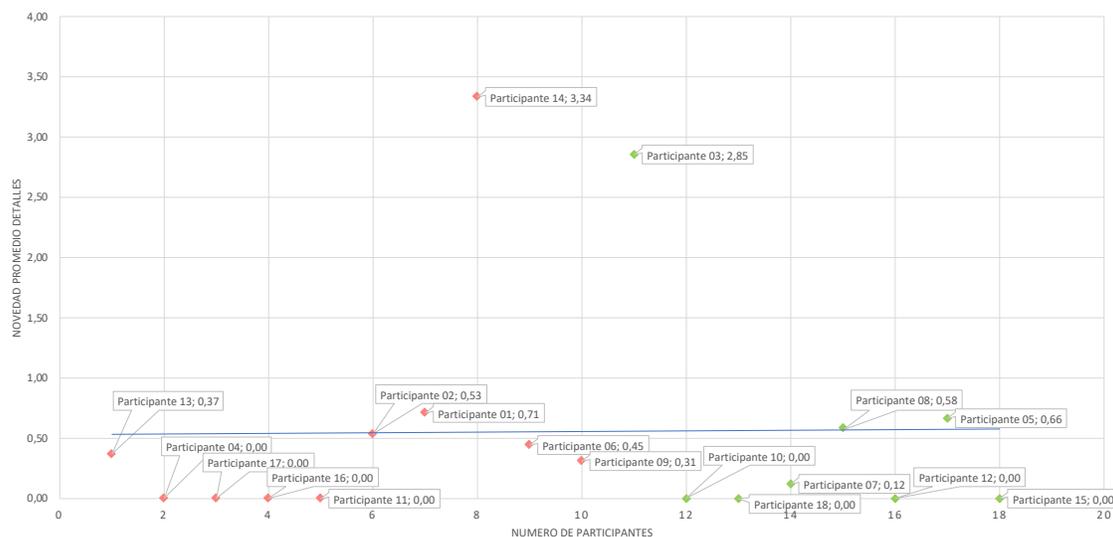
**NOVEDAD PROMEDIO SE (IDEA VARIADA) DEL GRUPO (ORDENADOS RESPECTO AL IMPACTO)**



*Ilustración 4-23. Novedad del nivel de materialización (SE por sus siglas en inglés) de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo. Este nivel corresponde a las ideas variantes el grado más bajo de novedad. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

A medida que aumenta el impacto en los participantes se disminuye la novedad de las ideas variantes propuestas por el grupo (ilustración 4-23). Es una relación inversamente proporcional.

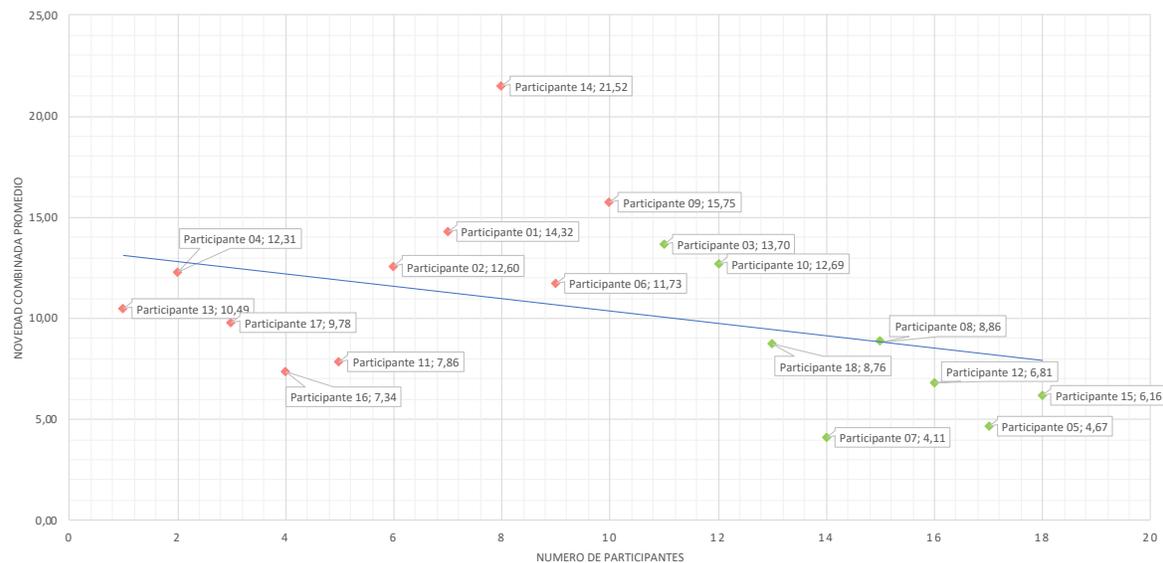
### NOVEDAD PROMEDIO DETALLES (IDEA DETALLES) DEL GRUPO (ORDENADOS RESPECTO AL IMPACTO)



*Ilustración 4-24. Novedad del nivel de detalles de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo. Este nivel corresponde a los detalles de ideas variantes, Cualquier idea por debajo de este nivel se descarta. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

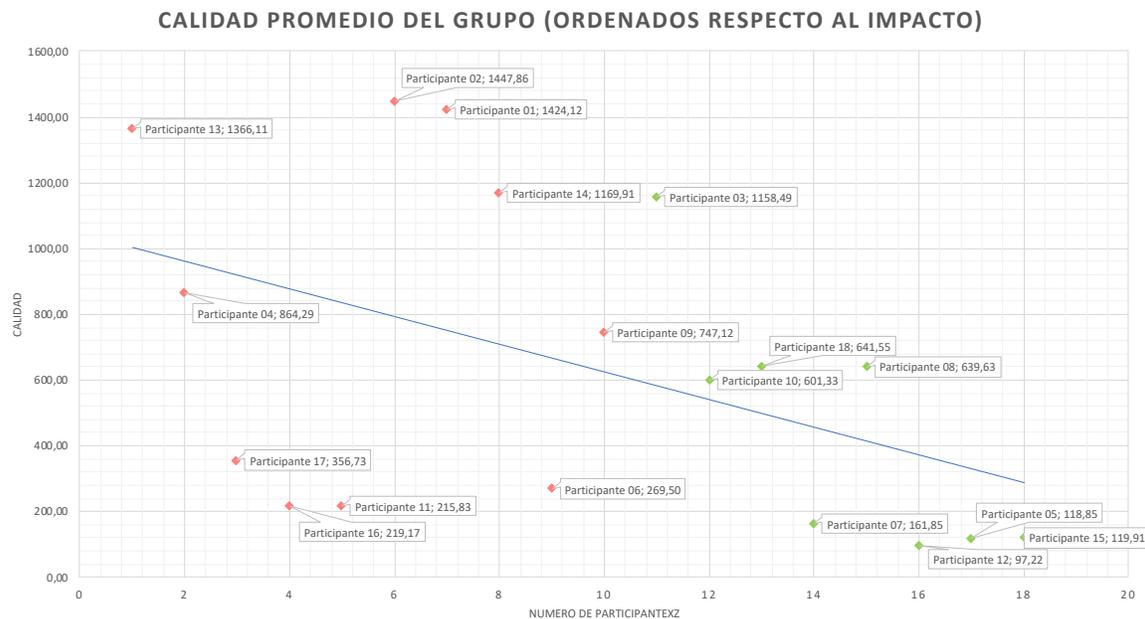
A medida que aumenta el impacto en los participantes se aumenta la novedad de los detalles de las ideas variantes propuestas por el grupo (ilustración 4-24). Es una relación directamente proporcional.

### NOVEDAD COMBINADA PROMEDIO DEL GRUPO (ORDENADOS RESPECTO AL IMPACTO)



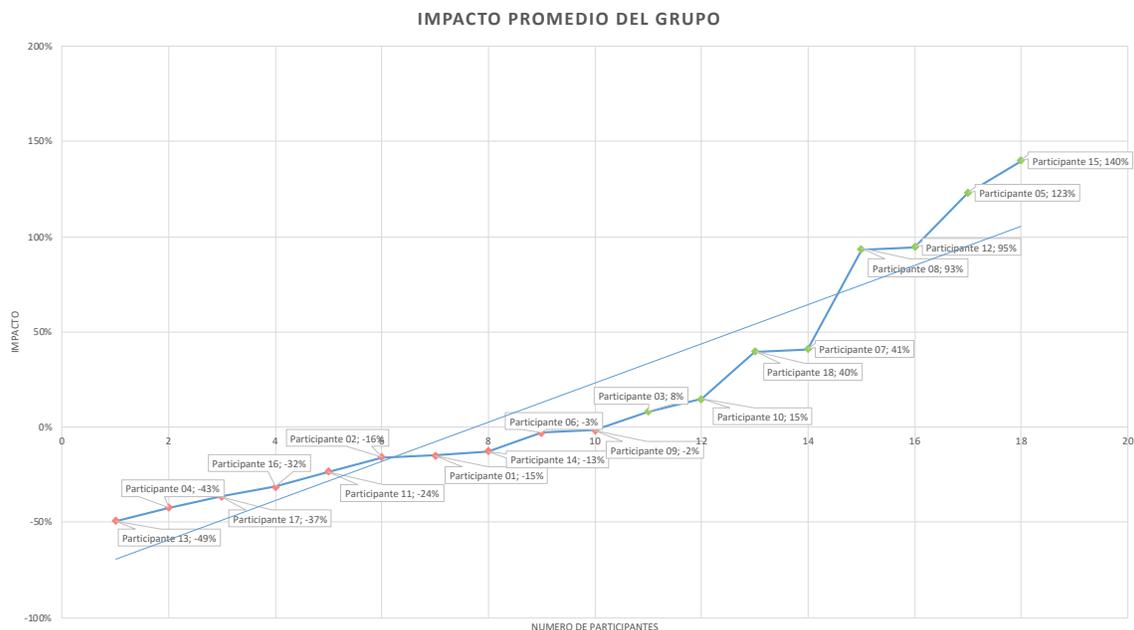
*Ilustración 4-25. Novedad combinada de las ideas propuestas durante el ejercicio por el grupo, esta es la sumatoria de los diferentes niveles de novedad. Fuente: Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Elaboración propia.*

A medida que aumenta el impacto en los participantes se disminuye la novedad combinada de las ideas propuestas por el grupo (ilustración 4-25). Es una relación inversamente proporcional.



*Ilustración 4-26. Calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el grupo. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

A medida que aumenta el impacto en los participantes se disminuye la calidad en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño de las ideas propuestas por el grupo (ilustración 4-26). Es una relación inversamente proporcional.



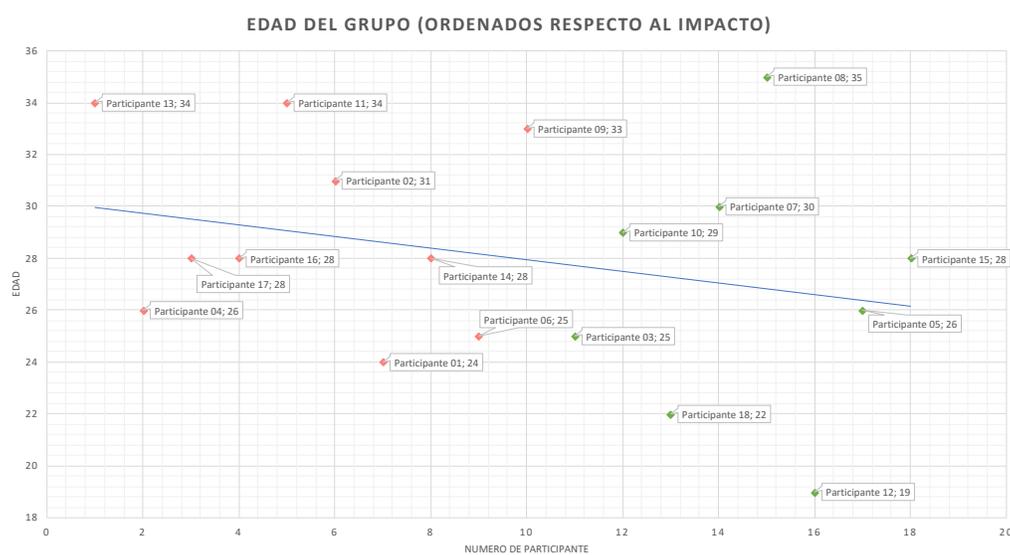
*Ilustración 4-27. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por el grupo. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

Los participantes con impacto explorador tienen una mayor magnitud absoluta de impacto en comparación con los participantes que tienen un impacto profundizador, es decir, que los participantes que tienen un impacto explorador tienen un mayor impacto al trabajar con problemas mal estructurados con respecto al manejo de los problemas estructurados que tienen los participantes con impacto profundizador (Ilustración 4-27).

Los participantes con impacto explorador tienen deficiencias para proponer ideas de soluciones de problemas estructurados, a medida que se les entrega más información se limitan a hacer lo que se les pide y dejan de explorar nuevas alternativas, esto es notablemente visible en la baja de la variedad de las ideas propuestas (Ilustración 4-20) y en la baja calidad de la exploración

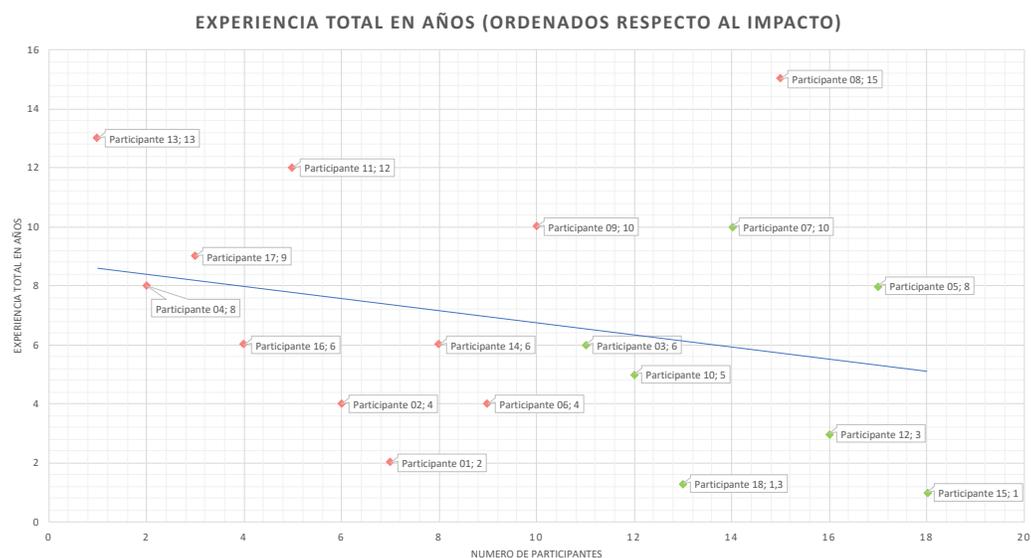
(Ilustración 4-26). Por el contrario, los participantes con impacto profundizador proponen un mayor número de ideas de soluciones cuando trabajan con problemas de diseño con un mayor grado de estructuración, como se puede ver con el alto grado de variedad de las ideas propuestas (Ilustración 4-20) y la alta calidad en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño (Ilustración 4-26).

Analizar las características del grupo puede permitir encontrar que influye en el impacto y porque algunas personas tienen un impacto explorador y otras un impacto profundizador.



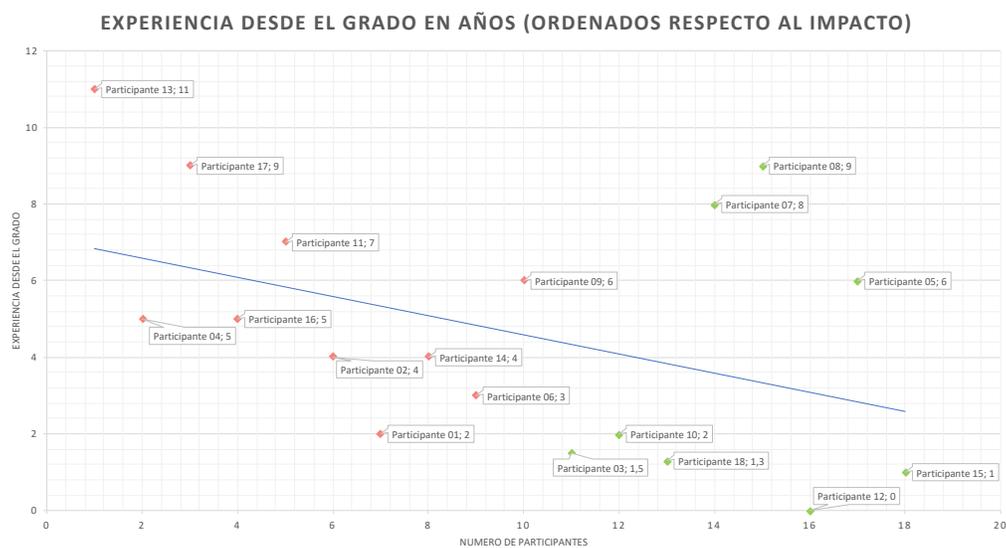
*Ilustración 4-28. Edad del grupo de participantes. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

Los participantes que tienen un impacto explorador tienden a ser más jóvenes que los participantes que tienen un impacto profundizador (ilustración 4-28). Es una relación inversamente proporcional.



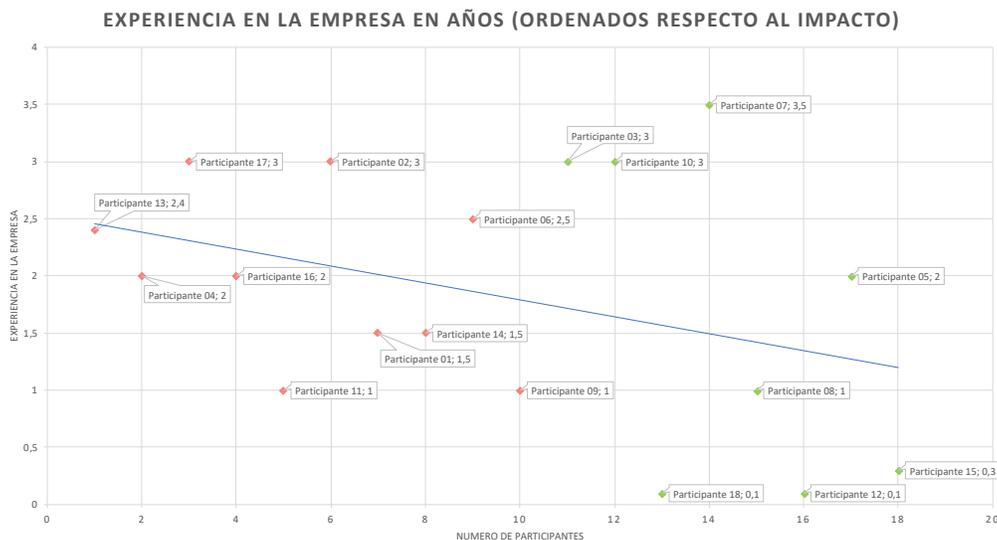
*Ilustración 4-29. Edad del grupo de participantes. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

Los participantes que tienen un impacto explorador tienden a tener menos años de experiencia total que los participantes que tienen un impacto profundizador (ilustración 4-29). Es una relación inversamente proporcional.



*Ilustración 4-30. Experiencia desde el grado de los participantes. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

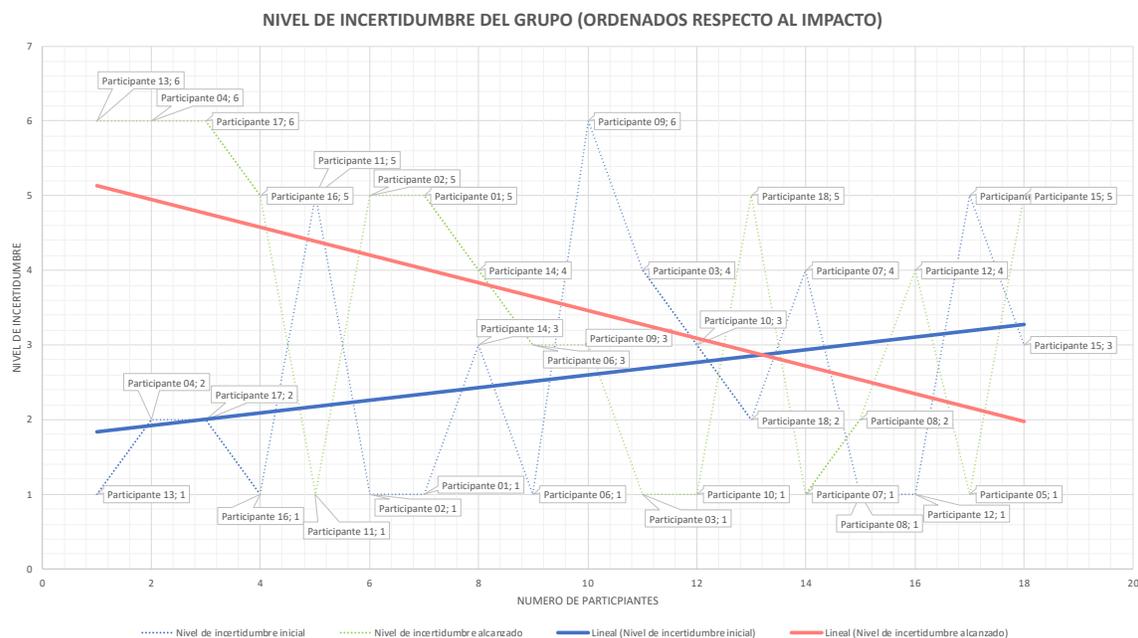
Los participantes que tienen un impacto explorador tienden a tener menos años de experiencia desde el grado que los participantes que tienen un impacto profundizador (ilustración 4-30). Es una relación inversamente proporcional.



*Ilustración 4-31. Experiencia en la empresa de los participantes. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

Los participantes que tienen un impacto explorador tienden a tener menos años de experiencia en la empresa en comparación con los participantes que tienen un impacto profundizador (ilustración 4-31). Es una relación inversamente proporcional.

Los participantes que tiene un impacto explorador tienden a ser mas jóvenes y de menor experiencia, ya sea en la empresa, desde el grado o total, que los participantes que tienen un impacto profundizador. Puede decirse entonces que las personas con menos experiencia pueden proponer ideas mas novedosas porque tienen menos experiencia profesional lo que no los sesga en sus soluciones, pero al no tener tanta experiencia no elaboran las ideas más a fondo, lo que hace que no tengan una gran calidad de exploración del espacio de solución de los problemas de diseño.



*Ilustración 4-32. Nivel de incertidumbre de los participantes. La línea punteada azul representa el nivel de incertidumbre inicial de los participantes ordenados de acuerdo con el impacto. La línea punteada verde representa el nivel de incertidumbre alcanzado por los participantes ordenados de acuerdo con el impacto. La línea azul gruesa es la tendencia del nivel de incertidumbre inicial de los participantes y la línea naranja gruesa es la tendencia del nivel de incertidumbre alcanzado por los participantes. Fuente: Elaboración propia.*

Los participantes que tienen un impacto explorador tienden a trabajar mejor con un alto nivel de incertidumbre inicial (Ilustración 4-32) y con un problema con menor estructuración, es una relación directamente proporcional. Los participantes que tienen un impacto profundizador tienden a trabajar mejor un bajo nivel de incertidumbre inicial (Ilustración 4-32) y con un problema con mayor nivel de estructuración. En este caso es una relación directamente proporcional.

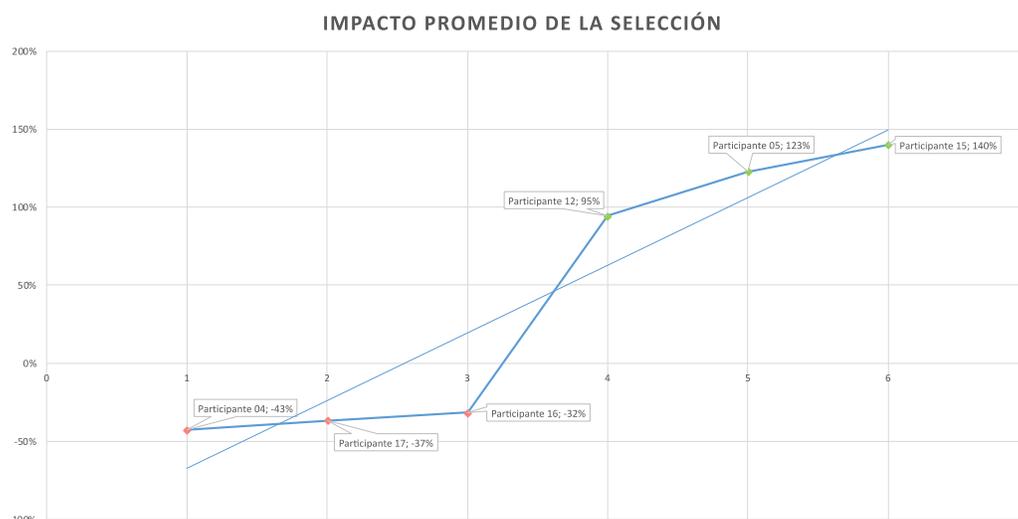
Los participantes con un impacto explorador tienen una mayor calidad de exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño en problemas con un nivel de incertidumbre alto (Ilustración 4-32). Los participantes con un impacto profundizador tienen una mayor calidad

de exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño en problemas con un nivel de incertidumbre bajo (Ilustración 4-32).

El punto en el que los participantes expresan sentirse más libres, creativos, menos perdidos, y en el que tienen un nivel óptimo entre la estructuración del problema y la incertidumbre con la que tienen que trabajar, de acuerdo al análisis del estado de participación (Anexo A), es entre el nivel 3 y el nivel 4, es decir un problema de diseño medianamente estructurado con las suficientes bases para que no se sientan tan perdidos para iniciar, pero que les da la libertad suficiente para buscar nuevas alternativas.

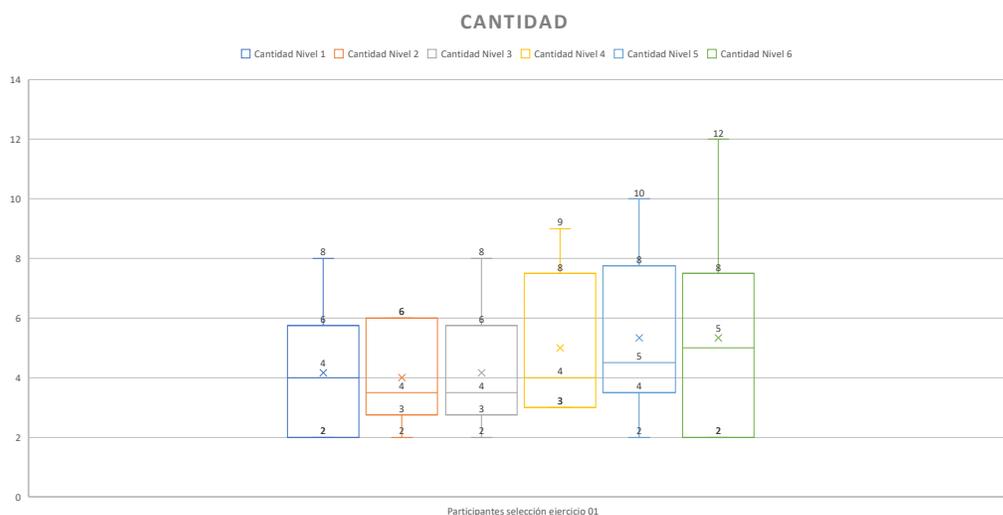
#### **4.2.3 Selección del grupo**

Basado en el análisis anterior, se seleccionaron 6 de los 18 participantes (Ilustración 4-33), 3 participantes del extremo del impacto explorador (participantes 05, 12 y 15) y 3 participantes del extremo del impacto profundizador (participantes 04, 16 y 17). Esta selección se realiza para poder hacer un análisis mas detallado de los resultados y determinar el comportamiento de cada una de las variables dependiendo del nivel de estructuración del problema de diseño y de la incertidumbre; esto también se hace para poder hacer un análisis de correlación de los datos obtenidos.



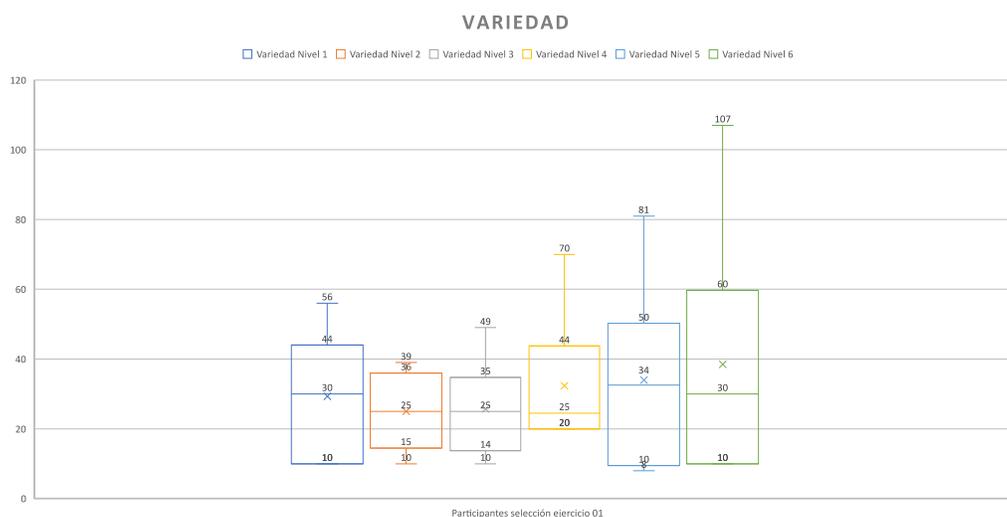
*Ilustración 4-33. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio por los participantes seleccionados. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

El grupo seleccionado sigue la tendencia de comportamiento del impacto en el grupo completo. Los tres participantes con impacto profundizador tienen un nivel de impacto muy similar entre ellos y tiende a ser mayores que los participantes seleccionados con impacto explorador (Ilustración 4-28). Observando el comportamiento de los participantes seleccionados del grupo se puede determinar el cambio de cada una de las variables dependiendo del nivel de incertidumbre.



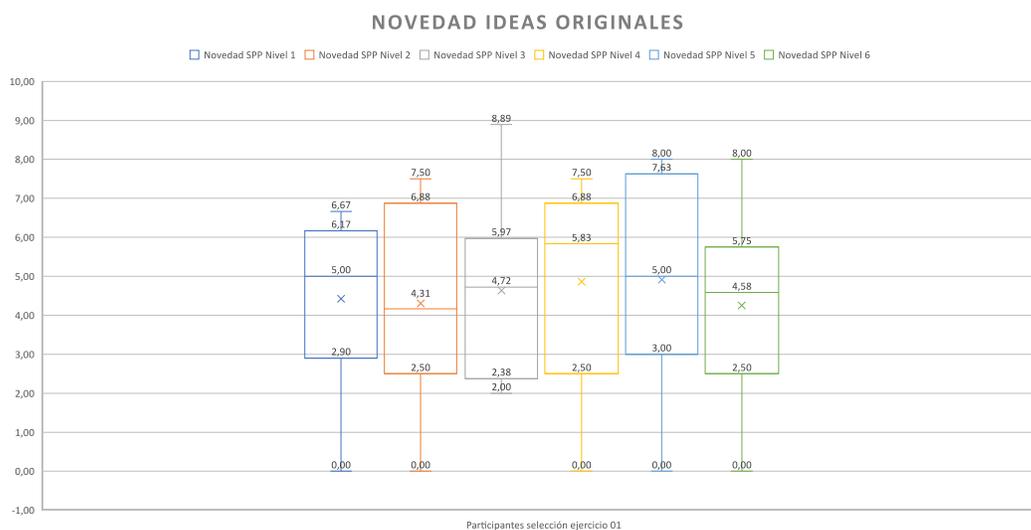
*Ilustración 4-34. Diagrama de caja de la cantidad de ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que la cantidad de ideas promedio aumenta a partir del nivel de incertidumbre 4 (Ilustración 4-34), esto es porque es a partir de este nivel los participantes con impacto profundizador tienen un mayor manejo de la incertidumbre y empiezan a aumentar la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño.



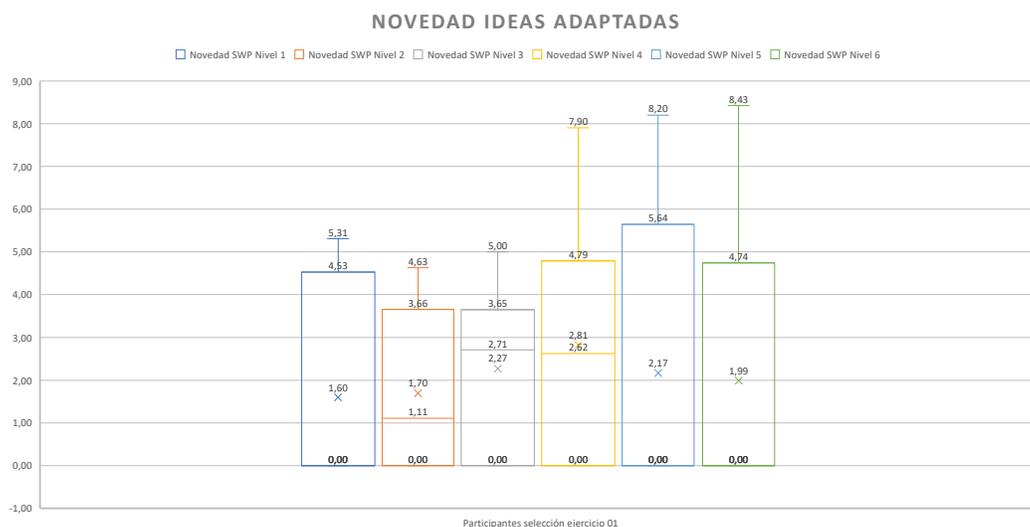
*Ilustración 4-35. Diagrama de caja de la variedad de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que la variedad de las ideas promedio aumenta a partir del nivel de incertidumbre 5 (Ilustración 4-35), porque el nivel de estructura del problema es mayor y hay un menor grado de incertidumbre con el cual los participantes con impacto profundizador tienen que trabajar. En el nivel de incertidumbre 1, los participantes con un impacto explorador tienen una mayor variedad de las ideas de soluciones propuestas, siendo igual a la de los participantes con un impacto profundizador en el nivel 6.



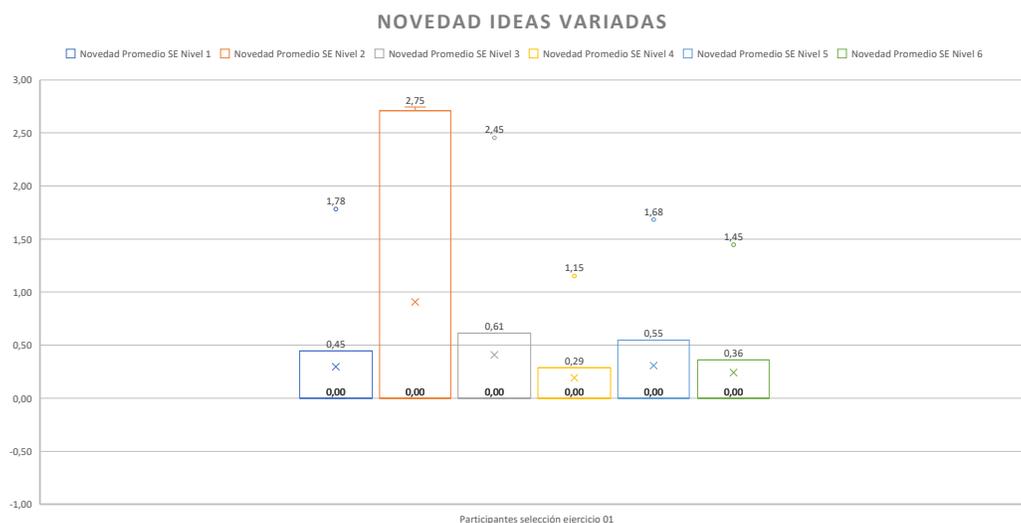
*Ilustración 4-36. Diagrama de caja de la novedad de las ideas originales propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que el promedio de la novedad de las ideas originales es mayor en el nivel de incertidumbre 5 (Ilustración 4-36), porque el nivel de estructura del problema es mayor y hay un menor grado de incertidumbre con el cual los participantes con impacto profundizador tienen que trabajar. También se observa como durante el nivel de incertidumbre 2, los participantes con un impacto explorador tienen una mayor novedad de ideas originales de las ideas de soluciones propuestas.



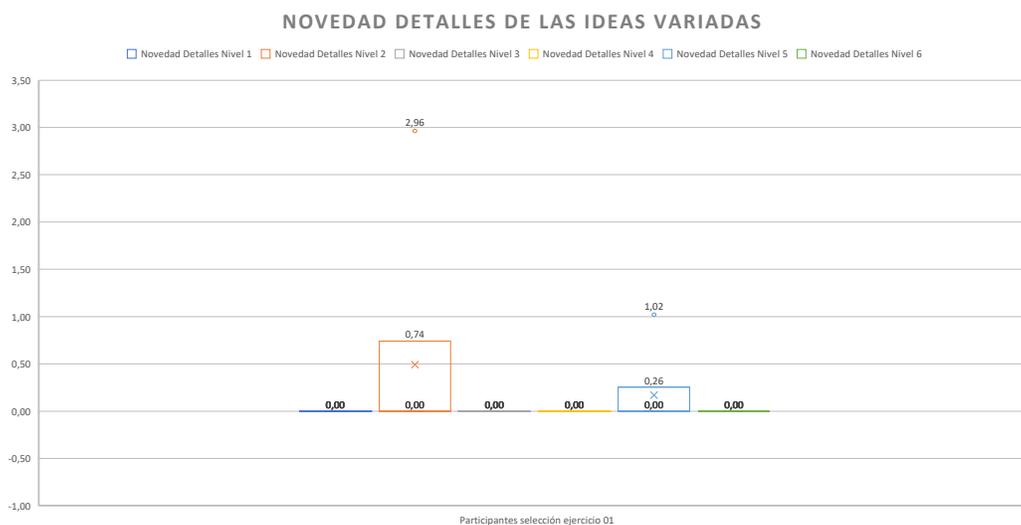
*Ilustración 4-37. Diagrama de caja de la novedad de las ideas adaptadas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que el promedio de la novedad de las ideas adaptadas es mayor en el nivel de incertidumbre 5 (Ilustración 4-37), porque el nivel de estructura del problema es mayor y hay un menor grado de incertidumbre con el cual los participantes con impacto profundizador tienen que trabajar. Se observa que los participantes con impacto explorador tienen una mayor novedad adaptada de ideas ya que propone un alto número de ideas originales entre mayor es la estructura, sin embargo, en el nivel de incertidumbre 1 y 2 se observa que los participantes con impacto explorador también adaptan sus ideas originales.



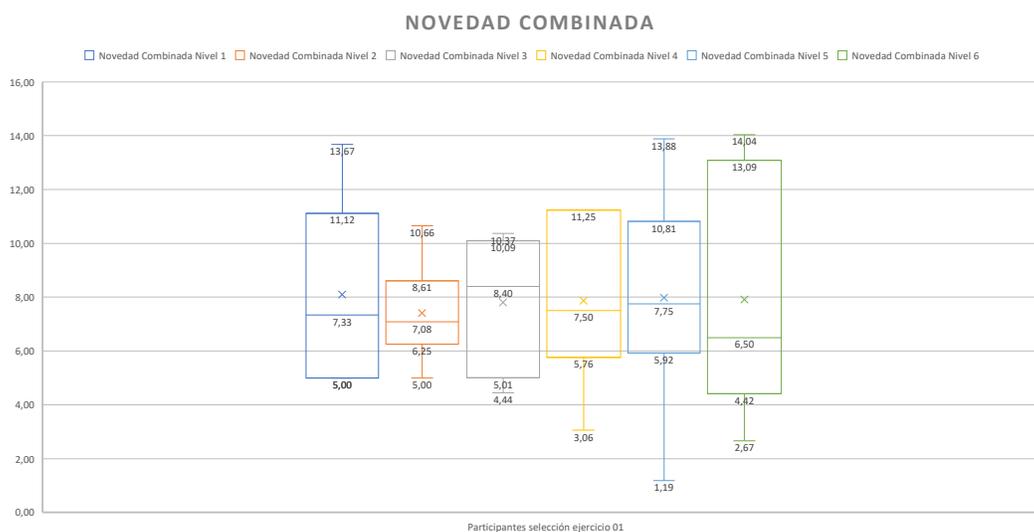
*Ilustración 4-38. Diagrama de caja de la novedad de las ideas variadas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que el promedio de la novedad de las ideas variadas es mayor en el nivel de incertidumbre 2 (Ilustración 4-38), porque el nivel de estructura del problema es menor y hay un mayor grado de incertidumbre con el cual los participantes con impacto explorador tienen que trabajar. Al proponer una mayor novedad de ideas originales en el nivel de incertidumbre 2 y una mayor novedad de ideas adaptadas en el mismo nivel, es más fácil para los participantes con un impacto explorador proponer ideas variadas de sus ideas originales.



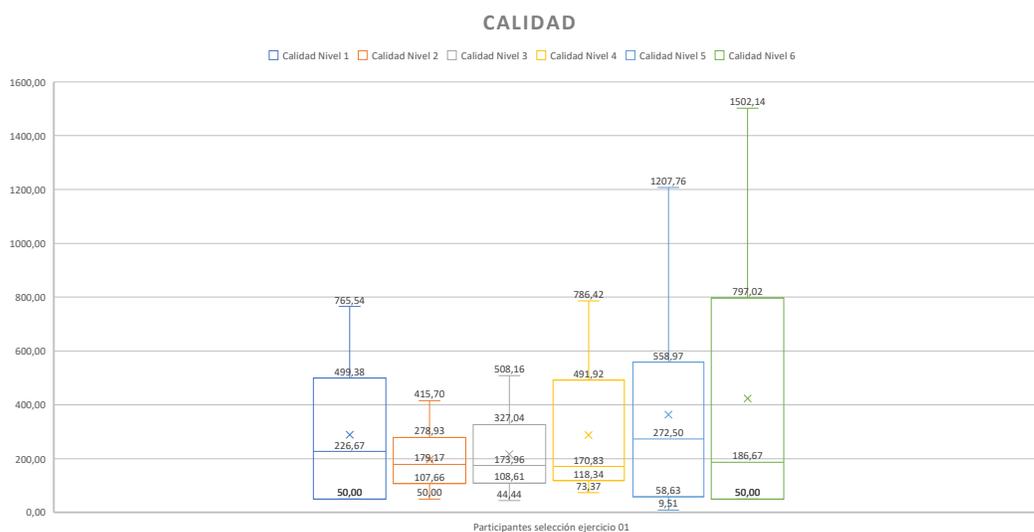
*Ilustración 4-39. Diagrama de caja de la novedad de los detalles de las ideas variadas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que el promedio de la novedad de los detalles de las ideas variadas es mayor en el nivel de incertidumbre 2 (Ilustración 4-39), porque el nivel de estructura del problema es menor y hay un mayor grado de incertidumbre con el cual los participantes con impacto explorador tienen que trabajar. Entre más se profundiza entre los niveles de novedad, menor es el valor que se alcanza en la variedad.



*Ilustración 4-40. Diagrama de caja de la novedad combinada de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que el promedio de la novedad combinada de ideas es mayor en el nivel de incertidumbre 6 (Ilustración 4-40), porque el nivel de estructura del problema es mayor y hay un mayor grado de incertidumbre con el cual los participantes con impacto profundizador tienen que trabajar. Sin embargo, también se puede observar un alto nivel promedio de la novedad combinada en el nivel de incertidumbre 1, esto es porque las personas con un impacto explorador tienen una menor estructura de problema y un mayor nivel de incertidumbre en el cual deben trabajar.



*Ilustración 4-41. Diagrama de caja de la calidad del espacio de la solución de los problemas de diseño de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

Se observa que el promedio de la calidad de la exploración del espacio de las soluciones de los problemas de diseño es mayor en el nivel de incertidumbre 6 (Ilustración 4-41), porque el nivel de estructura del problema es mayor y hay un mayor grado de incertidumbre con el cual los participantes con impacto profundizador tienen que trabajar. Los participantes con impacto explorador muestran una menor calidad de exploración porque, aunque sus valores de novedad combinada son muy similares, los valores de la variedad de las ideas sí son muy distintos. Los participantes con impacto profundizador tienen a tener una mayor exploración y ramificación de su árbol de ideas en comparación con los participantes con impacto explorador, esto produce la diferencia de valores entre los valores de variedad, responsables del valor de la calidad de exploración.

### 4.3 Correlación de las variables

Es necesario entender la relación que existe entre el impacto y las demás variables del estudio, para poder analizar que determina que una persona tenga un impacto explorador o profundizador. Para hacer este análisis se utiliza la correlación de Pearson como se explicó en el capítulo anterior. La correlación determina si dos variables están correlacionadas o no, es decir, se analiza si un aumento o disminución en una variable coincide con un aumento o disminución de otra variable, si son directamente proporcionales o inversamente proporcionales.

*Valor absoluto correlación    Fuerza de asociación*

<i>0 – 0.1</i>	Asociación nula
<i>0.1 – 0.3</i>	Asociación pequeña
<i>0.3 – 0.5</i>	Asociación mediana
<i>0.5 – 0.7</i>	Asociación moderada
<i>0.7 – 0.9</i>	Asociación alta
<i>0.9 – 1</i>	Asociación muy alta

*Tabla 4-1. Niveles de correlación: Fuente: Basado en McDonald, J. H. (2009)*

Una correlación positiva (directamente proporcionales): tiene lugar cuando el aumento de una variable conduce a al aumento de la otra variable y la disminución de una variable conduce a la disminución de la otra variable.

Una correlación negativa (inversamente proporcionales): tiene lugar cuando el aumento de una variable conduce a la disminución de la otra variable y viceversa.

Sin correlación: tiene lugar cuando un cambio en una variable no conduce a un cambio en la otra variable y viceversa.

Todos los valores de la correlación varían entre +1 y -1. Siendo +1 una correlación positiva perfecta y -1 una correlación negativa perfecta. Para medir los valores intermedios entre +1 y -1 se emplea la fuerza de asociación (Tabla 4-1) que mide el tamaño del efecto entre las dos variables.

Para este estudio se ignoran las variables que tiene una fuerza de asociación inferior al 10%, es decir que tiene una asociación nula. Se toma esa fuerza de asociación como base porque los valores inferiores no representan una relación significativa entre las variables.

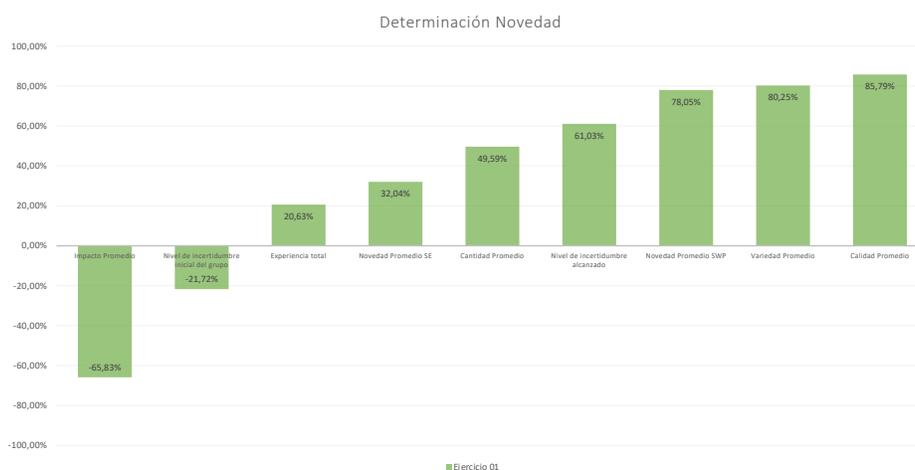
#### 4.3.1 Correlación del ejercicio



*Ilustración 4-42. Correlación del impacto con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

El impacto (ilustración 4-42) tiene una asociación moderada por como los participantes proponen ideas con alta novedad combinada, una alta variedad promedio de las ideas propuestas y la experiencia laboral que tienen los participantes dentro de la empresa, estas relaciones son inversamente proporcionales. Por otro lado, el impacto tiene una asociación mediana con la

calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, el nivel de incertidumbre promedio con el que mejor trabaja el grupo, la experiencia profesional total que tiene los participantes, la experiencia desde el grado que tienen los participantes y la novedad de las ideas adaptadas, estas relaciones son inversamente proporcionales. La cantidad de ideas propuestas por los participantes tiene una asociación pequeña con el impacto. El nivel de incertidumbre con el cual el grupo puede empezar a trabajar tiene una asociación directamente proporcional y mediana con el impacto.



*Ilustración 4-43. Correlación de la novedad combinada con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

La novedad combinada (ilustración 4-43) tiene una asociación alta con la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, la variedad de las ideas y la novedad de las ideas adaptadas, esta relación es directamente proporcional. Tiene una relación moderada con el nivel de incertidumbre alcanzado por el grupo, esta relación es directamente proporcional. La novedad combinada tiene una relación mediana con la novedad de las ideas variadas y con la experiencia laboral total de los participantes, está relación es directamente

proporcional. La novedad combinada tiene una relación inversamente proporcional y con una relación mediana del nivel de incertidumbre con el que los participantes inician el ejercicio.



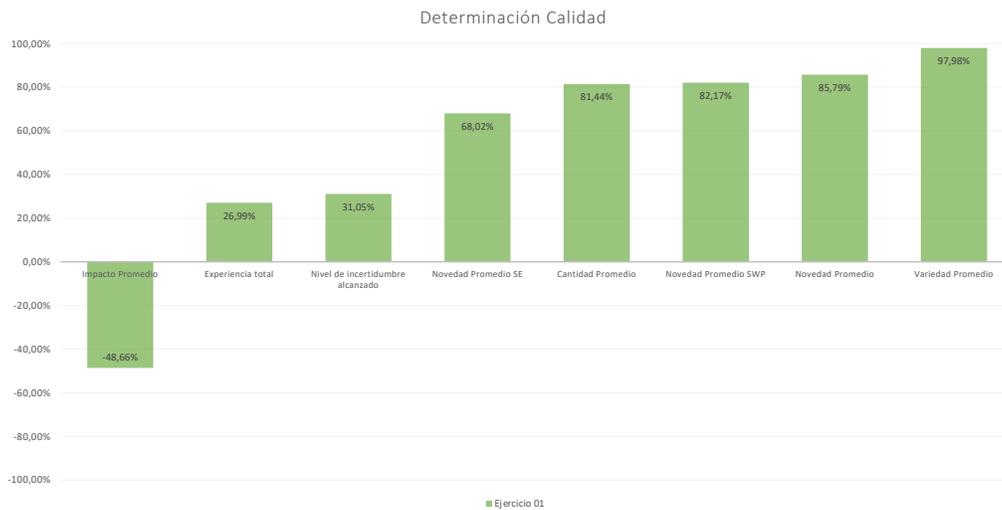
*Ilustración 4-44. Correlación de la variedad con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

La variedad (ilustración 4-44) tiene una asociación muy alta con la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, esta relación es directamente proporcional. Tiene una relación alta con la cantidad de ideas propuestas, la novedad combinada y la novedad de ideas adaptadas, esta relación es directamente proporcional. La variedad tiene una relación directamente proporcional y moderada con la novedad de las ideas variadas. Tiene una relación directamente proporcional y mediana con la experiencia profesional total de los participantes. Tiene una relación directamente proporcional y pequeña con la experiencia de los participantes dentro de la empresa, el nivel de incertidumbre alcanzado por el grupo, la novedad de los detalles de las ideas variadas y la experiencia desde el grado.



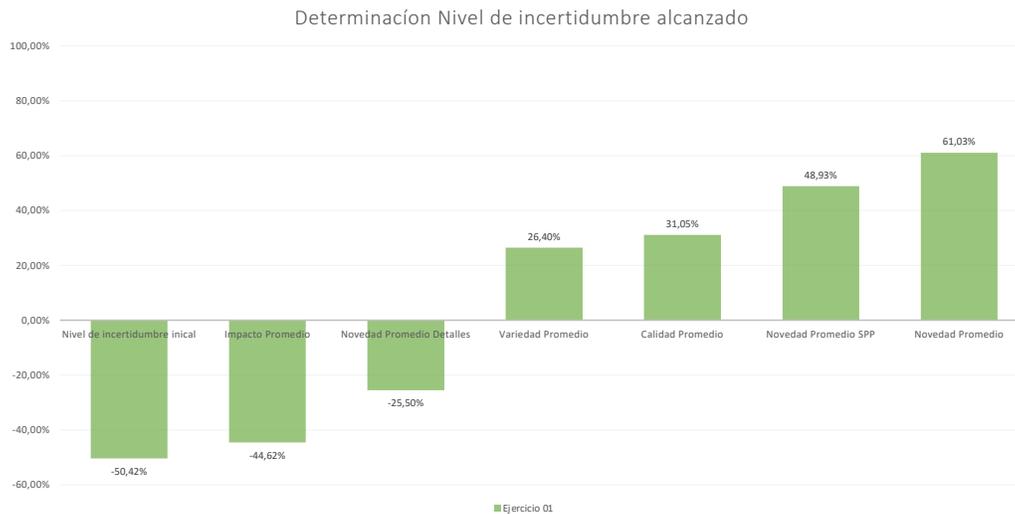
*Ilustración 4-45. Correlación de la experiencia de los participantes en la empresa con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

La experiencia de los participantes en la empresa (ilustración 4-45) tiene una relación directamente proporcional y de asociación alta con la experiencia laboral total de los participantes. Tiene una asociación mediana con la edad de los participantes, la cantidad promedio de ideas y la variedad promedio de las ideas propuestas, esta relación es directamente proporcional. Y por último tiene una asociación pequeña con la novedad de las ideas adaptadas, esta relación es directamente proporcional.



*Ilustración 4-46. Correlación de la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

La calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño (ilustración 4-46) tiene una asociación muy alta con la variedad de las ideas propuestas, esta relación es directamente proporcional. Tiene una asociación alta con la novedad combinada, la novedad de las ideas adaptadas y la cantidad de ideas propuestas, esta relación es directamente proporcional. La calidad tiene una asociación moderada y directamente proporcional con la novedad de las ideas variadas. Por ultimo el impacto tiene una relación directamente proporcional y con una asociación pequeña del nivel alcanzado y la experiencia profesional de los participantes.



*Ilustración 4-47. Correlación del nivel de incertidumbre alcanzado por el grupo con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

El nivel de incertidumbre alcanzado por el grupo (ilustración 4-47) tiene una asociación moderada con la novedad combinada de las ideas propuestas, esta relación es directamente proporcional. Tiene una asociación mediana con la novedad de las ideas originales y la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, esta relación es directamente proporcional. Tiene relación directamente proporcional y una asociación pequeña con la variedad de las ideas propuestas. Tienen una asociación moderada con el nivel de incertidumbre inicial del grupo, esta relación es inversamente proporcional. Tiene una asociación pequeña con la novedad de los detalles de las ideas variadas, esta relación es inversamente proporcional.



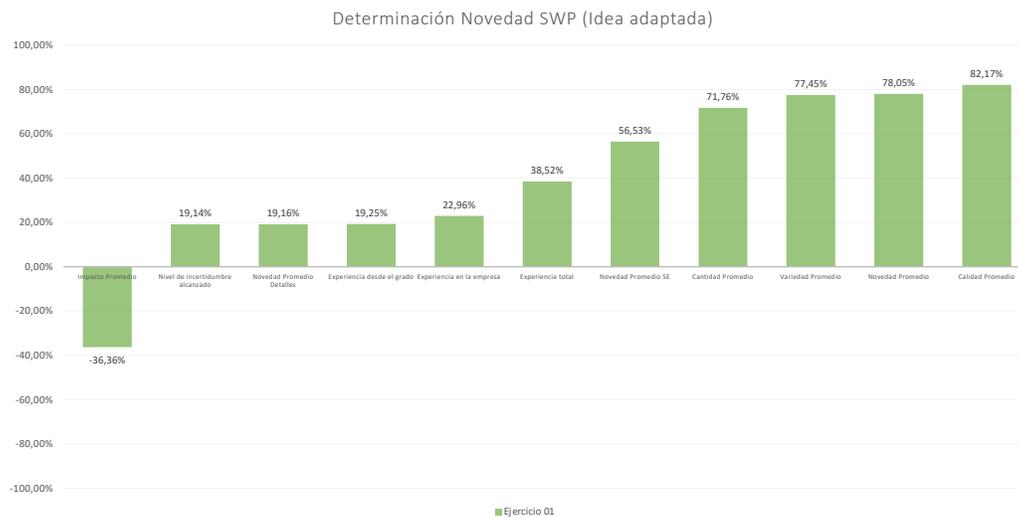
*Ilustración 4-48. Correlación la experiencia profesional de los participantes con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio 01. Fuente: Elaboración propia.*

La experiencia profesional de los participantes (ilustración 4-48) tiene una asociación alta con la experiencia laboral en la empresa y la experiencia profesional desde el grado de los participantes, esta relación es directamente proporcional. Tiene una asociación mediana con la cantidad de ideas propuestas, la novedad de las ideas adaptadas y la variedad de las ideas propuestas, esta relación es directamente proporcional. Tiene una relación pequeña con la novedad de los detalles de las ideas variadas, la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, la novedad de las ideas variadas y la novedad combinada, esta relación es directamente proporcional. Tiene una relación inversamente proporcional y con asociación pequeña con la novedad de las ideas originales.



*Ilustración 4-49. Correlación la experiencia profesional desde el grado de los participantes con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio 01. Fuente: Elaboración propia.*

La experiencia profesional desde el grado de los participantes (ilustración 4-49) tiene una asociación muy alta con la experiencia laboral en la empresa, esta relación es directamente proporcional. Tiene una asociación alta con la experiencia total de los participantes, esta relación es directamente proporcional. Tiene relación directamente proporcional y una asociación moderada con la edad de los participantes. Tiene una asociación pequeña con la cantidad de ideas propuestas y la variedad promedio, esta relación es directamente proporcional.



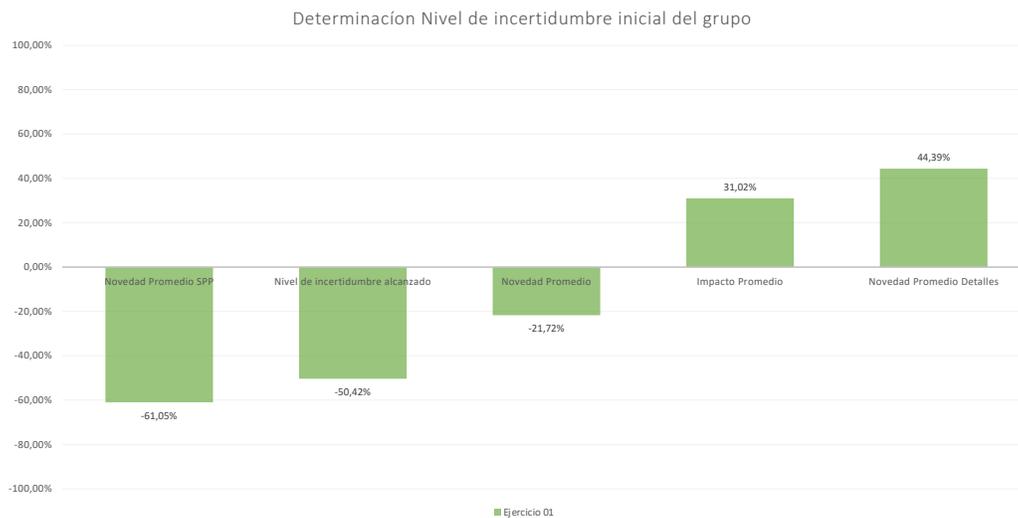
*Ilustración 4-50. Correlación la novedad de las ideas adaptadas con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

La novedad de las ideas adaptadas (ilustración 4-50) tiene una asociación alta con la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, la novedad combinada, la variedad y la cantidad de las ideas propuesta, esta relación es directamente proporcional. Tiene una relación directamente proporcional y con una asociación moderada con la novedad de las ideas variadas. Tiene una relación mediana con la experiencia profesional total de los participantes, esta relación es directamente proporcional. Tiene una asociación pequeña con la experiencia laboral en la empresa, la experiencia profesional desde el grado, la novedad de los detalles de las ideas variadas y el nivel de incertidumbre alcanzado por el grupo, esta relación es directamente profesional.



*Ilustración 4-51. Correlación cantidad de ideas propuestas con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

La cantidad de las ideas propuestas (ilustración 4-51) tiene una asociación alta con la novedad de las ideas variadas, la variedad, la calidad de la exploración y la novedad de las ideas adaptadas, esta relación es directamente proporcional. Tiene una asociación moderada con la novedad de los detalles de las ideas variadas, esta relación es directamente proporcional. Tiene una asociación mediana con la novedad combinada, la experiencia profesional de los participantes y la experiencia profesional en la empresa de los participantes, esta relación es directamente proporcional. Tiene asociación pequeña y con relación directamente proporcional de la experiencia profesional desde el grado de los participantes, y una asociación pequeña e inversamente proporcional con la novedad de las ideas originales.



*Ilustración 4-52. Correlación del nivel de incertidumbre inicial de los participantes con las variables del estudio analizadas para los participantes seleccionados durante el ejercicio. Fuente: Elaboración propia.*

El nivel de incertidumbre inicial de los participantes (ilustración 4-52) tiene una asociación mediana con la novedad de los detalles de las ideas variadas, esta relación es inversamente proporcional. Tiene una asociación moderada con el nivel de incertidumbre alcanzado por el participante, esta es una relación inversamente proporcional. Tiene una asociación pequeña con la novedad combinada, esta es una relación inversamente proporcional.

#### **4.3.2 Resultados del análisis de correlación**

El impacto de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, cuando se varía la estructura del problema está determinado por cómo el participante puede manejar la incertidumbre, si el participante puede trabajar con un nivel de incertidumbre muy alto el impacto será explorador, si por el contrario necesita trabajar con un nivel muy bajo de incertidumbre el impacto será profundizador. Este manejo inicial de la incertidumbre es el que determina si la relación con las otras variables es directa o inversamente proporcional, aunque con magnitudes

distintas debido a la relación que existe entre el impacto ya sea profundizador o con respecto a la calidad, por ejemplo en el impacto profundizador se tienen menos ideas originales pero muchas más ideas adaptadas y variadas, esto produce un desarrollo distinto con respecto al impacto explorador en donde se tienen muchas ideas originales pero pocas ideas adaptadas y variadas, esto explica el cambio de magnitud entre los tipos de impacto.

El impacto está determinado por la novedad combinada de las ideas propuestas, especialmente por la capacidad del participante de adaptar las ideas originales y de detallar las ideas variadas. El impacto está determinado por la variedad de las ideas, entre más variedad tengan las ideas, mayor es el impacto, lo que guarda relación la novedad y con la calidad de la exploración ya que esta es el resultado de la variedad multiplicada la novedad combinada. La experiencia total también determina el impacto, aunque lo hace en una relación menor, lo mismo sucede con la experiencia profesional desde el grado, la experiencia profesional en la empresa y la edad de los participantes.

Estos datos muestran lo que influye en el impacto de la exploración del espacio de los problemas de diseño, pero para comprobar su validez se propone realizar un segundo ejercicio con características similares y con los mismos participantes. Se decide usar a los 6 participantes seleccionados (participantes 04, 05, 12, 15, 16 y 17) para validar el primer ejercicio y encontrar si existe alguna relación entre los resultados del primer ejercicio y el segundo.

#### **4.4 Análisis del segundo ejercicio**

Una semana después de realizar el ejercicio, los 6 participantes seleccionados realizan el segundo ejercicio. Este ejercicio sigue el procedimiento establecido en el apartado 3.4.5 del capítulo anterior y se analiza de la misma manera que el ejercicio anterior, las gráficas complementarias de este segundo ejercicio y los mapas mentales propuestos por los participantes

se encuentran en el en el anexo B. Este ejercicio tiene características similares al anterior, a los participantes se les entrega una situación problema de una situación con la que no están familiarizados, aunque no tiene conocimiento previo sobre la situación problema, si tiene conocimiento de la metodología de trabajo y el uso de las TIPS.

#### **4.4.1 Análisis individual del segundo ejercicio**

El participante 04 en el primer ejercicio tenía un impacto profundizador, en este segundo ejercicio tiene un impacto profundizador, su impacto no cambio. Durante los dos ejercicios demostró una mayor capacidad para trabajar con problemas con un alto nivel de estructuración y un bajo nivel de incertidumbre.

El participante 05 en el primer ejercicio tenía un impacto explorador, en este segundo ejercicio tiene un impacto explorador, su impacto no cambio. Durante los dos ejercicios demostró una mayor capacidad para trabajar con problemas con un bajo nivel de estructuración y un alto nivel de incertidumbre.

El participante 12 en el primer ejercicio tenía un impacto explorador, en este segundo ejercicio tiene un impacto explorador, su impacto no cambio. Durante los dos ejercicios demostró una mayor capacidad para trabajar con problemas con un bajo nivel de estructuración y un alto nivel de incertidumbre.

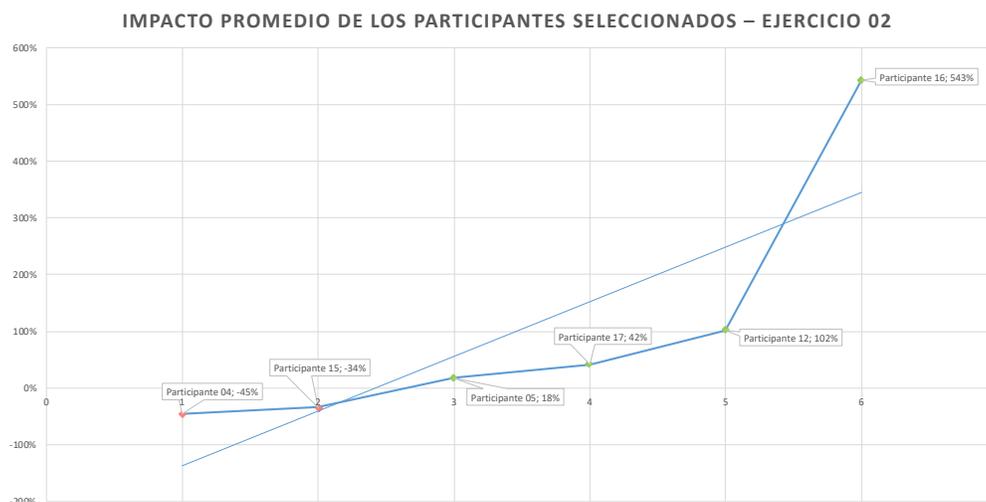
El participante 15 en el primer ejercicio tenía un impacto explorador, en este segundo ejercicio tiene un impacto profundizador, su impacto cambio. Durante el segundo ejercicio aprendió a tener una mayor capacidad para trabajar con problemas con un alto nivel de estructuración y un bajo nivel de incertidumbre. Este participante propone ideas originales y también profundiza las ideas propuestas.

El participante 16 en el primer ejercicio tenía un impacto profundizador, en este segundo ejercicio tiene un impacto explorador, su impacto cambio. Durante el segundo ejercicio aprendió a tener una mayor capacidad para trabajar con problemas con un bajo nivel de estructuración y un alto nivel de incertidumbre. Este participante propone ideas originales y también profundiza las ideas propuestas.

El participante 17 en el primer ejercicio tenía un impacto profundizador, en este segundo ejercicio tiene un impacto explorador, su impacto cambio. Durante el segundo ejercicio aprendió a tener una mayor capacidad para trabajar con problemas con un bajo nivel de estructuración y un alto nivel de incertidumbre. Este participante propone ideas originales y también profundiza las ideas propuestas.

#### **4.4.2 Análisis grupal del segundo ejercicio**

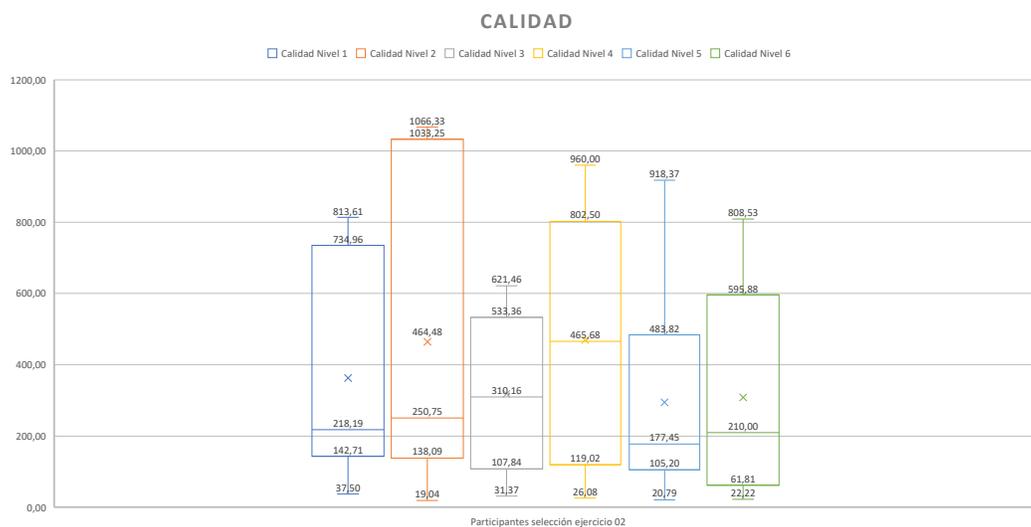
En el segundo ejercicio se evidencia un cambio en el impacto de los participantes al cambiar la estructura de los problemas de diseño, se puede decir que este cambio es dado por aprendizaje. Como los participantes ya habían desarrollado un ejercicio similar con anterioridad, ya entendían la metodología y desde el principio se hicieron las preguntas de ayudas que aparecen en las TIPS sin tenerlas en su posesión. El realizarse estas preguntas desde el principio les da a los participantes herramientas para trabajar con problemas con bajo nivel de estructuración y alto nivel de incertidumbre, esto se puede ver en como se paso de 3 participantes con un impacto explorador en el primer ejercicio a 4 participantes con impacto explorador en el segundo ejercicio (ilustración 4-42). Lo otros dos participantes que tienen impacto profundizador en este segundo ejercicio, tienen un valor de impacto mucho mas cercano a cero, en comparación con el valor que tenían en el ejercicio anterior.



*Ilustración 4-53. Impacto de la estructuración del problema de diseño y el nivel incertidumbre en relación con la calidad de la exploración del espacio de la solución del problema de diseño propuesto durante el ejercicio 02 por los participantes seleccionados. Los puntos rojos representan los participantes con impacto profundizador y los puntos verdes representan a los participantes con impacto explorador. Fuente: Elaboración propia.*

En este ejercicio ve un cambio en la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, ya que se observa que la calidad de la exploración del espacio de las soluciones de los problemas de diseño es mayor en el nivel de incertidumbre 2 (Ilustración 4-53), porque la mayoría de los participantes se sienten mas cómodos trabajando con un problema con bajo nivel de estructuración y alto nivel de incertidumbre. Los participantes con impacto explorador en este segundo ejercicio proponen ideas originales y adicionalmente las desarrollan durante los problemas con bajo nivel de estructuración, pero a medida que van estructurando el problema, abandonan ideas originales para concentrarse en las que consideran que tiene mayor relevancia, esto causa una baja en la variedad de las ideas propuestas. Los participantes con un impacto profundizador tienen su mejor desempeño en problemas con el nivel de incertidumbre 4, en donde se puede identificar que estos participantes trabajan mejor con un problema que tenga

un nivel medio de incertidumbre donde el problema no este lo suficientemente abierto para que no puedan trabajar con la incertidumbre inicial, pero tampoco este lo suficientemente cerrado para que no puedan proponer diferentes ideas originales.



*Ilustración 4-54. Diagrama de caja de la calidad del espacio de la solución de los problemas de diseño de las ideas propuestas por los participantes seleccionados durante el ejercicio 01. Fuente: Elaboración propia.*

Debido a que la situación problema a la que se enfrentan en los dos ejercicios es diferente no es posible comparar los dos ejercicios entre si, pero si es posible apreciar que existe un aprendizaje por parte de los participantes y la manera en que se enfrentan al problema es distinta. Si se analiza la calidad de exploración del espacio de la solución del ejercicio 01 (Ilustración 4-41), con respecto a la calidad de la exploración del espacio de la solución del ejercicio 02 (Ilustración 4-54) se puede observa que los participantes tienen a explorar mas las ideas de soluciones en todos los niveles de incertidumbre y estructuración en el segundo ejercicio.

Debido a que los ejercicios fueron viciados por un proceso de aprendizaje por parte de los participantes, además de que los dos ejercicios no son idénticos no se es posible comparar entre si

el resultado individual de cada ejercicio, es decir no es posible realizar una comparación variable a variable, debido a esto solo se realiza el análisis de correlación para el primer ejercicio.

#### **4.5 Síntesis y rasgos de los resultados obtenidos**

En atención a lo propuesto en el problema de investigación anunciado ¿Cuál es el impacto en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, cuando se varia la estructura del problema? Y luego de aplicado el modelo investigativo diseñado, se presenta una síntesis de los resultados. Como punto de inicio, se entiende por impacto en la exploración como el cambio que tienen los participantes en la calidad de la exploración del espacio de la solución para proponer ideas de solución en los problemas de diseño, cuando se enfrentan a problemas con diferentes niveles de estructuración.

El desarrollo de los ejercicios muestra que hay participantes con un impacto explorador y otros con un impacto profundizador en la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño cuando se varia la estructura del problema. Es decir que cuando la calidad de exploración es mayor entre menor es el nivel de estructura del problema de diseño y mayor el nivel de incertidumbre el impacto es explorador. Si la calidad es mayor entre menor es el nivel de incertidumbre y menor el nivel de estructura del problema de diseño el impacto es profundizador. Desde el punto de vista matemático, se dice que el impacto es explorador porque el valor del impacto es mayor a cero, es decir, la diferencia entre la calidad de exploración del espacio de un problema de diseño que tiene un alto nivel de estructura con respecto a un problema que tiene un bajo nivel de estructura es mayor a cero. Se dice que el impacto es profundizador porque el valor la diferencia entre en la calidad de la exploración del espacio de la exploración de los problemas de diseño que tiene un nivel de estructura alto con respecto a uno con un nivel de estructura bajo es menor a cero, esto puede verse en mayor detalle en el capítulo anterior.

De acuerdo a los resultados del análisis de correlación, los participantes con un impacto explorador en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño cuando se varia la estructura del problema, proponen ideas novedosas durante los niveles más altos de incertidumbre, estas ideas son diferentes entre ellas, pero son ideas que no están desarrolladas en los diferentes niveles de novedad, es decir, estos participantes proponen ideas novedosas e inesperadas, pero sacrifican su profundidad y desarrollo, son ideas que no se detallan.

A medida que estos participantes con impacto explorador reciben más información para reducir el nivel de incertidumbre y aumentar el nivel de estructuración del problema de diseño, abandonan las diferentes ideas propuestas y se centran en pocas o en una sola idea para poder profundizarla. Sus ideas de soluciones son profundas, pero poco novedosas y de baja variedad, también se aprecia que cuando sucede esto, en problemas con un alto nivel de estructuración, la calidad de exploración del espacio del problema de diseño sea menor que su calidad de exploración en problemas con un nivel mas bajo de estructuración. De la misma manera y derivado de la grafica de edad (Ilustración 4-28) y la grafica de experiencia de experiencia total (Ilustración 4-29), estos participantes son más jóvenes y con menos experiencia que los participantes con impacto profundizador.

Por otro lado, los participantes con un impacto profundizador en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño cuando se varia la estructura del problema, proponen ideas variadas durante los niveles bajos de incertidumbre, manifestando ideas detalladas, que a su vez son poco novedosas, es decir, los participantes que desde un principio proponen ideas novedosas y logran mayor estructuración del problema, presentan una mayor profundización y desarrollo de la idea, pero no proponen otras ideas originales de ejercicio. Se aprecia que cuando trabajan con las mismas ideas no exploran soluciones diferentes.

A medida que estos participantes reciben más información para reducir el nivel de incertidumbre y aumentar el nivel de estructuración del problema de diseño, profundizan y desarrollan cada vez más las ideas propuestas, a tal punto que sus ideas propuestas son de un valor de calidad de exploración mayor que las de los participantes con impacto explorador en un nivel de incertidumbre alto.

El impacto es inversamente proporcional a la novedad combinada de las ideas, es decir la combinación de los distintos niveles de novedad: la originalidad, adaptabilidad y variedad. Las ideas novedosas expresan un espacio de exploración con un impacto explorador, con ideas originales, pero con baja adaptabilidad y variedad. Las ideas de un espacio de exploración con un impacto profundizador son ideas que son poco originales, pero con alta adaptabilidad y variabilidad.

El impacto de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, cuando se varía la estructura del problema es inversamente proporcional a la variedad de las ideas. Cuando el impacto es explorador las ideas originales son muy variadas entre sí, pero al tener poco desarrollo su variedad total disminuye, es decir que son diferentes entre ellas solamente en el primer nivel de novedad. Cuando el impacto es profundizador las ideas originales son poco variadas entre sí, pero como son muy desarrolladas y detalladas su variedad total aumenta.

El impacto es inversamente proporcional a la cantidad de ideas propuestas, cuando el impacto es explorador al tener baja variedad el número de ideas propuestas, este valor también es bajo, al contrario, cuando el impacto es profundizador al tener alta variedad, el número de ideas propuestas es alto.

Teniendo en cuenta la relación entre el impacto y la novedad combinada, la variedad y la cantidad de ideas, se encuentra que el impacto es inversamente proporcional a la calidad de la

exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, es decir que si el impacto es explorador estos valores decrecen a medida que se estructura el problema y si el impacto es profundizador estos valores aumenta a medida que se estructura el problema.

La calidad de la exploración es directamente proporcional a la variedad de las ideas, la novedad combinada, la cantidad de ideas propuestas y la experiencia profesional. Entre mayor experiencia profesional se tiene, mas aumenta la calidad de exploración. Esto demuestra que en los problemas de diseño mal estructurados se produce una mayor exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño y a su vez una mayor oportunidad de ideación de posibles soluciones.

El análisis de este ejercicio permite corroborar la hipótesis planteada durante el desarrollo de esta investigación. Efectivamente en los problemas de diseño con bajo nivel de estructuración se produce una mayor exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño y a su vez una mayor oportunidad de ideación de posibles soluciones, ya que los participantes con un impacto explorador tienden a plantear mas ideas originales y diversas cuando se enfrenta a problemas con bajo nivel de estructuración. Al tener una mayor novedad de ideas originales, tienen una mayor oportunidad de idear posibles soluciones. Los participantes con impacto explorador producen una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño entre menor es la estructura del problema de diseño.

Para corroborar esto, durante el desarrollo de la investigación se plantea la necesidad de validar los hallazgos obtenidos, debido a esto se realiza un segundo ejercicio con unos participantes seleccionados que tiene diferentes niveles de impacto. Durante el desarrollo de este segundo ejercicio se evidencia un cambio en el comportamiento de los participantes. Aunque la situación problema es diferente para cada ejercicio, el hecho de que conozcan el protocolo de la

prueba por hacerla con anterioridad no permite una comparación directa, pero como los participantes se enfrentan a situaciones problema con los que no tienen experiencia, la forma en que se enfrentan a cada ejercicio si puede ser evidenciada.

Se puede evidenciar un cambio en la forma que los participantes seleccionados se enfrentan a los ejercicios, en este ejercicio fueron más los participantes que tuvieron un impacto explorador, y en los participantes que tuvieron un impacto profundizador, el valor de este impacto fue mucho más cercano a cero que en el ejercicio anterior. Esto muestra que los participantes aprenden a manejar la incertidumbre de una forma eficiente y que logran encontrar un método para enfrentarse a problemas desconocidos.

Usando el instrumento del análisis del estado de participación propuesto en la fase metodológica en el capítulo anterior los participantes describen que prefieren trabajar con problemas con un nivel intermedio de estructuración, en donde tengan la información necesaria para reducir el nivel de incertidumbre inicial, pero en donde el problema sea lo suficientemente desestructurado para proponer sus propias ideas. Esto se puede comprobar al analizar los datos de la calidad de la exploración del espacio de la solución de cada participante. Cuando son participantes con impacto explorador, sus niveles de calidad son altos durante los primeros niveles de incertidumbre y empiezan a descender a partir del nivel 3 donde los problemas son medianamente estructurados. Con los participantes con impacto profundizador, sus niveles de calidad empiezan a ascender a partir del nivel 3 de incertidumbre donde los problemas son medianamente estructurados.

## 5 Conclusiones, proyecciones y recomendaciones

Luego de desarrollado el trabajo de campo y sintetizados los resultados de este, se puede concluir en términos de los compromisos y alcances de lo propuesto para este trabajo de investigación, lo siguiente:

1. Es importante señalar el contexto en el que se desenvuelve el proyecto. Puntualmente el objetivo que pretende determinar cuál es el impacto en la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño al variar la estructura del problema. Para responder a este propósito se presenta una hipótesis, en problemas con bajo nivel de estructuración se produce una mayor exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño.
2. El proceso de ideación es una actividad cognitiva individual, debido a esto los resultados obtenidos son analizados de manera individual y no debe ser comparada el valor de la calidad de exploración de un participante con otro.
3. El proceso de ideación es medido después de que la idea se expone, no durante el proceso de ideación, esto es porque hacer ese análisis requeriría que los participantes realizaran sus pruebas a través de una resonancia magnética funcional, la cual debe hacerse en un laboratorio e impide analizar a los participantes en su ambiente de trabajo. Adicionalmente no es de interés de esta investigación las ideas individuales, sino el conjunto de ideas propuestas.
4. Esta investigación se enfoca en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño y mide la calidad de dicha exploración, no mide ni analiza la idea misma, debido a que eso corresponde a un proceso diferente del pensamiento de diseño.

5. El pensamiento de diseño hace referencia a los procesos cognitivos necesarios para realizar un proceso de diseño, solucionar un problema de diseño y hacer proceso de innovación.
6. La población que participa en este estudio son diseñadores de diferentes campos de especialización (grafica, industrial, visual, UX), edad y experiencia laboral que trabajan en una agencia digital en la ciudad de Bogotá. Esta agencia hace parte de las industrias creativas.

En síntesis, el proyecto de investigación atiende la relación dada entre la incertidumbre, la estructuración de los problemas de diseño y el impacto que estos tienen en el proceso de ideación y de la calidad de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño. Esta relación permite proponer una herramienta para el planteamiento y solución de problemas de diseño, la cual se deja a consideración para ser desarrollada en una futura investigación. Por ultimo, se dan unas recomendaciones para utilizar estos datos como base en futuras investigaciones.

### **5.1 Conclusiones**

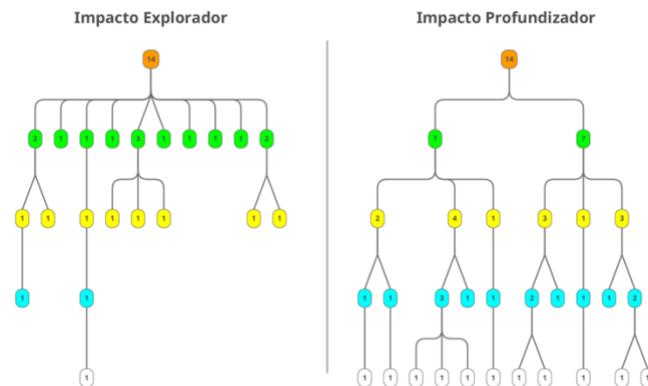
- a. Cuando los diseñadores se enfrentan a un proyecto de diseño dentro de la agencia y varían la estructura del problema de diseño, su calidad de exploración del espacio de la solución del problema de diseño puede ser exploradora, en donde buscan diferentes alternativas de soluciones, o profundizadora, en donde desarrollan y detallan las alternativas de soluciones propuestas.
- b. El proceso de ideación es mental, y para poder evidenciarse ese proceso se opto por buscar una estrategia que permitiera al diseñador registrar sus ideas, asociarlas, organizarlas y categorizarlas. Esta estrategia de registro fueron los mapas mentales.

- c. Para caracterizar la manera en que el diseñador estructura un problema de diseño, cuando se enfrenta a situaciones que involucran soluciones a problemas de diseño, se implemento el uso de las TIPS para guiarlo hacia la variación consiente de la estructura del problema al que se enfrenta.
- d. Se estimo el impacto de la variación de la estructuración del problema de diseño en los procesos de exploración de la solución de estos, a través del análisis de cuatro variables que determinan el grado de exploración del espacio de la solución del problema de diseño, estas son, la cantidad de ideas, la novedad de ideas, la variedad de las ideas y la calidad de la exploración.
- e. Se propone la mal estructuración de los problemas de diseño como una estrategia par mejorar la eficiencia creativa en el proceso de ideación de las industrias creativas en Bogotá. La empresa en donde se realiza este trabajo manifiesta que los procesos de ideación y de planteamiento del problema basado en el análisis de los requerimientos presentados por el cliente, se realizan en un menor tiempo desde que la mal estructuración de los problemas de diseño se implementó en la metodología de trabajo de la empresa.
- f. En cuanto a la fase de ideación del pensamiento de diseño, se observa que esta es fundamental para la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño. Se busca en esta fase generar la mayor cantidad de ideas de soluciones posibles, sin importar si estas son correctas o equivocadas. La validación de esas ideas de soluciones son parte de otra fase del pensamiento de diseño.
- g. En relación con la variación de la estructura del problema y la calidad de exploración del espacio de la solución, se evidencia que al variar la estructuración del problema se influye directamente en la calidad de la exploración del espacio de la solución, esto se manifiesta

en el momento en que se presenta una mayor exploración en la solución del problema cuando hay mayor incertidumbre dada por la poca estructuración del problema, esto sucede mayormente en diseñadores jóvenes que acumulan menor experiencia laboral en el trabajo en diseño.

- h. En relación con la variación de la estructura del problema y la calidad de exploración del espacio de la solución, se evidencia que al variar la estructuración del problema se influye directamente en la calidad del espacio de la solución, esto se manifiesta en el momento en que se presenta una mayor exploración en la solución del problema cuando hay menor incertidumbre dada por la alta estructuración del problema, esto sucede mayormente en diseñadores que acumulan mucha experiencia laboral en el trabajo en diseño
- i. De otro lado, en el proceso de solución de problemas propio del proceso de exploración del espacio de la solución e impactado por la variación de la estructura del problema de diseño, se señala la existencia del proceso de ideación como parte fundamental de la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, al ser un proceso divergente, la cantidad, variedad y novedad combinada de ideas es de suma importancia para determinar la calidad de la exploración, entre mayor se presentan los valores de las variables anteriores (cantidad, variedad y novedad combinada), mayor resulta la oportunidad de obtener una solución óptima e innovadora del problema de diseño.
- j. En este orden de ideas, efectivamente se identifica que la estructuración de un problema de diseño impacta directamente sobre la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño y sobre la ideación misma, porque dependiendo de la manera en que cada diseñador trabaja y es capaz de estructurar su propio problema de diseño, se observa diferentes valores en la calidad de la exploración del espacio de la solución. El impacto se

- específica como la diferencia entre los diferentes valores de la calidad con respecto al grado de estructuración del problema de diseño.
- k. El impacto en la exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño cuando se varía la estructura del problema de diseño es determinado por la aptitud de los diseñadores para trabajar en estados mentales de incertidumbre, ya que la incertidumbre de un problema está directamente relacionada con el grado de estructuración de un problema de diseño, dado que entre mayor información adquiere el diseñador sobre un problema específico de diseño es más factible determinar el estado inicial del problema, el resultado esperado y las acciones del diseñador para pasar del estado inicial del problema al resultado esperado.
- l. Lo anterior permite inferir la presencia de dos tipos de impacto en la calidad de la exploración del espacio de la solución al variar la estructura del problema de diseño, el **impacto explorador** y el **impacto profundizador** (ilustración 5-1).



*Ilustración 5-1. Comparación entre el impacto explorador y el impacto profundizador. Ambos árboles de ideas tienen 14 ideas propuestas. Fuente: Elaboración propia.*

- m. El **impacto explorador** es la capacidad que manifiesta un diseñador para trabajar de mejor manera con problemas de diseño de bajo nivel de estructuración y alto nivel de

incertidumbre, mostrando una mayor calidad de exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño en problemas con estas características. De acuerdo con el análisis, estos diseñadores tienden a proponer ideas de novedad original, pero con poco desarrollo y profundización. Los resultados del análisis muestran que son diseñadores más jóvenes y con menos experiencia profesional, lo anterior permite concluir, que proponen ideas de soluciones sin sesgos cognitivos, como el efecto *einstellung* o también la fijación de diseño, en consecuencia, se infiere que por su falta de experiencia no enfrentan un desafío a proponer soluciones que puedan estar equivocadas, esto permite que sean diseñadores altamente creativos pero que no sean muy concisos en el desarrollo de su trabajo. De otro lado, la falta de experiencia resulta ser una oportunidad en el proceso de ideación al poder proponer tanto ideas erróneas y como correctas por igual. En la misma condición resulta ser un obstáculo en el proceso de profundización durante el desarrollo de la idea, en cuando no favorece la oportunidad de lograr mayores detalles en las ideas de solución propuestas y a su vez limita la capacidad de inferencias no deductivas para llegar a una conclusión y tomar decisiones sobre cuales ideas solucionan de mejor manera el problema de diseño planteado.

- n. El **impacto profundizador** es la capacidad que manifiesta un diseñador para trabajar de mejor manera con problemas de diseño de alto nivel de estructuración y bajo nivel de incertidumbre, mostrando una mayor calidad de exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño en problemas con estas características. De acuerdo con el análisis, estos diseñadores tienden a proponer ideas de novedad adaptada y variada, con un mayor desarrollo y profundización; en consecuencia, sus ideas no manifiestan mayor novedad en ideas originales. Los resultados del análisis muestran que son diseñadores de mayor edad y con más experiencia profesional, lo anterior permite concluir, que la razón

por la que no proponen ideas con novedad original es porque proponen ideas de soluciones con sesgos cognitivos, como el efecto *einstellung* o también la fijación de diseño, en consecuencia, se infiere que su experiencia les permite analizar si la idea de solución que están proponiendo es la mejor para el problema al que se enfrentan y descartar cualquier otra solución que consideren no es óptima para solucionar el problema, de esta manera solo proponen ideas que consideran correctas. Los datos muestran que son diseñadores altamente efectivos porque sus ideas tienen a ser las correctas, pero en la misma media tienen a ser diseñadores poco creativos porque las ideas que proponen son iteraciones de ideas que han propuesto en el pasado, al ignorar soluciones que de manera intuitiva consideran ser erróneas, pueden estar ignorando posibles soluciones novedosas para el problema al que se enfrentan. De otro lado, su experiencia laboral es una ventaja porque tienen las herramientas para desarrollar a profundidad todas las ideas que presentan, haciendo que estas ideas sean muy detalladas y que sea más factible llevarlas a cabo.

- o. Con base a los resultados se concluye que el impacto está determinado por la novedad combinada de las ideas propuestas, especialmente por la aptitud del diseñador de adaptar las ideas originales y detallar las ideas variadas. El impacto también está determinado por la variedad de las ideas, ya que, a mayor variedad, mayor es el impacto obtenido.
- p. Un diseñador puede tener tanto impacto explorador como impacto profundizador en la exploración del espacio de la solución del problema de diseño al que se enfrenta. Esto se infiere gracias a la manifestación de un proceso de aprendizaje por parte del diseñador al repetir la estrategia de mal estructuración de los problemas de diseño en diferentes problemas.

- q. La mal estructuración de los problemas de diseño es una estrategia para debilitar la estructura semántica de un problema de diseño. Esta estrategia permite modificar el nivel de estructura de un problema de diseño, de forma tal que sea considerado óptimo para empezar trabajar por un diseñador, es decir que sea un problema lo suficientemente abierto para proponer diferentes ideas de soluciones de alta novedad, pero lo suficientemente cerrado para tener la información mínima necesaria para entender el estado inicial del problema, el estado final del problema y el camino para pasar del estado inicial al estado final.
- r. De acuerdo con el análisis del estado de participación de los diseñadores, se observa que existe un punto en donde la estructura de el problema es la adecuada para que tanto los diseñadores con impacto exploratorio y diseñadores con impacto profundizador manifiesten que pueden empezar a trabajar y que es en este punto donde sus ideas pueden ser mas creativas.
- s. Basado en el análisis de los resultados se puede concluir que cuando los diseñadores tienen un impacto exploratorio, sus niveles de calidad son altos durante los primeros niveles de incertidumbre y empiezan a descender a partir del nivel 3. En los participantes con impacto profundizador, sus niveles de calidad empiezan a ascender a partir del nivel 3 de incertidumbre. Basado en esto se dice que el nivel de estructuración óptimo de un problema de diseño es uno en el que su nivel de estructuración sea intermedio.
- t. La relación que existe entre el objetivo principal, la hipótesis y la pregunta de investigación permite concluir que en problemas de diseño mal estructurados se produce una mayor exploración del espacio de la solución del problema de diseño y a su vez una mayor oportunidad de ideación de posibles soluciones. Esto es especialmente cierto para los diseñadores con un impacto explorador o para lo diseñadores con un impacto

profundizador que aprenden a trabajar con la incertidumbre, porque de acuerdo con los resultados, al trabajar con problemas que tienen un bajo nivel de incertidumbre los diseñadores proponen ideas de soluciones que no habían pensado con anterioridad, debido a que la pregunta es lo suficientemente abierta para poder ser interpretada de diferentes maneras. Se infiere, que esto es más fácil de lograr para los diseñadores con un impacto explorador, pero en los diseñadores con un impacto profundizador que aprenden a trabajar con la incertidumbre, las ideas de soluciones que proponen no solo son de novedad original, sino que también son ideas desarrolladas a profundidad, lo que aumenta la oportunidad de idear una posible solución correcta.

- u. Los diseñadores con un impacto explorador tienen una mayor exploración del espacio de la solución de los problemas de diseño, pero la calidad de su exploración puede mejorar mediante el uso reiterativo de la mal estructuración de los problemas de diseño, como puede evidenciarse en los resultados del ejercicio de validación.
- v. Se evidencia en los diseñadores que el uso reiterativo de la mal estructuración de los problemas de diseño representa un aprendizaje meta cognitivo del diseño, debido a que aprenden a ser más eficientes en durante la elaboración de sus procesos de diseño.
- w. Llegar a esta conclusión fue posible gracias a los instrumentos de registro que permiten determinar los procesos de exploración de la solución de diseño, propuestas en esta investigación. Herramientas tales como los mapas mentales, y su subsecuente transformación a un árbol de ideas, permite caracterizar el proceso de ideación de los diseñadores.
- x. Las TIPS (Tarjetas para la Ideación de Problemas y Soluciones de diseño) permiten variar la estructura de un problema de diseño. Esta herramienta permite identificar la manera en que el diseñador estructura un problema de diseño, debido a que mide que el diseñador

tenga mas información sobre el problema al que se enfrenta, es más fácil para él estructurar el problema de diseño.

- y. De acuerdo con los resultados, los diseñadores participantes en esta investigación encontraron en estos instrumentos las herramientas para enfrentarse a diferentes problemas de diseño sin importar si tienen experiencia trabajando o no en este tipo de problemas.
- z. Aunque instrumentos como los mapas mentales son muy reconocidos en los ejercicios de creatividad, su principal aporte en esta investigación fue la importancia de los mapas mentales como estrategias de conocimiento que permiten organizar, visualizar y categorizar las ideas para su posterior análisis.
- aa. De acuerdo con los resultados, el uso reiterativo de los mapas mentales y las TIPS para enfrentar problemas de diseño desconocidos para el diseñador, muestra un incremento en la calidad de la exploración del espacio de la solución, generando una mayor variedad de ideas de soluciones.
- bb. La mal estructuración de los problemas de diseño es un modelo creativo para solucionar problemas de diseño y presenta una ventaja sobre otros modelos creativos (lluvia de ideas, SCAMPER, entre otros) ya que es el único que varia la estructura de los problemas de diseño para mejorar la calidad de la exploración del espacio de la solución.
- cc. Los diseñadores de la empresa donde se realiza este trabajo de investigación proponen alternativas de soluciones más variadas al plantearse y estructurar el problema de diseño utilizando las TIPS, explorando de forma mas eficiente el espacio de la solución del problema de diseño.

## 5.2 Proyecciones

Gracias al análisis del impacto de la variación de la estructuración del problema de diseño en los procesos de exploración de la solución del espacio de la solución de los problemas de diseño, se puede observar que existe un proceso de aprendizaje cuando los diseñadores se enfrentan en varias ocasiones a problemas de diseño en donde es posible cambiar el nivel de estructuración del problema, como el cambio en la habilidad en el manejo de la incertidumbre que puede ser evidenciada durante el desarrollo del ejercicio de verificación del trabajo experimental.

Aunque la situación problema es diferente para cada ejercicio al que un diseñador se enfrenta, el hecho de que conozcan el protocolo de trabajo para la mal estructuración de los problemas de diseño permite evidenciar un cambio en la forma que los diseñadores se enfrentan a los ejercicios. Esto muestra que los participantes aprenden a manejar la incertidumbre de una forma más eficiente y que logran encontrar un método para enfrentarse a problemas desconocidos.

El uso reiterativo de las TIPS como herramienta para enfrentar un nuevo problema de diseño, permite que los diseñadores se hagan a si mismos unas preguntas claves para proponer ideas de soluciones a los problemas a los que se enfrentan. Los diseñadores con menos experiencia usan estas preguntas claves para profundizar las ideas que proponen y los diseñadores con más experiencia usan esas preguntas claves para plantearse ideas que podrían estar ignorando. Gracias a la evidencia de estos resultados, se puede decir que este tipo de ayuda podría ser mas efectiva si es guiada por un líder de un equipo de diseño.

Un líder de equipos de diseño debe ser capaz de encontrar las diferencias entre su equipo de trabajo y entender cual es la mejor manera de presentarles un problema nuevo de diseño al que se deben enfrentar. Si el problema al que se enfrenta es demasiado estructurado, los

miembros del equipo con menos experiencia se limitaran a responder lo que se les pide, perdiendo el potencial de nuevas ideas de soluciones que se les podría ocurrir si el problema tuviera un menor grado de estructura, pero por otro lado, si el problema tiene muy poca estructura puede que los diseñadores con mayor experiencia no se sientan cómodos para trabajar en ese problema hasta que mas información les sea suministrada, obteniendo de estos un desempeño mas pobre del que realizan normalmente.

Es responsabilidad entonces del líder del equipo de diseño incentivar en los diseñadores más jóvenes la necesidad de profundizar sus ideas de solución, recordándoles que las ideas no solo deben ser novedosas, sino que estas deben ser desarrolladas lo mejor posible para poder detallar como puede ser implementada esa idea de solución de manera eficiente. También, deben incentivar el desarrollo de problemas con mayor incertidumbre en sus diseñadores con más experiencia para que estos puedan proponer ideas de solución más novedosas y lo más distintas posibles de las ideas que han propuesto en el pasado, esto solo es posible en un ambiente en el que los diseñadores tanto junior como senior, sientan que esta bien equivocarse y que durante la búsqueda de ideas de soluciones, algunas de estas resolverán el problema mejor que otras posibles soluciones, pero que todas las ideas de soluciones son valiosas para el proceso de diseño, ya que al ser un proceso no lineal e iterativo, se puede desarrollar sobre estas ideas.

El uso de la las TIPS como instrumento para la fragmentación de la información de una situación problema, puede proporcionar a los lideres de los equipos de diseño una herramienta para mal estructurar el problema de diseño y presentarle a su equipo de trabajo un nuevo problema de diseño, las TIPS pueden ayudarle a presentar el problema con el grado óptimo de estructuración y de incertidumbre con el que su equipo de trabajo puede empezar a trabajar más cómodamente, de modo que pueda presentar el problema con el mínimo de información necesaria para que su equipo pueda manifestar sentirse cómodo para iniciar con el proceso de

ideación y a la vez que el problema sea lo suficientemente mal estructurado para que puedan plantear ideas de solución que no han planteado en el pasado.

La mal estructuración de los problemas de diseño puede ser usada para consolidar equipos de diseño en empresa de diseño y en empresas que subcontratan equipos de diseño. También puede usarse para capacitar empresas que no tienen un departamento de diseño ni los subcontratan.

### **5.3 Recomendaciones**

El uso de las TIPS puede ser una estrategia que permita mejorar la eficiencia creativa en el proceso de ideación de las industrias creativas en Bogotá a partir de la estructuración de un problema de diseño. Sin embargo, su uso solo se ha implementado en una agencia de diseño con una población particular, serian interesante para futuras investigaciones analizar el uso de las TIPS para la mal estructuración de los problemas de diseño en diferentes industrias creativas de Bogotá.

Otros modelos de creatividad, como la técnica de los 6 sombreros, la lluvia de ideas, SCAMPER y técnicas de pensamiento lateral, no fueron utilizados en esta investigación dado que no es posible homologar estas estrategias a un modelo que permita analizar el impacto entre la estructuración del problema, la incertidumbre y la ideación. Seria interesante para una futura investigación analizar el impacto de otros modelos de creatividad junto con el uso de las TIPS.

Este trabajo se centra en como la variación de la estructura del problema de diseño influye en la exploración del espacio de la solución del problema y el proceso de ideación. Pero el proceso de ideación también puede verse influido por otros aspectos como la inspiración, el ambiente de trabajo, dar un mayor tiempo para proponer ideas pensando en el problema durante varios días,

estímulos externos, entre otros. Estos otros aspectos no son tomados en cuenta y pueden ser la base de una futura investigación.

En esta investigación se habla de diseñadores con un impacto explorador y otros con un impacto profundizador, sin embargo, durante los ejercicios no se encontró ninguno que estuviera en medio de los dos impactos o que tuviera los dos. Sería interesante para una próxima investigación determinar que características posee un diseñador que tiene un impacto tanto exploratorio como profundizador o que no tienen ninguno de los dos impactos.

En una futura investigación se puede analizar el impacto cuando los diseñadores se integran al proceso de ideación en la medida que avanza el nivel de estructuración del problema, analizando la influencia del proceso de ideación cuando es una tercera persona la que va modificando el nivel de estructura.

Adicionalmente, se puede realizar una investigación en la que el nivel de estructuración del problema de diseño sea variado en una actividad grupal, y analizar como se afecta el proceso de ideación cuando el problema es estructurado por varias personas a la vez, en especial si estos grupos están conformados por diseñadores con impacto explorador y otros con impacto profundizador.

El clima laboral de la agencia de diseño en donde se realiza el estudio, así como la eficiencia de sus trabajadores puede ser diferente en otras empresas, esta diferencia deber ser tomada en cuenta al intentar replicar este estudio en otro lugar.

Esta investigación se centro únicamente en la fase de ideación del pensamiento de diseño representada en el doble diamante propuesto por el Design Council, es interesante para una futura investigación analizar cómo influye la mal estructuración de los problemas de diseño en las otras fases del pensamiento de diseño.



**Anexo A. Análisis individual del primer ejercicio**

**Anexo B. Análisis individual del segundo ejercicio**

## Bibliografía

- Acero, A. (2016). Aproximaciones críticas (desde la pedagogía) para una enseñanza del diseño. En H. A. Mesa (Ed.), *Coloquios del diseño: Disciplina, pedagogía, profesión* (pp. 14-29). Universidad Nacional de Colombia.
- Aish, R. (2005). From intuition to precision.
- Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems*. Gordon and Breach.
- Bala, S. (2014). Lateral thinking vs vertical thinking. *Deliberative Research*, 24(1), 25.
- Beitz, W., Pahl, G., & Grote, K. (1996). *Engineering design: a systematic approach*. MRS BULLETIN, 71.
- Benesty, J., Chen, J., Huang, Y., & Cohen, I. (2009). Pearson correlation coefficient. In *Noise reduction in speech processing* (pp. 1-4). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1997). *Contextual design: A customer-centered approach to systems designs*.
- Bilalić, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008). Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect. *Cognition*, 108(3), 652-661.
- Björklund, T. A. (2013). Initial mental representations of design problems: Differences between experts and novices. *Design Studies*, 34(2), 135-160.
- Bratteteig, T., Rolstad, O. K., & Wagner, I. (2016). The life and death of design ideas. In *COOP 2016: Proceedings of the 12th International Conference on the Design of Cooperative Systems, 23-27 May 2016, Trento, Italy* (pp. 259-275). Springer, Cham.

- Briede-Westermeyer, J. C., & Pérez-Villalobos, C. (2017). Diseño industrial, creatividad e ideación: Estudio sobre el desarrollo de productos en la industria manufacturera del Biobío, Chile. *Interciencia*, 42(5), 293-300.
- Briggs, R. O., & Reinig, B. A. (2010). Bounded ideation theory. *Journal of Management Information Systems*, 27(1), 123-144.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review*, 86(6), 84.
- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *Design issues*, 8(2), 5-21.
- Buitrago, F & Duque, I. (2013). *La Economía Naranja: una oportunidad infinita*. Bogotá: Puntoaparte  
Bookvertising para el Banco Interamericano del Desarrollo (BID).
- Claxton, G. (2000). The anatomy of intuition. The intuitive practitioner: On the value of not always knowing what one is doing.
- Cross, N. (1984). *Developments in design methodology*. John Wiley & Sons.
- Cross, N. (2004). Expertise in design: an overview. *Design studies*, 25(5), 427-441.
- Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg.
- Dacey, J. S. (1989). *Fundamentals of creative thinking*. Lexington, MA: lexington Books.
- DANE. (2020, 24 julio). Cuenta Satélite de Cultura y Economía Naranja (CSCEN) 2014-2019pr.  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-satelite/cuenta-satelite-de-cultura-en-colombia/cuenta-satelite-de-cultura-y-economia-naranja-cscen-2014-2019pr>
- De Bono, E., & Diéguez, R. D. (1988). *Seis sombreros para pensar*. Granica.

- De Kohan, N. C. (2008). Los sesgos cognitivos en la toma de decisiones. *International Journal Of Psychological Research*, 1(1), 68–73.
- Design Council. (2019, 10 septiembre). What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond. <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>
- Diethelm, J. (2019). Embodied design thinking. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 5(1), 44-54.
- Dinero. (2018, 9 julio). Así se mueve la publicidad en Colombia. Así se mueve la publicidad en Colombia, por Raúl Ávila. <https://www.dinero.com/opinion/columnistas/articulo/asi-se-mueve-la-publicidad-en-colombia-por-raul-avila/259956>
- Dix, A., Ormerod, T., Twidale, M., Sas, C., Silva, P. A., & McKnight, L. (2006). Why bad ideas are a good idea.
- Dorst, K. (2003). Exploring the structure of design problems. In *DS 31: Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm.
- Dorst, K. (2004). On the problem of design problems-problem solving and design expertise. *Journal of design research*, 4(2), 185-196.
- Dorst, K. (2006). Design problems and design paradoxes. *Design issues*, 22(3), 4-17.
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.
- Durling, D. (1999). Intuition in Design: A perspective on designers' creativity. In *Bulletin of 4th Asian Design Conference International Symposium on Design Science*.

- Dziobczenski, P. R. N., & Person, O. (2017). Graphic designer wanted: A document analysis of the described skill set of graphic designers in job advertisements from the United Kingdom. *International Journal of Design*, 11(2).
- Espinel, M. C., Bruno, A., & Plasencia, I. (2010). La comprensión de gráficas de porcentaje de variación en situaciones cotidianas. *Revista Iberoamericana de educación Matemática*, 1(24), 83-102.
- Farrell, R., & Hooker, C. (2013). Design, science and wicked problems. *Design studies*, 34(6), 681-705.
- Foster, J., & Corby, L. (2007). *How to get ideas*. Berrett-Koehler Publishers.
- Frog. (2014, 26 junio). Global Design and Innovation Consulting Firm. frog design.  
<https://www.frogdesign.com/>
- García, F. M. G. (1992). Los mapas conceptuales de JD Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 148-158.
- Gilhooly, K. J. (1989). Human and Machine Problem Solving Toward a Comparative Cognitive Science. In *Human and machine problem solving* (pp. 1-12). Springer, Boston, MA.
- Girotra, K., Terwiesch, C., & Ulrich, K. T. (2010). Idea generation and the quality of the best idea. *Management science*, 56(4), 591-605.
- Goel, V. (2014). Creative brains: designing in the real world. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 241.
- Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The structure of design problem spaces. *Cognitive science*, 16(3), 395-429.
- Gonçalves, M., Cardoso, C., & Badke-Schaub, P. (2014). What inspires designers? Preferences on inspirational approaches during idea generation. *Design studies*, 35(1), 29-53.

- Grammenos, Dimitris, and Margherita Antona. "Future designers: Introducing creativity, design thinking & design to children." *International journal of child-computer interaction* 16 (2018): 16-24.
- Head, B. W., & Alford, J. (2015). Wicked Problems: Implications for Public Policy and Management. *Administration & Society*, 47(6), 711–739. <https://doi.org/10.1177/0095399713481601>
- Head, B., & Alford, J. (2008). Wicked problems: Implications for policy and management. In Australian Political Studies Association Conference.
- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4). México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernandis, B., & Cabello, M. (2006). *Creatividad, Innovación y desarrollo de Nuevos Productos*.
- Hlavacek, I., Chleboun, J., & Babuska, I. (2004). Uncertain input data problems and the worst scenario method. Elsevier.
- Hofer, E., Kloos, M., Krzykacz-Hausmann, B., Peschke, J., & Woltereck, M. (2002). An approximate epistemic uncertainty analysis approach in the presence of epistemic and aleatory uncertainties. *Reliability Engineering & System Safety*, 77(3), 229-238.
- Hofstadter, D. R. (2001). Analogy as the core of cognition. *The analogical mind: Perspectives from cognitive science*, 499-538.
- Hoppe, R. (2018). Heuristics for practitioners of policy design: Rules-of-thumb for structuring unstructured problems. *Public policy and administration*, 33(4), 384-408.
- Howard, T. J., Culley, S. J., & Dekoninck, E. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design studies*, 29(2), 160-180.

- Huera, V. L. N., Balseca, J. O., & Tigselema, I. L. P. (2016). Diseño gráfico para fortalecer la cultura organizacional. *SATHIRI*, (11), 86-95.
- Hugentobler, H. K., Jonas, W., & Rahe, D. (2004, November). Designing a methods platform for design and design research. In *Futureground*, Design Research Society, International Conference, Monash University, Australia.
- IDEO. (2013). *Design Thinking for Educators: Toolkit* (2.a ed.). IDEO.
- Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design studies*, 12(1), 3-11.
- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: past, present and possible futures. *Creativity and innovation management*, 22(2), 121-146.
- Juan, B. M. (2018). El director de arte en la configuración de los equipos creativos: proceso creativo y acceso a las agencias de publicidad. *grafica*, 6(11), 13-24.
- Kahneman, D. (2012). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.
- Kale, U., & Akcaoglu, M. (2020). Problem Solving and Teaching How to Solve Problems in Technology-Rich Contexts. *Peabody Journal of Education*, 95(2), 127-138.
- Koshik, I. (2003). Wh-questions used as challenges. *Discourse Studies*, 5(1), 51-77.
- Krippendorff, K. (2006). The semantic turn: A new foundation for design. *ARTIFACT-ROUTLEDGE-*, 1(11), 51.
- Lawson, B. R. (1979). Cognitive strategies in architectural design. *Ergonomics*, 22(1), 59-68.
- Liao, Y., Yang, C., & Li, W. (2015). Extension innovation design of product family based on Kano requirement model. *Procedia Computer Science*, 55, 268-277.

- Lindberg, T., Noweski, C., & Meinel, C. (2010). Evolving discourses on design thinking: how design cognition inspires meta-disciplinary creative collaboration. *Technoetic Arts: A Journal of Speculative Research*, 8(1).
- Lindemann, U. (2009). *Methodical development of technical products. Methodische Entwicklung technischer Produkte*. Berlin: Springer.
- Luchins, A. S. (1942). Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. *Psychological monographs*, 54(6), i.
- Maher, M. L., Poon, J., & Boulanger, S. (1996). Formalising design exploration as co-evolution. In *Advances in formal design methods for CAD* (pp. 3-30). Springer, Boston, MA.
- Mayer, R. E. (1989). Human nonadversary problem solving. In *Human and machine problem solving* (pp. 39-56). Springer, Boston, MA.
- Moreno, D. P., Yang, M. C., Hernández, A. A., Linsey, J. S., & Wood, K. L. (2015). A step beyond to overcome design fixation: a design-by-analogy approach. In *Design computing and Cognition'14* (pp. 607-624). Springer, Cham.
- Nelson, B. A., Wilson, J. O., Rosen, D., & Yen, J. (2009). Refined metrics for measuring ideation effectiveness. *Design Studies*, 30(6), 737-743.
- Novak, J. D. (1998). *Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ozkan, O., & Dogan, F. (2013). Cognitive strategies of analogical reasoning in design: Differences between expert and novice designers. *Design Studies*, 34(2), 161-192.

- Peeters, J., Verhaegen, P. A., Vandevenne, D., & Duflou, J. R. (2010). Refined metrics for measuring novelty in ideation. *IDMME Virtual Concept Research in Interaction Design*, Oct, 20-22.
- Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y aprendizaje*, 4(sup2), 13-54.
- Pons, D. (2004). Design for uncertainty. Conference: Design Research Society International Conference, 'Futureground'. Melbourne.
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important?. *Review of educational research*, 82(3), 330-348.
- Reitman, W. R. (1964). Heuristic decision procedures, open constraints, and the structure of ill-defined problems. *Human judgments and optimality*, 282-315.
- Ríos, A. (2018, 1 junio). Registre su compañía en el Ranking de las 300 empresas de la comunicación. *Revista PyM*. <https://revistapym.com.co/comunicacion/ranking-de-la-comunicacion-publicitaria>
- Rittel, H. W., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy sciences*, 4(2), 155-169.
- Rozenburg, N. F., & Eekels, J. (1995). *Product design: fundamentals and methods*.
- Schön, D.A., & V. DeSanctis. (1986). "The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action." *The Journal of Continuing Higher Education* 29–30. doi: 10.1080/07377366.1986.10401080.
- Schraw, G., Dunkle, M. E., & Bendixen, L. D. (1995). Cognitive processes in well-defined and ill-defined problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, 9(6), 523-538.
- Shah, J. J., Smith, S. M., & Vargas-Hernandez, N. (2003). Metrics for measuring ideation effectiveness. *Design studies*, 24(2), 111-134.

- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial intelligence*, 4(3-4), 181-201.
- Sloan, M. C. (2010). Aristotle's nicomachean ethics as the original locus for the septem circumstantiae. *Classical Philology*, 105(3), 236-251.
- Suoheimo, M. (2020). Strategies and Visual Tools to Resolve Wicked Problems - University of Lapland research portal. *The International Journal of Design Management and Professional Practice*, 13(2), 25-47. <https://doi.org/10.18848/2325-162X/CGP/v13i02/25-41>
- Taylor, R. N. (1974). Nature of problem ill-structuredness: Implications for problem formulation and solution. *Decision Sciences*, 5(4), 632-643.
- Tepper, S. J. (2002). Creative assets and the changing economy. *The Journal of Arts Management, Law, and Society*, 32(2), 159-168.
- Toro, W. O. (2016). Componentes in-textuales del diseño: Naturaleza del diseño vs. naturaleza de la pedagogía del diseño. En H. A. Mesa (Ed.), *Coloquios del diseño: Disciplina, pedagogía, profesión* (pp. 14-29). Universidad Nacional de Colombia.
- Torrance, E. P. (1966). *The Torrance Tests of Creative Thinking— Norms: Technical Manual Research Edition—Verbal Tests, Forms A and B— Figural Tests, Forms A and B*. Princeton, NJ: Personnel Press.
- UNESCO. (2017) *Industrias creativas | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. <http://www.unesco.org/>. Recuperado 5 de agosto de 2020, de <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/creativity/creative-industries/>
- Verhaegen, P. A., Vandevenne, D., Peeters, J., & Duflou, J. R. (2013). Refinements to the variety metric for idea evaluation. *Design Studies*, 34(2), 243-263.

- Visser, W. (2006). Designing as construction of representations: A dynamic viewpoint in cognitive design research. *Human-Computer Interaction*, 21(1), 103-152.
- Wallace, T. L., Kelcey, B., & Ruzek, E. (2016). What can student perception surveys tell us about teaching? Empirically testing the underlying structure of the tripod student perception survey. *American Educational Research Journal*, 53(6), 1834-1868.
- Wallerstein, I. (1998). Uncertainty and creativity. *American Behavioral Scientist*, 42(3), 320-322.
- Ward, T. B., Patterson, M. J., & Sifonis, C. M. (2004). The role of specificity and abstraction in creative idea generation. *Creativity Research Journal*, 16(1), 1-9.
- Wehmeier, S. (2000). *Oxford Advanced Learner's Dictionary: Of Current English*. Oxford University Press.
- Yilmaz, S., Daly, S. R., Seifert, C. M., & Gonzalez, R. (2016). Evidence-based design heuristics for idea generation. *Design Studies*, 46, 95-124.
- Yilmaz, S., Seifert, C. M., & Gonzalez, R. (2010). Cognitive heuristics in design: Instructional strategies to increase creativity in idea generation. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AI EDAM*, 24(3), 335.