



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería

Diseño de dispositivo médico para lectura de índice glucémico en alimentos con
enfoque en mujeres embarazadas.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Licenciatura en Diseño Industrial

Presenta:

Ana Lucía Mendoza Rosales

Dirigido por:

LDI Violeta Álvarez Granados

LDI Violeta Álvarez Granados
Presidente

Firma

Dra. Hilda Romero Zepeda
Secretario

Firma

MDI. Carla Reséndiz Villaseñor
Vocal

Firma

MDI. José Héctor López Aguado Aguilar
Suplente

Firma

Dr. Manuel Toledano Ayala
Director de la Facultad

Dra. Flavia Guadalupe Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Julio 2019

RESUMEN

Se presenta la educación alimentaria como oportunidad de diseño ante la prevención de la diabetes gestacional. La demanda del feto propicia episodios de hipoglucemia que constantemente son comenzados por “antojos”, siendo el principal tema de enfoque. A través de una metodología cuanti-cualitativa se presenta el desarrollo de un producto de innovación que permita semaforizar el índice glucémico de un alimento antes de ser consumido, implementando elementos semánticos y códigos de usabilidad, brindando una interacción asertiva en la comunicación entre usuario y producto. El proceso de validación se realizó haciendo pruebas de usabilidad a través de la participación de siete gestantes mediante matrices de valoración. Los resultados obtenidos muestran aceptación por el producto siendo una propuesta preventiva ante el cuidado alimenticio en la etapa gestacional.

Palabras clave: Educación alimentaria, diseño médico, experiencia de usuario, semántica de producto, embarazo.

SUMMARY

Presents the food education as opportunity to design against the gestational diabetes prevention. The demand for the fetus leads to episodes of hypoglycemia that constantly are started by "cravings", being the main topic of focus. Through a quantitative-qualitative methodology is the development of a product innovation that will allow semaforizar the glycemic index of a food before being consumed, implementing semantic elements and codes of usability, providing a assertive communication between user and product interaction. The validation process was performed doing usability testing through the participation of seven pregnant women using evaluation matrices. The results show acceptance for the product being a preventive proposal to nutritional care in gestational stage.

Key words: Food education, medical design, user experience, product semantics, pregnancy.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo expresar mi total agradecimiento a la directora y guía en el desarrollo de esta investigación LDI. Violeta Álvarez Granados, quién me brindo total compromiso y dedicación en el proceso explorativo y creativo, a través de sugerencias y propuestas desde su experiencia como diseñadora industrial. Gracias por la confianza, paciencia y todo el apoyo en las circunstancias vulnerables presentadas en este proceso.

Agradezco profundamente el apoyo de todo mi sinodo en áreas respectivas que conforman esta investigación, adquiriendo asesoría y retroalimentación en la parte clínica a la Dra. Hilda Romero Zepeda, en área de metodología, diseño de experiencia e implementación de semántica del producto a MDI. Carla Reséndiz Villaseñor y MDI. José Héctor López Aguado Aguilar. Gracias por toda su orientación, apoyo personal y humano al compartirme parte de su experiencia académica y laboral en el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradezco a mi compañero Ing. Jesús Miguel Sánchez Contreras, quien gracias a su apoyo y colaboración fue posible trabajar en equipo de manera multidisciplinaria. Su participación fue muy significativa e importante en la etapa de definición, explorando posibles tecnologías en base a la función que se buscaba llegar. Gracias por todo su tiempo, conocimiento y esfuerzo al ser parte del desarrollo de esta investigación.

Gracias por todo el apoyo y paciencia de mi familia, mis padres y hermanos, pero en especial esta investigación fue desarrollada en honor a la memoria de Esperanza Zaragoza Mendoza y al Doc. Ramiro Quintín Mendoza Zaragoza, quienes fueron parte de mi motivación principal, entendiendo que a través del diseño es posible mejorar la calidad de vida de una persona con padecimiento de un síndrome metabólico, como la diabetes mellitus. Gracias a mis amigos, que siempre han estado presentes en momentos difíciles y satisfactorios, brindándome apoyo moral y humano necesarios en este trabajo y esta profesión.

A todos, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 10 |
| 2. ANTECEDENTES | 12 |
| 2.1 Embarazo | 12 |
| 2.1.1 Cambios durante el embarazo | 12 |
| 2.2 Diabetes Mellitus | 14 |
| 2.2.1 Tipos de diabetes..... | 16 |
| 2.3 Tratamiento y Prevención | 20 |
| 2.4 Alimentación Durante la Gestación | 22 |
| 2.5 Antojos en el Embarazo | 23 |
| 2.6 Absorción de Carbohidratos, Proteínas y Lípidos | 24 |
| 2.6.1 Carbohidratos..... | 24 |
| 2.6.2 Proteínas..... | 26 |
| 2.6.3 Lípidos | 26 |
| 2.7 Índice Glucémico | 27 |
| 2.8 Glucosa en Sangre y Métodos de Medición para El control Clínico | 32 |
| 2.8.1 Uso de glucosa en el cuerpo..... | 32 |
| 2.8.2 Hiperglucemia..... | 33 |
| 2.8.3 Hipoglucemia..... | 34 |
| 2.8.4 Nivel glucémico de mujeres embarazadas con diabetes gestacional | 34 |
| 2.8.5 Métodos de Medición de Glucosa..... | 35 |
| 2.9 Tecnología para Medición de Lectura en Índice Glucémico en Alimentos..... | 36 |
| 2.9.1 Espectroscopia infrarroja | 36 |
| 2.9.2 Espectrometría ultravioleta – visible | 38 |
| 2.10 Diseño Universal..... | 38 |
| 2.10.1 Definición de diseño universal..... | 38 |
| 2.10.2 Principios De Diseño Universal..... | 39 |
| 2.11 Semiótica De Producto | 40 |
| 2.11.1 Estética Y Función | 42 |
| 2.11.2 Usabilidad | 42 |
| 2.11.3 Lenguaje del producto..... | 43 |
| 2.11.4 Arquitectura del producto | 44 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 46 |
| 4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 48 |
| 5. PLANTEAMIENTO TEÓRICO | 50 |
| 5.1 Diseño Emocional | 50 |
| 6. OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 52 |
| 6.1 Objetivo General | 52 |
| 6.2 Objetivo Particular | 52 |
| 6.3 Hipótesis | 52 |
| 7. METODOLOGÍA | 53 |
| 7.1 Descubre | 55 |
| 7.1.1 Fuentes primarias y secundarias | 57 |
| 7.1.2 Usuarios involucrados..... | 57 |

| | | |
|------------|---|--------------------------------------|
| 7.1.3 | Información de expertos | 58 |
| 7.2 | Define..... | 60 |
| 7.2.1 | Determinación de hallazgos y revelaciones..... | 60 |
| 7.2.2 | Determinación de áreas de oportunidad..... | 61 |
| 7.2.3 | Definición de problema a partir de diseño industrial..... | 65 |
| 7.2.4 | Generación de análisis de artefactos | 66 |
| 7.2.5 | Generación de soluciones tridimensionales..... | 67 |
| 7.2.6 | Exploración de posible tecnología..... | 68 |
| 7.2.7 | Requerimientos y especificaciones de diseño..... | 70 |
| 7.2.8 | Conceptualización..... | 72 |
| 7.3 | Desarrolla..... | 77 |
| 7.3.1 | Exploración de diseño visual, táctil y experimental | 77 |
| 7.3.2 | Prototipado..... | 83 |
| 7.3.3 | Validación..... | 87 |
| 7.3.4 | Re-diseño | 93 |
| 8. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 95 |
| 8.1 | Exploración..... | 95 |
| 8.2 | Afirmaciones Previas de la Exploración de Campo | 96 |
| 8.3 | Problema | 98 |
| 8.4 | Buyer persona | 99 |
| 8.5 | Validación..... | 100 |
| 8.6 | Propuesta final | 115 |
| 9. | CONCLUSIONES | 119 |
| 10. | REFERENCIAS..... | 121 |
| 11. | ANEXOS..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 11.1 | Journey Maps..... | 126 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Ilustración 1: Anatomía de la mujer gestante durante la etapa de embarazo.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Ilustración 2: Presencia de diabetes mellitus por género a nivel mundial.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Ilustración 3: Crecimiento de mortalidad por DM por cada 100 mil habitantes.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Ilustración 4: Estadísticas de defunciones por DG en México (1992 – 2020).....</i> | <i>16</i> |
| <i>Ilustración 5: Producción y acción de la insulina.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Ilustración 6: Producción de insulina en el organismo de una mujer embarazada con D.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Ilustración 7: Proceso de absorción de hidratos de carbono en el cuerpo.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Ilustración 8: Proceso de absorción de grasas alimentarias en el cuerpo.....</i> | <i>27</i> |
| <i>Ilustración 9: Alteraciones relacionadas con el consumo de alimentos con IG alto.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Ilustración 10: Funcionamiento de glucosa en el cuerpo humano.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Ilustración 11: Prevalencia (%) de hiperglucemia durante el embarazo (DG, DM) en algunos países de las Américas entre 2012 y 2014 (datos institucionales).....</i> | <i>33</i> |
| <i>Ilustración 12: Niveles glucémicos recomendados ante la presencia de DG.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Ilustración 13: Escaneo de un alimento por espectroscopia infrarroja. Diagrama de elaboración propia.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Ilustración 14: Principios del diseño universal.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Ilustración 15: Ciclo de un producto.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Ilustración 16: Lenguaje de un producto.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Ilustración 17: Interacción entre etapas. Método “Double Diamond” Design Process Model.....</i> | <i>53</i> |
| <i>Ilustración 18: Diagrama de elaboración propia para representar la interacción cíclica entre etapas.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Ilustración 19: Hospital General y Hospital del Niño y la Mujer. Visita de campo con usuarios involucrados.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Ilustración 20: Matriz de valoración para la guía de observación POEMS AEIOU.....</i> | <i>56</i> |
| <i>Ilustración 21: Mujeres embarazadas, usuario directo.....</i> | <i>57</i> |
| <i>Ilustración 22: Diario de campo.....</i> | <i>58</i> |
| <i>Ilustración 23: Exploración de escenarios.....</i> | <i>59</i> |
| <i>Ilustración 24: Técnicas creativas. Diagrama de elaboración propia.....</i> | <i>62</i> |
| <i>Ilustración 25: Polarización de escenarios.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Ilustración 26: Conceptualización de usuario.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Ilustración 27: Conceptualización de escenarios.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Ilustración 28: Conceptualización de área de enfoque.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Ilustración 29: Método ECE para la definición de problema.....</i> | <i>65</i> |
| <i>Ilustración 30: Elementos del problema.....</i> | <i>65</i> |
| <i>Ilustración 31: Exploración de escenarios.....</i> | <i>66</i> |
| <i>Ilustración 32: Prototipado, fase 1.....</i> | <i>68</i> |
| <i>Ilustración 33: Tecnología infrarroja.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Ilustración 34: Componentes electrónicos que integran la tecnología infrarroja.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Ilustración 35: Lámina de caracterización de usuario.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Ilustración 36: Lámina de emociones y sensaciones.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Ilustración 37: Lámina de estilo formal en elementos estéticos.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Ilustración 38: Lámina de estilo formal en elementos funcionales.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Ilustración 39: Proceso de conceptualización.....</i> | <i>76</i> |
| <i>Ilustración 40: Proceso creativo. Sketching.....</i> | <i>77</i> |

| | |
|---|--------------------------------------|
| <i>Ilustración 41: Exploración y experimentación de proporciones y tamaños.</i> | 78 |
| <i>Ilustración 42: Generación de modelos tridimensionales.</i> | 79 |
| <i>Ilustración 43: Experimentación de formas con consideraciones ergonómicas.</i> | 80 |
| <i>Ilustración 44: Análisis de integración de componentes electrónicos.</i> | 81 |
| <i>Ilustración 45: Diagrama de funciones indicativas y simbólicas.</i> | 82 |
| <i>Ilustración 46: Prototipado en impresión 3D.</i> | 83 |
| <i>Ilustración 47: Integración de elementos electrónicos en el prototipo.</i> | 83 |
| <i>Ilustración 48: Simulación de lenguaje del producto a través de la implementación de tecnología.</i> | 84 |
| <i>Ilustración 49: Primera propuesta. Fase 1.</i> | 85 |
| <i>Ilustración 50: Arquitectura del producto.</i> | 86 |
| <i>Ilustración 51: Lenguaje del producto.</i> | 87 |
| <i>Ilustración 52: Etapas de funcionamiento del dispositivo.</i> | 88 |
| <i>Ilustración 53: Matriz de valoración “journey maps”.</i> | 89 |
| <i>Ilustración 54: Interacción con usuaria 1.</i> | 90 |
| <i>Ilustración 55: Interacción con usuaria 2.</i> | 90 |
| <i>Ilustración 56: Interacción con usuaria 3.</i> | 91 |
| <i>Ilustración 57: Interacción con usuaria 4.</i> | 91 |
| <i>Ilustración 58: Interacción con usuaria 5.</i> | 91 |
| <i>Ilustración 59: Interacción con usuaria 6.</i> | 92 |
| <i>Ilustración 60: Interacción con usuaria 7.</i> | 92 |
| <i>Ilustración 61: Mujer gestante y aceptación por el producto en el periodo de gestación.</i> | 93 |
| <i>Ilustración 62: Proceso creativo, Sketching fase 2.</i> | 93 |
| <i>Ilustración 63: Intervención conceptual, prototipado fase 2.</i> | 94 |
| <i>Ilustración 64: Proceso exploratorio a base de esquemas y mapas mentales.</i> | 95 |
| <i>Ilustración 65: Premisas identificadas a base de la exploración de campo.</i> | 96 |
| <i>Ilustración 66: Listado de insights definidos.</i> | 96 |
| <i>Ilustración 67: Usuarios involucrados en el grupo de apoyo en la mujer gestante.</i> | 98 |
| <i>Ilustración 68: Factores que determinan el problema de enfoque.</i> | 98 |
| <i>Ilustración 69: Definición de usuario de enfoque.</i> | 99 |
| <i>Ilustración 70: Ciclo de funcionamiento del dispositivo.</i> | 104 |
| <i>Ilustración 71: Gráfica obtenida. Etapa 1: Identificar dispositivo.</i> | 105 |
| <i>Ilustración 72: Gráfica obtenida. Etapa 2: Agarrar dispositivo.</i> | 105 |
| <i>Ilustración 73: Gráfica obtenida. Etapa 3: Encender dispositivo.</i> | 106 |
| <i>Ilustración 74: Gráfica obtenida. Etapa 4: Apuntar dispositivo hacia el alimento.</i> | 107 |
| <i>Ilustración 75: Gráfica obtenida. Etapa 5: Escanear alimento.</i> | 108 |
| <i>Ilustración 76: Gráfica obtenida. Etapa 6: Recibir mensaje del dispositivo al usuario.</i> | 109 |
| <i>Ilustración 77: Gráfica obtenida. Etapa 7: Bloquear o apagar dispositivo.</i> | 109 |
| <i>Ilustración 78: Resultados de gráfica de concentración por etapas en el ciclo de funcionamiento.</i> | 110 |
| <i>Ilustración 79: Resultados de gráfica grupo de apoyo. Entorno familiar.</i> | 111 |
| <i>Ilustración 80: Resultados de gráfica grupo de apoyo. Entorno social.</i> | 112 |
| <i>Ilustración 81: Resultados de gráfica grupo de apoyo. Entorno clínico.</i> | 113 |
| <i>Ilustración 82: Gráfica de resultados en base al concentrado por criterios de diseño</i> | |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| <i>Ilustración 83: Semántica del producto.</i> | 115 |
| <i>Ilustración 84: Funciones indicativas y lenguaje del producto.</i> | 116 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 85: Propuesta final. | 117 |
| Ilustración 86: Journey map. Participante 1. | 126 |
| Ilustración 87: Journey map. Participante 2. | 127 |
| Ilustración 88: Journey map. Participante 3. | 128 |
| Ilustración 89: Journey map. Participante 4. | 129 |
| Ilustración 90: Journey map. Participante 5. | 130 |
| Ilustración 91: Journey map. Participante 6. | 131 |
| Ilustración 92: Journey map. Participante 7. | 132 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Tablas de referencia en valor índice glucémico de alimentos. | 30 |
| Tabla 2: Tabla de requerimientos y especificaciones de diseño. | 72 |
| Tabla 3: Tablas de referencias ergonómicas. | 80 |
| Tabla 4: Tabla de datos personales, clínicos y grupo de apoyo de la gestante. | 103 |
| Tabla 5: Elementos semánticos integrados en el diseño de producto. | 113 |

1. INTRODUCCIÓN

A través de la prevención en la diabetes gestacional (DG), la educación alimentaria surge como oportunidad de diseño. Hoy en día, la presencia de un síndrome metabólico en la etapa de embarazo representa una amenaza para muchas mujeres mexicanas, siendo un tema vulnerable afectando directamente su salud y calidad de vida.

En México, la prevalencia de DG se presenta entre el 10% y el 12% en todos los embarazos afectando entre el 1% y el 35% de mujeres embarazadas, siendo una de las complicaciones más comunes y frecuentes durante el periodo de gestación. Al pertenecer a un grupo étnico vulnerable, la mujer embarazada mexicana tiende a ser más propensa en desarrollar esta enfermedad, aunado a la presencia de antecedentes diabéticos, su estilo de vida y el consumo excesivo de alimentos ricos en carbohidratos, proteínas y lípidos que existen en la región mexicana.

La demanda de nutrientes del bebé permite episodios de hipoglucemia que constantemente son comenzados por “antojos” por lo tanto se lleva a cabo consumo de hiperglucemias y de ahí se deriva la importancia de una herramienta de apoyo que proporcione información necesaria para conocer el valor nutricional de sus alimentos. Por ello, a través de esta investigación se desarrolló un producto de innovación, que permita comunicar al usuario el valor del índice glucémico de un alimento antes de la ingesta, propiciando la toma de decisiones de manera asertiva, siendo una propuesta preventiva y no correctiva. Para el desarrollo de este producto se empleó el método de doble diamante.

Al identificar una área desatendida, el diseño de producto surge como solución de propuestas factibles, viables y deseables analizando las necesidades actuales, con el fin de mejorar la calidad de vida del usuario de enfoque, en este caso, mujeres embarazadas. La interacción con el usuario permitió analizar necesidades, problemáticas, comportamientos y hallazgos identificados en relación a los hábitos alimenticios, brindando una solución alternativa que permita educar el usuario a través de un producto.

La alimentación durante el periodo de gestación se torna compleja debido a los cambios hormonales generados a través de los antojos. Ante esta problemática, el desarrollo de esta investigación busca que el usuario tenga un panorama amplio de como afectará la ingesta de un alimento en relación al nivel de glucosa en su cuerpo, explorando tecnologías no invasivas para la lectura de índice glucémico en un alimento y de esta manera prevenir futuras complicaciones ante el padecimiento de un síndrome metabólico.

El producto de innovación permite semaforizar el índice glucémico de los alimentos, indicando nivel bajo, medio y alto, siendo éste un factor que determina la toma de decisiones de la mujer gestante en relación a su alimentación. A través de elementos semánticos y códigos de usabilidad implementados en un producto, la gestante podrá conocer el valor nutricional de sus alimentos, beneficiando la interacción asertiva y comunicación entre usuario y producto.

Mediante la educación alimentaria es posible que la mujer embarazada pueda entender y atender la importancia que tiene una alimentación adecuada durante su embarazo. Los resultados obtenidos en esta investigación muestran aceptación por el producto siendo una propuesta preventiva ante el cuidado alimenticio, apoyando la toma de decisiones de manera asertiva y con ello evitar riesgos y complicaciones futuras tanto en su salud, como en la de su bebé, beneficiando su calidad de vida en la etapa gestacional.

A través de la interacción con el usuario, se logró conocer y reconocer sentimientos y reacciones negativas hacia las indulgencias, estableciendo como objetivo un cambio de significado en el cual por medio del diseño se genera empatía, transformando las emociones negativas en experiencias positivas, fomentando el uso del producto por un sentido motivacional.

2. ANTECEDENTES

2.1 Embarazo

Se conoce como embarazo al período de crecimiento y desarrollo del feto en el útero de la madre. Esta etapa consiste desde la implantación en el útero del óvulo fecundado hasta el parto, con una duración de 40 semanas aproximadamente, agrupándolas en tres trimestres (Gratacós, y otros, s.f).

2.1.1 Cambios durante el embarazo

Durante el embarazo, la mujer sufre distintos cambios, entre ellos, los hormonales y fisiológicos proporcionando al feto elementos indispensables para su crecimiento. En los primeros el cerebro de la mujer embarazada es afectado por un conjunto de hormonas desarrolladas durante el embarazo, tales como: prolactina, progesterona, hormonas esteroides (estradiol) y la oxitócica, provocando un nivel de hipersensibilidad y diversas modificaciones en el desarrollo de la conducta materna (Sastre Miras, 2014).

El crecimiento del feto en el vientre de la mujer embarazada origina alteraciones fisiológicas, como la presencia de náuseas y vómitos, dolores lumbares o costales, y alto nivel de fatiga afectando su calidad de vida (Sastre Miras, 2014). Teniendo cambios en su composición corporal y ganancia de peso, siendo la última una de las complicaciones más comunes, afectando la salud de la madre gestante y del neonato, incrementando el riesgo de hipertensión arterial y diabetes gestacional durante la etapa de embarazo (Puricaza, s.f).

Al igual, la mujer experimenta cambios anatómicos permitiendo la adaptación del feto en su cuerpo, influyendo en cada uno de sus órganos de manera directa con el fin de que el bebé se nutra y desarrolle adecuadamente durante nueve meses. La presencia de estos cambios surgen desde alteraciones hematológicas, respiratorias, cardiovasculares, digestivas, renales hasta adaptaciones alimenticias y metabólicas (Priya Soma-Pillay, 2016).

En la *ilustración 1* se muestra la evolución del feto durante la etapa de embarazo propiciado alteraciones anatómicas en el cuerpo de la mujer a causa de su crecimiento. Estos cambios

obligan el desplazamiento de órganos, provocando algunas de las alteraciones ya mencionadas.

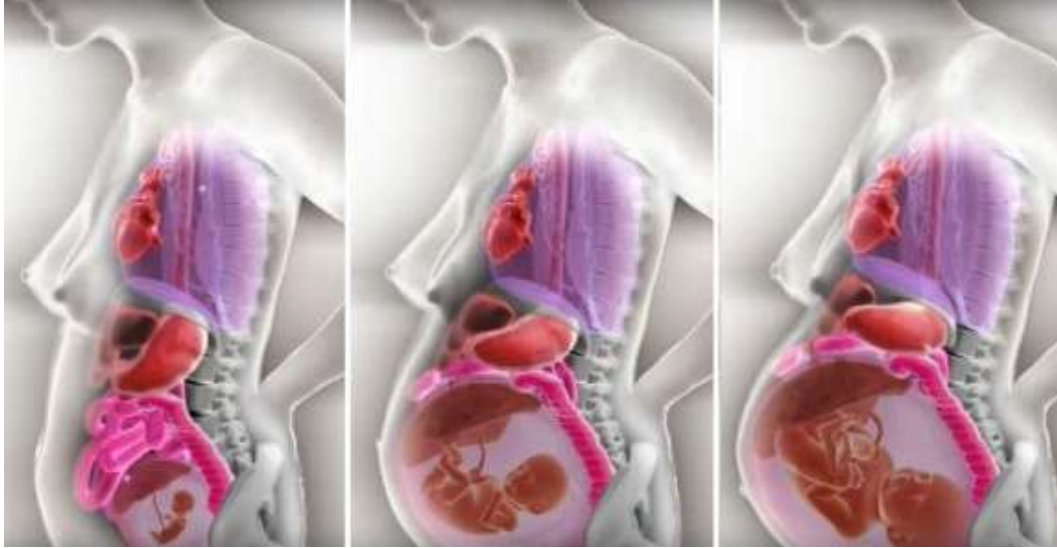


Ilustración 1: Anatomía de la mujer gestante durante la etapa de embarazo.

Fuente: www.msichicago.org (Museum of science+industry Chicago, 2017).

2.1.1.1 Emocionales

La mujer embarazada enfrenta cambios físicos en su cerebro durante el embarazo, lo cual tiene un impacto en sus emociones como modo de preparación por la llegada de su bebé. En el lenguaje emocional y psicológico, el embarazo representa una etapa de alegría y felicidad, en la cual la mujer embarazada comenzará a detectar diversos cambios en su manera de pensar y de sentir, debido al reto de responsabilidad que recae sobre ella. Afrontando una mezcla de sentimientos positivos (felicidad, alegría, ilusión, etc.) y negativos (miedo, preocupación e inseguridad, etc.) a causa de que su toma de decisiones sean inadecuadas y afecten directamente su salud y el desarrollo del neonato.

En Latinoamérica, diversas culturas acostumbran que durante el periodo de gestación, la mujer embarazada cuente con un grupo de apoyo emocional (pareja, familia, amigos, médicos especialistas), enfrentando los diferentes cambios emocionales a causa del nivel hormonal que presentan o complicaciones que lleguen a surgir durante esta etapa (Maldonado Durán, Saucedo García , & Lartigue, 2008).

De acuerdo con Sastre Miras (2014), aproximadamente el 54% de mujeres embarazadas padecen trastornos de ansiedad durante la gestación, presentándose como un estímulo o amenaza en la conducta materna. A causa de esto, se generan sentimientos de miedo, inquietud e inseguridad asociados con las complicaciones en el embarazo, tales como; adquirir enfermedades relacionadas con el sobrepeso o diabetes gestacional, tener una alimentación inadecuada para el desarrollo del feto, aunado con temor al parto y a la depresión postparto.

2.2 Diabetes Mellitus

La Diabetes Mellitus (DM) se define como una enfermedad crónico-degenerativa relacionada con la capacidad que tiene el cuerpo humano para producir insulina. Ésta es producida por el páncreas y tiene como función procesar la glucosa que se ingiere a través de los alimentos.

La DM es detectada cuando los niveles de glucosa en sangre superan los 120 mg/dL, cuyos valores normales oscilan entre los 80 y 120 mg/dL y se clasifica en Diabetes Mellitus tipo 1, Diabetes Mellitus tipo 2 y Diabetes Mellitus Gestacional (Pérez Díaz, 2016). En México la DM ha creado fuertes vínculos con la carga genética en relación a la hipertensión arterial, obesidad abdominal, dieta rica en azúcares y carbohidratos, deficiencia en la actividad física y no obstante falta de conocimiento sobre la prevención en términos alimenticios (Peña, Buitrón-Granados, Ramírez-Martínez, Chavira-Mejía, Schargrotsky, & Champagne, 2011).

La presencia de DM en México ha mostrado un alto crecimiento epidémico afectando a más de 6.4 millones de personas, y asimismo el 46.4% de ellas desconocen métodos preventivos para evitar severas complicaciones, o bien, detectar los síntomas principales de manera oportuna, asegura La Fundación Para La Diabetes (FD). Debido a esto, es pertinente decir que México ocupa uno de los primeros lugares a nivel mundial a causa de mortalidad ante la presencia de esta enfermedad y su tendencia muestra un incremento progresivo en los últimos años.

En el año 2000, a través de la encuesta nacional de salud, se registró la prevalencia de DM en la Ciudad de México en un 8.5% y en el 2008 el porcentaje correspondiente a las

defunciones se concentra en un 12% por DM en hombres y un 11% en mujeres (Peña, Buitrón-Granados, Ramírez-Martínez, Chavira-Mejía, Schargrotsky, & Champagne, 2011). A nivel mundial, se estima que en el 2030 la prevalencia de DM tendrá un incremento al 4.4%, afectando aproximadamente a 366 millones de pacientes con Diabetes Mellitus, deteriorando directamente su calidad de vida (R. Burgos Peláez, 2010). Sin embargo a través de datos obtenidos en El Atlas de la Diabetes de La FID (2015), se estima el incremento por género visualizado en la *ilustración 2* de la siguiente manera.

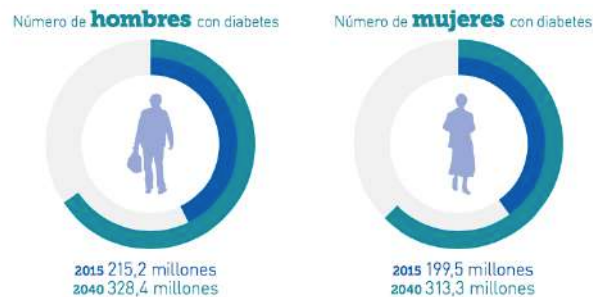


Ilustración 2: Presencia de diabetes mellitus por género a nivel mundial.

Fuente: www.diabetesatlas.org (FID, Atlas de la Diabetes de la FID, 2015).

La *ilustración 3* muestra el incremento de defunciones a causa del padecimiento de DM por cada 100 mil habitantes a nivel mundial, siendo México uno de los países con mayor tasa de mortalidad. Esto significa que en la población mexicana coexiste un desconocimiento en el cuidado alimenticio, físico y clínico ante esta condición.

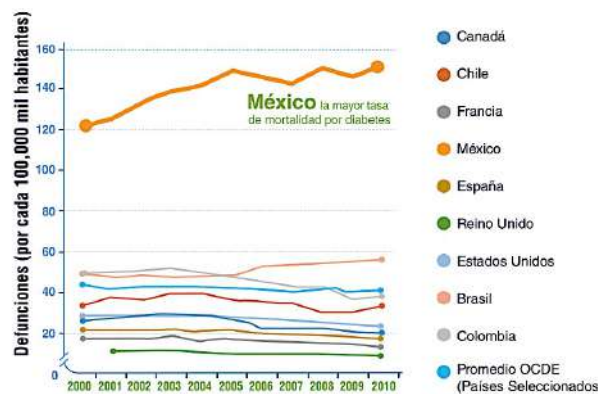


Ilustración 3: Crecimiento de mortalidad por DM por cada 100 mil habitantes.

Fuente: www.idf.org/diabetesatlas (Cruz, 2016).

En cambio en la *ilustración 4* se arrojan datos estadísticos sobre el crecimiento de mortalidad desde (1992 – 2020) señalando el alto incremento de defunciones en la población mexicana ante las causas y complicaciones de esta enfermedad. La presencia de DM ha mostrado una amenaza pública en el país, siendo una de las principales muertes a causa de un síndrome metabólico en nuestra población.

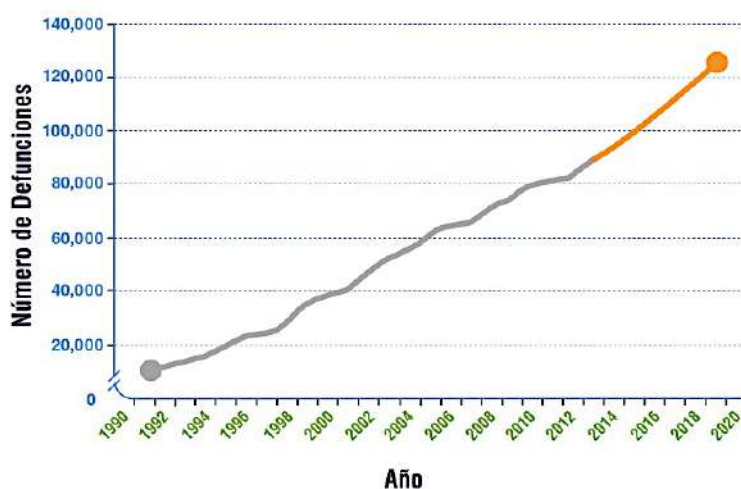


Ilustración 4: Estadísticas de defunciones por DG en México (1992 – 2020).

Fuente: www.idf.org/diabetesatlas (Cruz, 2016).

2.2.1 Tipos de diabetes

La presencia de esta enfermedad se puede manifestar en base diferentes causas y condiciones, desglosando los tipos de diabetes de la siguiente manera:

2.2.1.1 Diabetes tipo 1 (DM1)

De acuerdo con La Organización Mundial de la Salud (OMS) la diabetes tipo 1 (DM1) también llamada Diabetes juvenil caracterizada por que las y los pacientes son insulino dependiente, es aquella que se presenta debido a la producción ineficiente de la hormona de insulina, por lo que es indispensable la administración diaria de la misma para poder metabolizar la glucosa como fuente de energía (FMD). Villares (2010), asegura que el 90% de los pacientes que padecen DM1 corresponde a niños y adolescentes, aunque menos de la mitad son diagnosticados antes de los 15 años.

El daño que produce DM1 se deteriora a lo largo de meses o incluso años, destruyendo las células betas de los islotes pancreáticos. Los síntomas se presentan una vez que cerca del 90% de estas células se encuentren dañadas, mencionando la poliuria, polidipsia y pérdida de peso entre los más comunes. Sin embargo, el autor afirma que un tercio de las personas que padecen DM1 tienden a desarrollar insuficiencia renal y pérdida de visión afectando su calidad de vida. Este tipo de diabetes puede ser controlada en base a una educación diabetológica efectiva, cuidando su tratamiento médico (insulina), dieta balanceada, ejercicio, y sobretodo monitoreo de niveles de glucosa en la sangre y de cetonuria (Villares, 2010).

La *ilustración 5* muestra la función del páncreas en un paciente con diabetes tipo 1, señalando el proceso de producción y acción de insulina que se genera en cuerpo. La presencia de DM produce fallas en el páncreas, provocando hiperglucemia o hipoglucemia si el nivel de glucosa no es controlada de la manera adecuada.

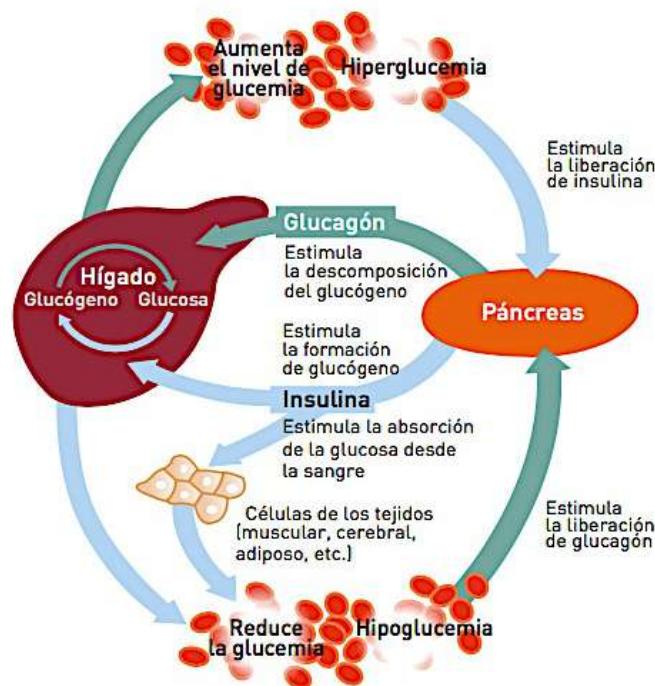


Ilustración 5: Producción y acción de la insulina.

Fuente: www.idf.org/diabetesatlas. (Federación Internacional de Diabetes, 2013).

2.2.1.2 Diabetes tipo 2 (DM2)

La diabetes tipo 2 (DM2) (también llamada no independiente a la insulina) representa el 90% de casos a nivel mundial; esta se debe al excesivo peso corporal de las personas y la inactividad física en su ritmo de vida de acuerdo con La Federación Mexicana de Diabetes (2014). José Rubén Quiroz Pérez (2001) afirma que en México, el 48% de la población mayor a 35 años padece DM2 provocando la cuarta causa de muerte a nivel mundial.

La presencia de DM2 provoca que el cuerpo no produzca suficiente insulina o que las células no hagan uso de ella. La insulina es una hormona indispensable, la cual permite que el cuerpo pueda usar la glucosa como fuente de energía. Este tipo de diabetes es diagnosticada en gran mayoría en adultos, puede ser controlada a base de cambios en su estilo de vida con respecto a la alimentación, medicación oral e insulina (ADA, 2016).

La DM2 tiene un alto impacto social y económico en la población, a causa de que esta enfermedad se ha desarrollado en países industrializados, aumentando casos de ceguera, enfermedades renales, cardiovasculares, cerebrovascular, hipertensión arterial, amputaciones o infecciones en extremidades inferiores deteriorando una buena calidad de vida en los pacientes. El tratamiento y las complicaciones de la DM2 han traído fuertes repercusiones a nuestra población, afectando la vida de los pacientes tanto en aspectos personales, económicos y en general el estado de sanidad (R. Burgos Peláez, 2010).

2.2.1.3 Diabetes gestacional (DG)

Según la OMS la diabetes gestacional (DG) es caracterizada por la presencia de hiperglucemia (niveles de glucosa elevados en la sangre) durante el embarazo, manifestándose principalmente en mujeres con antecedentes diabéticos (OMS, 2018). La resistencia a la insulina es un problema durante el embarazo, esto se debe a que las hormonas de la placenta impiden la acción de la insulina en el cuerpo de la mujer embarazada, provocando que el bebé reciba un exceso de energía convertido en grasa poniéndolo en alto riesgo de desarrollar obesidad y diabetes tipo 2 (DM2) en edad adulta (ADA, 2015).

La *ilustración 6* muestra la alta producción de insulina que produce el páncreas del bebé a causa de la presencia de DG en la mujer embarazada. Por lo que es importante cuidar los niveles de glucosa durante el periodo de gestación para evitar futuras complicaciones.

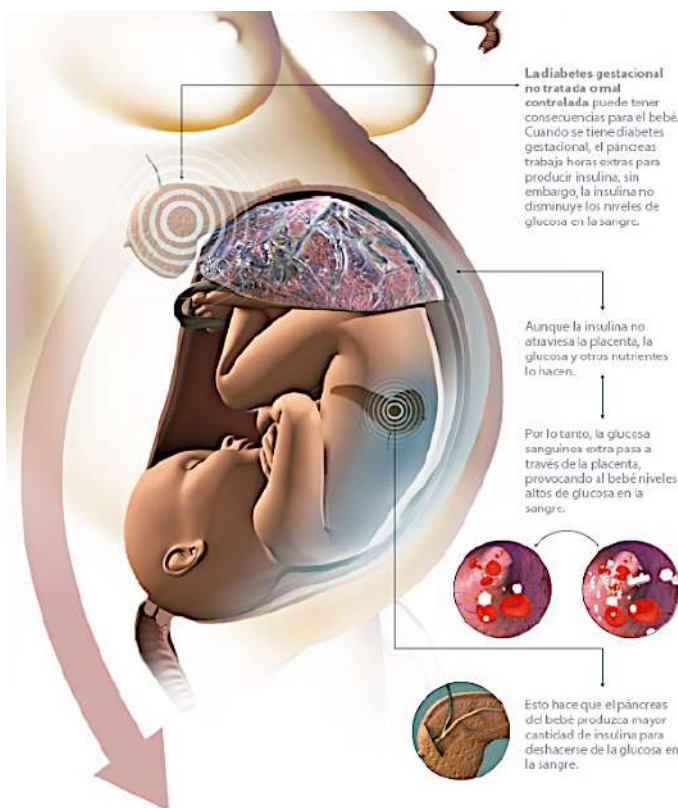


Ilustración 6: Producción de insulina en el organismo de una mujer embarazada con DG.

Fuente: www.abchospital.com. (Centro Médico ABC).

En México, la prevalencia de DG se presenta entre el 10% y el 12% en todos los embarazos, afectando entre el 1% y el 35% de mujeres embarazadas, siendo una de las complicaciones más comunes y frecuentes durante el periodo de gestación y en su gran mayoría desaparece después del parto. Al pertenecer a un grupo étnico vulnerable, la mujer embarazada mexicana tiende a ser más propensa en desarrollar esta enfermedad, aunado a la presencia de antecedentes diabéticos, su estilo de vida y a el consumo excesivo de alimentos ricos en carbohidratos, grasas y lípidos que existen en la región mexicana (Organización Panamericana de la Salud, 2015).

El embarazo tiende a generar una carga pesada presentando inestabilidad metabólica. Las mujeres embarazadas que padecen DG deben ser controladas y monitoreadas principalmente durante las semanas 24 y 28 del embarazo, a través de un análisis de glucosa en la sangre. Se estima que entre el 15% y hasta un 30% de mujeres con DG tienen un alto riesgo de desarrollar DM2 en su edad adulta, siendo una de las principales causas de muerte en México.

Araya F (2009), afirma que ante esta condición las mujeres embarazadas deben tener un control específico en relación al nivel de glucosa en sangre y la dosis de insulina necesaria. Debido a que ante el padecimiento de DG, las mujeres tienen mayor riesgo de desarrollar complicaciones durante la gestación; siendo la preclamsia, hipertensión y coagulación en la sangre las más relevantes durante el tercer trimestre del embarazo, sin dejar a un lado las concentraciones elevadas de glucosa en la sangre de la madre provocando el riesgo de malformaciones congénitas en el sistema nervioso central, renal, cardiovascular y musculoesqueléticas, incrementando la alta probabilidad de abortos espontáneos o de que el bebé nazca muerto (Cabero Roura, *s.f*).

Las severas complicaciones ante esta condición metabólica han disminuido la calidad de vida alrededor de 204 millones de mujeres entre 20-79 años con sólo el padecimiento de DM, y se estima que esta cifra aumentará afectando a 308 millones de mujeres para el 2045. Aunado a esta problemática, la presencia de DG sigue siendo una amenaza para muchas mujeres, presentándose en 1 de cada 7 embarazos incrementando la tasa de mortalidad prenatal (IDF, 2017).

La mortalidad materna se ha convertido en una de las causas principales de muerte en mujeres relacionadas con la edad reproductiva, asegura La Organización Mundial de la Salud que en el 2015, 303 000 mujeres perdieron la vida a causa de complicaciones durante y después de la etapa de gestación. (OMS, 2015).

2.3 Tratamiento y Prevención

Entre los principales factores de riesgo asociados a la presencia de DG en mujeres embarazadas son: edad materna (mayor de 30 años), obesidad o sobrepeso, antecedentes

familiares de diabetes y personales de DG en embarazos anteriores. Así mismo, el contexto socio cultural determina la prevalencia de diabetes por factores raciales, geográficos y hábitos dietéticos (Cabero Roura, *s.f*).

Cuando una mujer embarazada es diagnosticada DG es importante que inicie un tratamiento médico lo antes posible, con el objetivo de cuidar su control alimenticio (en beneficio de un metabolismo adecuado), tratamiento farmacológico (toma de insulina) y actividad física. Con la finalidad de tener un embarazo lo más sano posible, evitando repercusiones tanto en su salud como en la del neonato (Mendoza, *s.f*).

Todas las pacientes con DG deben estar bajo una dieta balanceada durante su embarazo, debido a que el consumo de hipoglucemiantes orales está contraindicados en la gestación (Mendoza, *s.f*). El tratamiento nutricional consiste en una dieta específica para cada paciente, indicando una selección correcta de alimentos, considerando porciones y su carga calórica, de tal modo de integrar contenido nutricional de manera variada, equilibrada y suficiente (Díaz Sánchez & Jiménez Acosta, 2013).

En cambio el tratamiento farmacológico es indicado en pacientes donde la dieta es insuficiente para mantener un control glucémico, debido a esto, es necesario iniciar un tratamiento médico en base a insulina, indicando dos veces por día la dosis correspondiente (Mendoza, *s.f*).

En algunos casos, el tratamiento farmacológico (toma de insulina) es indispensable durante el período de gestación beneficiando la salud del neonato y de la mujer embarazada. De acuerdo con La Federación Mexicana de Diabetes se conoce la insulina como la hormona producida por las células del páncreas, la cual se encarga de regular los niveles de azúcar en la sangre permitiendo que la glucosa y las células del cuerpo se conviertan en energía (FMD, 2017).

Realizar una actividad física durante la gestación beneficia la salud de la mujer con DG, debido a que aumenta el consumo de glucosa en la sangre y mejora la sensibilidad a la insulina (Mendoza, *s.f*). El control de la masa muscular y el equilibrio energético dependen

de la actividad física, evitando complicaciones futuras: presión arterial, el nivel de colesterol y el control de la hiperglucemia, reduciendo la mortalidad y mejorando la calidad de vida. A través de un tratamiento alimenticio, clínico y actividad física se ha demostrado mejorar el control de la DG (Organización Panamericana de la Salud, 2015).

2.4 Alimentación Durante la Gestación

En el periodo de gestación la mujer se ve obligada a enfrentar diversos cambios metabólicos en su cuerpo, entre ellos la ingesta de nutrientes, pues la madre consume alimentos de manera periódica; suministrándolos continuamente. Las alteraciones hormonales provocan una alimentación impulsiva y en algunas ocasiones a destiempo, haciendo complejo el control de glucosa en la sangre (Cabero Roura, *s.f*).

La diabetes gestacional (DG) puede ser controlada en su mayoría mediante un tratamiento nutricional a base de dietas equilibradas, monitoreando de manera específica el balance energético y el aumento de peso. Durante el embarazo es importante llevar un control en relación con la obesidad y sobrepeso, debido a que son factores principales ante la resistencia a la insulina, previniendo el riesgo de padecer DM2 en edad adulta (Sánchez-Muniz, 2013).

Es primordial tener consideraciones adecuadas en la nutrición durante el embarazo, cuidando la salud tanto de la diabética embarazada como la del neonato. La alimentación debe ser adecuada y simultánea, integrando variedad de alimentos que incluyan hidratos de carbono, proteínas, lípidos y micronutrientes en porciones adecuadas, y así evitar antecedentes relacionados con el sobrepeso.

En el embarazo, la mujer padece un alto nivel de vulnerabilidad por los alimentos, debido a la falencia nutricional provocada por la actividad anabólica, dado que el feto se alimenta únicamente a través de la madre (Díaz Sánchez & Jiménez Acosta, 2013). La Organización Mundial de la Salud (OMS) define una dieta balanceada como el conjunto de porciones equitativas a base de energía, proteínas, vitaminas y minerales, encontrados en alimentos como verduras, hortalizas, carne, pescado, legumbres, frutos secos, cereales integrales y fruta (OMS, 2014). Es importante que durante la gestación, el régimen alimenticio de la mujer

embarazada incluya alimentos que aporten suficiente energía, favoreciendo su estado nutricional después del parto (Díaz Sánchez & Jiménez Acosta, 2013).

La mujer con diabetes gestacional debe de tener una alimentación balanceada durante esta etapa, integrando una variedad de nutrientes adecuados para el desarrollo y crecimiento del bebé, contemplando las porciones correctas durante la ingesta de alimentos. Tener un equilibrio nutricional previene anemias y estimula la producción de leche (Díaz Sánchez & Jiménez Acosta, 2013).

2.5 Antojos en el Embarazo

Durante la gestación el control de peso se torna complejo por lo que es importante tener una alimentación sana y balanceada cuidando el desarrollo y salud del bebé. La mujer embarazada tiende a subir entre 9-12 kg aproximadamente durante el embarazo y esto depende a su altura y peso. El peso adicional que adquiere la madre durante el periodo de gestación se debe a diferentes factores, entre ellos: el feto, la placenta, el líquido amniótico y sobretodo la alimentación.

La falencia de nutrientes provoca que la futura madre tenga impulsos incontrolables durante la ingesta de alimentos, aunque por lo contrario también resulta peligroso para la salud del bebé comer menos para evitar subir de peso. A causa de ello, es recomendable mantener un equilibrio entre el deseo y la necesidad de comer algún alimento cuidando el peso de la mujer embarazada (Lepercq & Piver, 1995).

Los antojos se presentan durante el embarazo, y se conocen como el deseo incontrolable por consumir un alimento en específico, al igual pueden surgir a través de olores sumamente atractivos por una sustancia determinada de acuerdo con (Prado Valdivieso & Gutiérrez Teira , 2010). En su gran mayoría la producción de antojos dependen de un componente emocional, más que una necesidad fisiológica.

Es importante detectar los antojos durante la gestación, debido a que la ingesta excesiva de alimentos tiene un alto contenido calórico, causando repercusiones nocivas a futuro y así

provocar deficiencias nutricionales dañando la salud de la mujer embarazada y el neonato. La madre embarazada tiene una gran vulnerabilidad y sensibilidad tanto gustativa como olfativa debido a los cambios hormonales producidos por su embarazo, por eso mismo la ingesta de antojos debe ser satisfecha con moderación considerando el valor calórico y nutrimental que contiene cada uno de ellos (Prado Valdivieso & Gutiérrez Teira , 2010).

2.6 Absorción de Carbohidratos, Proteínas y Lípidos

La digestión de los alimentos depende de los enzimas digestivos, siendo la vía principal de nutrientes, encargados de eliminar desechos tóxicos o purificar la sangre en el hígado para nutrir al cerebro. Se conoce como nutrientes al aporte energético y calórico que necesita el cuerpo para desarrollar la etapa de crecimiento y reproducción, siendo moléculas absorbibles que se transportan desde el intestino hasta la sangre, identificando a los carbohidratos, proteínas y lípidos entre los más importantes (Teruel, 2011).

En la etapa de gestación, la mujer embarazada tiende a ganar entre 9 y 13 kilos. Aunado a este criterio, es recomendable mantener un aporte de 200 a 300 calorías en su dieta diaria desde que comienza la gestación (Ganén Prats, Aguilar Peláez, Martínez Núñez, Cabrera Núñez y Rosales Sánchez, 2007).

2.6.1 Carbohidratos

Los carbohidratos, también llamados hidratos de carbono, azúcares o glúcidos, constituyen las moléculas principales de un alimento, siendo el principal combustible metabólico y energético para el cuerpo humano, encontrados en su gran mayoría en alimentos de origen vegetal. El aporte energético de estos nutrientes equivale a 4 kcal por cada gramo para una regulación gastrointestinal sana y efectiva. Sin embargo, se torna importante cuidar y controlar el exceso de carbohidratos en el cuerpo, debido a que se puede almacenar ciertas cantidades de glucógeno en el hígado y en el músculo.

Los carbohidratos y su estructura química en los alimentos, se vinculan con el índice glucémico, bajo el concepto de que éste último se relaciona con la capacidad de fraccionarse

en el proceso digestivo hasta sus unidades monoméricas y con ello elevar el nivel de glucosa en la sangre en base al suministro de una cantidad específica en un alimento (Romero-Zepeda, 2019). Aunado a esto, se puede mencionar que la mayoría de carbohidratos se convierten en glucosa una vez que inician el proceso de digestión.

Estos nutrientes pueden ser clasificados de acuerdo al nivel de absorción en el cuerpo, siendo lenta (almidón y glucógeno) o rápida (glucosa y sacarosa) en el proceso digestivo. A continuación, en la *ilustración 7*, se presenta el proceso de absorción de los hidratos de carbono (Teruel, 2011).



Ilustración 7: *Proceso de absorción de hidratos de carbono en el cuerpo.*

Fuente: La nutrición es conciencia. (José Antonio Lozano Teruel, 2011).

2.6.1.1 Metabolismo de los hidratos de carbono (H de C) en el periodo de embarazo

La absorción de los H de C en el metabolismo de la mujer embarazada tiende a tener un efecto diabético aunado a los siguientes factores: resistencia a la insulina, aumento de lipólisis y cambios en la gluconeogénesis, describiéndolos de la siguiente manera:

Se conoce como insulino-resistencia al primer término, presentándose a causa del efecto hipoglucemiante de las hormonas secretadas por la placenta, produciendo una hiperinsulinemia. Al igual, la mujer gestante tiende a elevar el nivel de lipólisis a causa de

que utiliza la grasa para cubrir sus necesidades y almacena glucosa para satisfacer las necesidades del feto y por último la presencia de hipoglicemia y cetosis en ayunas a causa de cambios gluconeogénesis (Ochoa, 2000).

2.6.2 Proteínas

Las proteínas son nutrientes esenciales para el funcionamiento del organismo adquiridas a través de los alimentos, representando una parte importante en la composición corporal del ser humano, siendo el 17% en los hombres y 13% en las mujeres. Estos nutrientes son moléculas que constituyen un mayor número de funciones en el organismo, proporcionando 4 kcal por gramo al igual que los carbohidratos, sin embargo su función no es específicamente energética.

Se entienden como aminoácidos a las unidades que constituyen a las proteínas, encontrando un aporte nutricional en los alimentos tanto de origen vegetal como animal. La función primordial de estos nutrientes consiste en ser un mecanismo de defensa ante ciertas reacciones químicas del cuerpo y formación de nuevos anticuerpos.

2.6.3 Lípidos

Se conocen como lípidos al conjunto de moléculas orgánicas que tienen una característica en común, ser insolubles en agua. Siendo las grasas, los lípidos más abundantes en este grupo de nutrientes, cumpliendo la función de ser una reserva energética. Este tipo de grasas incluyen lípidos de tejido animal y vegetal que se ingieren como alimentos, siendo una parte fundamental de la composición del cuerpo humano, correspondiendo el 13% en los hombres y el 25% en las mujeres (Teruel, 2011).

Las grasas alimentarias son moléculas lipídicas con alto nivel nutricional, y entre éstos, predominan los triglicéridos, conocidos como aquellos que permiten esterificar el colesterol. Este tipo de grasas alimentarias tienden a presentarse como una alteración de los mecanismos de absorción, siendo una fuente vital de energía en la alimentación (M. D. Mesa García, 2006). Presentando en la *ilustración 8* el proceso de absorción de grasas en el proceso digestivo.

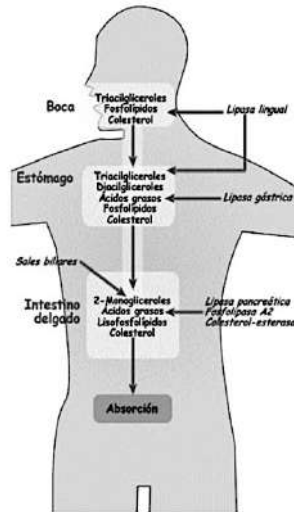


Ilustración 8: Proceso de absorción de grasas alimentarias en el cuerpo.

Fuente: *La nutrición es conciencia*. (José Antonio Lozano Teruel, 2011).

2.7 Índice Glucémico

Los alimentos pueden ser clasificados en base a su índice glucémico, indicando el impacto fisiológico sobre glucemia postprandial. El Instituto Mexicano Del Seguro Social (2014) define Índice Glucémico (IG) y Carga Glucémica (CG) como:

“Índice glucémico. Sistema numérico de medición de la glucemia generada por un alimento en particular, en comparación con un elemento de referencia (glucosa = 100). Los alimentos con un mayor índice glicémico crean mayores oscilaciones de glucosa sanguínea. (IMSS, 2014).

Carga glucémica. Concepto matemático derivado del índice glucémico (IG) y de la cantidad de hidratos de carbono el cual se creó para medir el efecto glucémico global de una dieta tomando en cuenta el tamaño habitual de la ración. Los alimentos con una carga glucémica (CG) igual o menor a 10 se consideran con CG baja, y aquellos alimentos con una CG igual o mayor a 20 son considerados con CG alta”. (IMSS, 2014).

El valor de IG depende de dos factores principales: la composición de nutrientes en un alimento y la cantidad de fibra contenida de la composición del resto de los alimentos que se

encuentren en el estómago (Teruel, 2011). De acuerdo con Luis Manuel Castillo Chávez (2012) se entiende que la ingesta de alimentos no depende únicamente de la cantidad de glucosa en forma de carbohidratos, sino en su calidad, tomando en cuenta el nivel de absorción, evitando ser almacenados en el cuerpo, por lo que se torna importante no sobrepasar la cantidad recomendada (Chávez, 2012).

De acuerdo con J. Marcelo Fernández, J. López Miranda y F. Pérez Jiménez (2008), el tratamiento de DG se ve influenciado a causa de la relación que existe en el contenido de fibra dietética de una porción alimentaria en base a su nivel glucémico. La obtención de IG permite conocer la metabolización y comportamiento antes de la ingesta alimentaria y el impacto fisiológico que puede tener en la salud del paciente.

El tratamiento nutricional en mujeres que padecen DG debe estar ajustado con respecto a la normalización de los niveles de glucemia, cuidando la salud del neonato (Díaz Sánchez & Jiménez Acosta, 2013). El IG y la CG son factores que se deben tomar en consideración en el régimen alimenticio, ya que indican cómo afectan los alimentos en la sangre con respecto a la glucosa y la insulina (Willet WC, 2005).

El valor glucémico de un alimento puede llegar a ser distinto cuando se consume solo o en combinación con otro, a causa de esto, se torna importante para un paciente con DG conocer el IG de los alimentos identificando a que grupo alimenticio pertenecen, en relación a su contenido glucémico: alto, medio y bajo. Permitiendo un control y balanceo antes de la ingesta de alimentos para evitar alteraciones de glucosa en sangre.

Se entiende que algunos nutrientes tienden a reducir IG, siendo la fibra y la grasa uno de ellos. Sin embargo la condición de los alimentos también puede afectar el valor glucémico, por lo que es importante considerar la madurez de tiempo y almacenado, elaboración, método de preparación y variedad en un alimento antes de consumido (ADA, Índice glucémico y diabetes, 2015). A continuación se presentan tablas de referencias en el valor de IG en los alimentos que permiten identificar a que grupo alimenticio pertenecen en relación a su contenido glucémico: alto, medio y bajo.

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|-----------------------------|--------------------------------|--|------|
| Apio | 300 | | 15 |
| Apio-nabo | 500 | Guarnición (125g) 0,25 | |
| Serenjena | 300 | Unidad grande (300g) 1 | 20 |
| | | Guarnición (125g) 0,4 | |
| Berre | No valorable | | 15 |
| Berza | No valorable | | 15 |
| Borracha | No valorable | | 15 |
| Brócoli | 300 | Plato grande (300g) 1 | 15 |
| Calabacín | 300 | Unidad grande (300g) 1 | 15 |
| Calahaza | 200 | | 75 |
| Cardo | 300 | | 15 |
| Cebolla | 150 | Unidad mediana (150g) 1 | 15 |
| Cebolla frita en aros | 100 | | |
| Champiñón | No valorable | | 15 |
| Dol òcida | No valorable | | 15 |
| Dol Bruselas, Coliflor | 300 | Plato grande (300g) 1 | 15 |
| Escarola | No valorable | | 15 |
| Endibia | 300 | Unidad (100g) 0,3 | 15 |
| Espàrtaq blanco en conserva | No valorable | | 10 |
| Espàrtaq verde | No valorable | | 15 |
| Espinaca | No valorable | | 15 |
| Snelas | No valorable | | 15 |
| Judía verde | 250 | Plato grande (250g) 1 | 30 |
| Lachuga | 300 | Ración individual (75g) 0,25 | 15 |
| Lombarda | No valorable | | 15 |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|-----------------------|--------------------------------|--|------|
| Nabo | 300 | Unidad (100g) 0,3 | 30 |
| Palmitos | 200 | Unidad (25g) 0,1 | 20 |
| Pepino | 300 | Unidad mediana (150g) 0,5 | 15 |
| Pimiento rojo-verde | 300 | Unidad mediana (150g) 0,5 | 19 |
| Puerro | 300 | Unidad mediana (75g) 0,25 | 15 |
| Rábano | 300 | 5 unidades medianas (100g) 0,3 | 15 |
| Remolacha | 150 | | 30 |
| Repollo | 300 | Guarnición (125g) 0,4 | 15 |
| Rutabaco | No valorable | | |
| Setas | 300 | Plato grande (200g) 0,7 | 15 |
| Soja en trozos | 300 | | 15 |
| Tomate | 300 | Unidad mediana (150g) 0,5 | 30 |
| Zanahoria | 150 | Unidad mediana (70g) 0,3 | 30 |
| Zanahoria hervida | 200 | Unidad mediana (70g) 0,3 | 50 |
| Zanahoria en conserva | 225 | | |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|--------------|--------------------------------|--|------|
| Avellana | 150 | Puñado, con mano cerrada (20g) 0,1 | 15 |
| Cacahueta | 100 | Puñado, con mano cerrada (20g) 0,2 | 16 |
| Ciruela pasa | 15 | Unidad (8g) 0,4 | 40 |
| Dátil seco | 15 | Unidad (10g) 0,7 | 70 |
| Higo seco | 15 | Unidad (8g) 0,4 | 40 |
| Nuez | 300 | Puñado, con mano cerrada (20g) 0 | 15 |
| Piñón | 300 | Puñado, con mano cerrada (20g) 0 | 15 |
| Pipas | 90 | Puñado, con mano cerrada (15g) 0,2 | 35 |
| Platacho | 90 | Puñado, con mano cerrada (20g) 0,2 | 15 |
| Sésamo | 100 | Cucharada soperas rasa (12g) 0,1 | 35 |
| Uva pasa | 15 | Puñado, con mano cerrada (20g) 1,25 | 65 |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|---|--------------------------------|--|------|
| Bebida refrescante tipo cola o sin azúcar | No valorable | | |
| Bebida de cacao | 100 | Vaso o brick de 200cc 2 | 34 |
| Bebida de soja | 250 | Vaso o brick de 200cc 0,8 | 30 |
| Bebida energética | 60 | Lata de 250cc 3 | 70 |
| Bitter | 100 | Vaso o botellín de 200cc 2 | 70 |
| Cava brut | No valorable | | |
| Cava seco o semiseco | 250 | Cupe (100cc) 0,4 | |
| Cerveza | 250 | Vaso o caña de 200cc 0,8 | |
| | | Tercio o mediana (330cc) 1,3 | 110 |
| Cerveza light | 300 | Vaso o caña de 200cc 0,7 | |
| | | Tercio o mediana (330cc) 1,1 | |
| | | Jarra (500cc) 1,7 | |
| Cerveza sin alcohol | 250 | Vaso o caña de 200cc 0,8 | |
| | | Tercio o mediana (330cc) 1,3 | 110 |
| | | Jarra (500cc) 2 | |
| Destilados (ginebra, whisky, ron, vodka) | No valorable | | |
| Gaseosa | No valorable | | |
| Horchata | 75 | Un vaso (200cc) 2,6 | |
| Horchata light | 300 | Un vaso (200cc) 0,7 | |
| Licor de melocotón o manzana | 30 | Un chupito (30cc) 1 | |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|------------------|--------------------------------|--|------|
| Acetuna | 250 | Una tapa (12 unidades, o 30g) 0 | 15 |
| Albaricoque seco | 15 | Unidad (5g) 0,3 | 35 |
| Almendra | 150 | Puñado, con mano cerrada (20g) 0,1 | 16 |
| Almendra tostada | 140 | Puñado, con mano cerrada (20g) 0,1 | 15 |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|------------------------------|--------------------------------|--|------|
| Botillería en general | 20 | | 70 |
| Cruzán | 20 | Unidad (60g) 3 | 70 |
| Cacao en polvo | 12 | Cucharada soperas (8g) 0,7 | 25 |
| | | Cucharada soperas (20g) 1,7 | |
| Cacao en polvo sin azúcar | 22 | Cucharada soperas (8g) 0,4 | 20 |
| | | Cucharada soperas (20g) 0,9 | |
| Calamares a la romana | 120 | 4 unidades 1 | |
| Canelones con bechamel | 100 | 3 unidades (25g) 2,5 | |
| Caramelo | 12 | Unidad (5g) 0,4 | 70 |
| Chocolate blanco o con leche | 17 | Pastilla (8g) 0,5 | 70 |
| | | Tableta individual (30g) 1,7 | |
| Chocolate negro | 26 | Pastilla (8g) 0,3 | 30 |
| | | Tableta individual (30g) 1,2 | |
| Churros | 25 | 2 unidades (25g) 1 | |
| Crema de cacao | 26 | Cucharada soperas colmada (25g) 1 | 66 |
| Crema de eschualta | 100 | Cucharada soperas colmada (20g) 0,2 | 40 |
| Crema pastelería | 40 | Cucharada soperas colmada (20g) 0,5 | |
| Croquetas | 50 | 3 unidades (90g) 1,8 | |
| Donut | 23 | Unidad (90g) 2,5 | 75 |
| Empañadilla de carne | 60 | 2 unidades (60g) 1,6 | |
| Ensalada | 23 | Unidad (70g) 3 | |
| Fruccosa (edulcorante) | 10 | Cucharada soperas (20g) 2 | 20 |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|----------------------------------|--------------------------------|--|------|
| Gelecho comercial | 150 | Vaso (200cc) 1,3 | |
| Gelecho comercial | 62 | Unidad (120cc) 2 | |
| Glucosa (líquida o en pastillas) | 10 | Pastilla papepela (2,5g) 0,25 | 100 |
| | | Pastilla normal (5g) 0,5 | |
| | | Gel report (43g) 2,5 | |
| Golosmas | 18 | | 70 |
| Ketchup | 50 | Sobre (8g) 0,2 | 50 |
| Lasaña | 100 | Plato restaurante (200g) 2,7 | |
| Levadura | 130 | | |
| Magdalena | 25 | Unidad (50g) 2 | |
| Mazapán | 25 | Unidad (30g) 1,4 | |
| Merengue | 11 | | |
| Mermelada | 20 | Cucharada soperas (25g) 1,25 | 60 |
| Mermelada light | No valorable | | 36 |
| Miel | 13 | Cucharada soperas (5g) 1,3 | 60 |
| Mostaza | 25 | | 60 |
| Palomitas | 25 | | 60 |
| Pastel de chocolate | 20 | Porción (100g) 4 | |
| Pastel de crema | 35 | Porción (100g) 2,8 | |
| Papinitos en vinagre | No valorable | | |
| Pizza | 40 | Triángulo (100g o 1/4 parte de pizza) 2,5 | 45 |
| | | Medio pizza (200g) 5 | |
| | | Pizza individual (400g) 10 | |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|------------------------------------|--------------------------------|--|------|
| Regaliz | 15 | Unidad (8g) 0,5 | |
| Salsa barbacoa | 100 | 3 cucharas soperas (50g) 0,5 | |
| Salsa bechamel | 100 | 3 cucharas soperas (50g) 0,5 | |
| Salsa bolonesa | 150 | 5 cucharas soperas (75g) 0,5 | |
| Salsa carbonera | No valorable | | |
| Salsa de tomate comercial | 100 | 3 cucharas soperas (50g) 0,5 | |
| Salsa de soja | No valorable | | |
| Sucadines de café, tipo EKO | No valorable | | |
| Surimi (pelitos de cangrejo) | 100 | Bonita (20g) 0,2 | |
| Tarta de manzana | 25 | Porción (100g) 4 | |
| Tefu | No valorable | | |
| Tortilla de patatas | 120 | Tapa (100g) 1 | |
| Turrón tipo Alicante | 25 | 1/8 tableta (50g) 2 | |
| Turrón tipo Jijona | 25 | 1/8 tableta (50g) 2 | |
| Vinagre | No valorable | | |
| Vinagre tipo Módena (caramelizado) | 15 | Cucharada soperas (15g) 1 | |

| ALIMENTO | 1 RACIÓN DE HC SON (EN GRAMOS) | RACIONES DE HC DEL ALIMENTO EN SU MEDIDA HABITUAL DE CONSUMO | I.G. |
|--------------------------------|--------------------------------|--|------|
| Azúcar blanco | 10 | Cucharada soperas (8g) 0,8 | 70 |
| | | Cucharada soperas (20g) 2 | |
| | | Sobre (8g) 0,8 | |
| Azúcar moreno | 10 | Cucharada soperas (8g) 0,8 | 70 |
| | | Cucharada soperas (25g) 2 | |
| | | Sobre (8g) 0,8 | |
| Bamba energética (de cereales) | 20 | Unidad (25g) 1,25 | 70 |
| Blaoccho o melindro | 20 | Unidad comercial individual (25g) 1,25 | 66 |

Tabla 1: Tablas de referencia en valor índice glucémico de alimentos.

Fuente: <https://www.fundaciondiabetes.org>. (Serafin Murillo, Fundación Para La Diabetes).

Las personas tienden a ignorar el valor nutricional y calórico que tienen sus alimentos, a pesar de esto, los consumen sin tomar en cuenta la repercusión que pueda ocasionar en su cuerpo, por el simple hecho de satisfacer una necesidad digestiva. Ante el padecimiento de DG, es necesario mantener niveles glucémicos normales, por ello, se torna importante que el paciente pueda conocer el impacto glucémico que tendrá el alimento antes de consumirlo.

Por lo regular, los alimentos compuestos tienen un alto IG, debido a la combinación nutrimental que lo componen, esto se debe a la alta proporción de carbono en comparación con su contenido de proteína o grasa, es decir, mientras más se modifique el alimento, el nivel glucémico será más alto. Aunado a esto, se puede decir que el desconocimiento de IG en un alimento es uno de los factores asociados ante el padecimiento de un síndrome metabólico propiciando niveles glucémicos altos en el cuerpo del paciente.

Conocer y tener un control adecuado de IG en la ingesta de alimentos ayudan a disminuir concentraciones de triglicéridos y de lipoproteínas de baja densidad favoreciendo la aparición de patologías en relación a un síndrome metabólico. El diagrama mostrado en la *ilustración 9*, representa las posibles repercusiones que pueden ocurrir si se consumen alimentos con alto IG, siendo la hiperglucemia el principal factor de desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas (Alcantar Rodríguez & otros 2013).

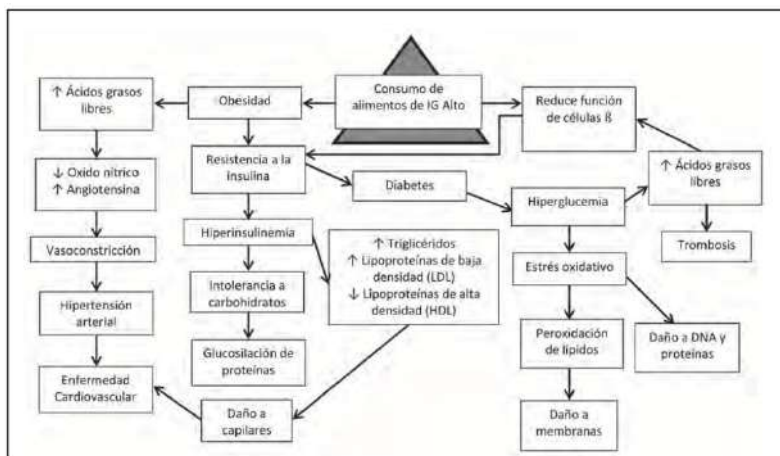


Ilustración 9: Alteraciones relacionadas con el consumo de alimentos con IG alto.

Fuente: <http://www.renc.es> (Alcantar Rodríguez & otros 2013). Índice glucémico en alimentos compuestos.

2.8 Glucosa En Sangre Y Métodos De Medición Para El Control Clínico

Se conoce la glucosa como el monosacárido más importante siendo el principal combustible metabólico para el cuerpo humano (Díaz Meza, Acevedo Cáceres, & Barrero Pérez, 2012).

Para mantener niveles séricos de glucosa en sangre depende de dos factores: el primero de ellos consiste en que el paciente ingiera glucosa a través de sus alimentos. En caso no ser suficiente el aporte de glucosa exógena el cuerpo utiliza sus mismas reservas en busca de glucosa, y en caso de no obtenerla se debe iniciar un proceso de glucogenólisis para que el resultado de este proceso obtenga azúcar de su mismo cuerpo (Chávez, 2012).

2.8.1 Uso de glucosa en el cuerpo

El funcionamiento del cuerpo humano depende de los niveles de glucosa en sangre. Al ingerir hidratos de carbono, el organismo tiende a convertirlos en glucosa, siendo ésta uno de los principales aportes energéticos para que los órganos y sistemas funcionen correctamente.

El impacto fisiológico de la glucosa en sangre puede causar daños en órganos, tejidos y células del cuerpo, por ello, es importante tener un control glucémico en la ingesta de alimentos. En la *ilustración 10*, se muestra el funcionamiento del páncreas en el organismo, siendo la vía principal en la producción de insulina y glucagón, también conocidas como las hormonas que permiten estabilizar los niveles de glucosa en sangre (New Health Guide, *s.f*).

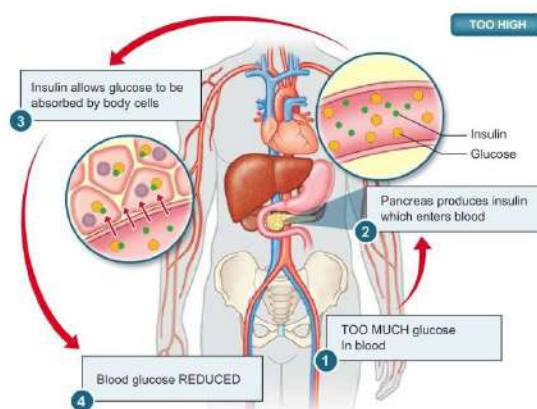


Ilustración 10: Funcionamiento de glucosa en el cuerpo humano.

Fuente: <https://www.newhealthguide.org>

Los niveles óptimos de glucosa en sangre que deben de presentar las personas en ayudo son entre 70 – 100 mg/dL señala la OMS (2015). En caso de tener niveles anormales, el organismo tiende a presentar dificultad para procesar y almacenar la glucosa en la sangre, asociado a este concepto se presentan complicaciones conocidas como hiper e hipo glucemia.

2.8.2 Hiperglucemia

De acuerdo con La Organización Panamericana De La Salud (2016) cada siete embarazos se ven afectados por la presencia de hiperglucemia, y entre ellos el 85% se deben al padecimiento de diabetes gestacional (Organización Panamericana de la Salud, 2015). Se conoce como hiperglucemia a la concentración de niveles altos de glucosa en la sangre, presentándose cuando el organismo padece de insulina suficiente para cumplir su función o bien no la puede utilizar adecuadamente (Association American Diabetes, 2015).

En el 2015, se estimó una prevalencia de 16.2% de hiperglucemia durante el periodo de gestación. La *ilustración 11* señala que México es uno de los países con mayor prevalencia de hiperglucemia durante el embarazo, incrementando el alto riesgo de muerte prenatal y complicaciones durante y después del parto. A causa de esto, la educación alimentaria se presenta como una oportunidad en la etapa de embarazo.

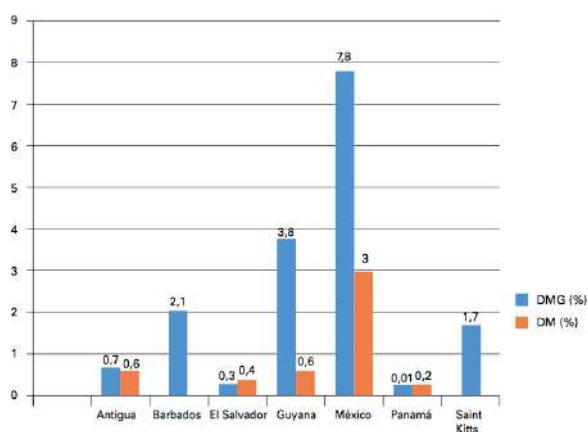


Ilustración 11: Prevalencia (%) de hiperglucemia durante el embarazo (DG, DM) en algunos países de las Américas entre 2012 y 2014 (datos institucionales).

Fuente: <http://iris.paho.org>. (Organización Panamericana de la Salud, 2015).

2.8.3 Hipoglucemia

En cambio la hipoglucemia tiene un papel contrario, es caracterizada por la concentración de niveles bajos de glucosa en la sangre, incrementando el riesgo de muerte en un paciente con diabetes (Seaquist, y otros, 2013). Esta complicación se debe a la reacción del cuerpo a la insulina, presentando síntomas cuando los niveles de glucosa son > 70 mg/dl, es decir, anormales, causando severas complicaciones y lesiones o hasta la misma muerte (Diabetes, 2015).

Durante la gestación, la hipoglucemia llega a presentarse de manera frecuente afectando la salud tanto del bebé como la mujer embarazada. La prevalencia de esta condición puede presentarse hasta en el 50% de los recién nacidos, y esto se debe a las transferencias de cantidades excesivas de glucosa a través de la placenta, causada por el hiperinsulinismo en la célula beta pancreática (Contreras-Zúñiga, Guillermo-Arango, Zuluaga-Martínez & Ocampo, 2008).

2.8.4 Nivel glucémico de mujeres embarazadas con diabetes gestacional

Ante el padecimiento de diabetes gestacional es importante mantener un control adecuado en la ingesta de alimentos, favoreciendo los niveles de glucosa en sangre y evitar anomalías congénitas durante y después del embarazo.

El diagnóstico de esta enfermedad se identifica a partir de sintomatología manifestada en el cuerpo indicando que algo no está funcionando adecuadamente. Restrepo Ochoa (2000) expone que la mujer embarazada tiene alto riesgo de padecer esta enfermedad si su glucosa plasmática presenta las siguientes condiciones:

- Glucosa plasmática a cualquier hora > 200 mg/dL
- Glucosa plasmática en ayunas > 126 mg/dL
- Glucosa plasmática a las dos horas > 200 mg/dL durante una PTOG con 75 g disueltos en agua

La *ilustración 12* presenta valores de referencia al nivel glucémico en sangre que debe tener una mujer embarazada al ser diagnosticada con diabetes gestacional, tanto en la ingesta de alimentos pre y posprandial, indicados de la siguiente manera:

| | |
|---------------------------|---------------------|
| HbA1c | 6-6.5% (óptimo <6%) |
| Glucosa en ayuno | <95 mg/dl |
| Glucosa posprandial (1 h) | <140 mg/dl |

Ilustración 12: Niveles glucémicos recomendados ante la presencia de DG.

Fuente: Secretaría de salud. Embarazo saludable, Parto y Puerperio Seguros, Recién Nacido Sano (2011).

<http://www.eneo.unam.mx/servicioseducativos/materialesdeapoyo/obstetricia1>

2.8.5 Métodos De Medición De Glucosa

Es difícil controlar lo que no se mide. Actualmente existen dispositivos electrónicos que te permiten conocer el nivel de glucosa en la sangre de manera inmediata, llamados glucómetros. Este dispositivo permite la medición de glucosa mediante vía sanguínea y funciona a base de tiras reactivas (donde se coloca la muestra de sangre) y lancetas (instrumento desechable para hacer punciones en el dedo y realizar la muestra).

Es posible obtener niveles de glucosa mediante una muestra de sangre, orina, saliva y sudor, aunque comparación de otros métodos, la vía sanguínea tiene una precisión clínica aceptable, obteniendo resultados después de la ingesta de alimentos; obligando hacer acciones correctivas y rápidas para empezar un tratamiento adecuado en dado caso de necesitarlo.

Este tipo de medición a pesar de ser precisa, no deja de ser invasiva con el cuerpo humano, provocando dolor al paciente a base de punciones periódicas en la misma zona que con el tiempo pueden aumentar el riesgo de contraer infecciones futuras. (Díaz Meza, Acevedo Cáceres, & Barrero Pérez, 2012). Según datos de Organization and International Diabetes

Federation Meeting (2003), el 80% de las personas con DM2 pierde la vida a causa de complicaciones trombóticas, y por ello los métodos invasivos de medición de glucosa resultan ser una desventaja ante su calidad de vida (Caunedo Almagro, 2005).

2.9 Tecnología Para Medición De Lectura En Índice Glucémico En Alimentos

Actualmente las técnicas ópticas resultan tener gran ventaja para el control de procesos químicos y monitorización a tiempo real, siendo la espectrometría infrarroja y luz ultravioleta un ejemplo de esto. Ambas tecnologías tienen la capacidad de realizar un análisis cuantitativo de un compuesto que contenga grupos funcionales formados con moléculas de hidrógeno unidas a moléculas de carbono, nitrógeno y oxígeno.

2.9.1 Espectroscopia infrarroja

La espectroscopia infrarroja se fundamenta en la absorción de radiación infrarroja (IR, por sus siglas en inglés) por moléculas de vibración donde una molécula absorbe la energía de un haz de luz infrarroja cuando dicha energía incidente sea igual a la necesaria para que propicie una transición vibracional de la molécula. Este método identifica los compuestos químicos con base en la frecuencia de vibraciones de los enlaces que mantienen unidas a las moléculas, este tipo de espectroscopia también es llamada como “espectroscopia NIR” (Martínez, *s.f*).

A pesar de ser un método no invasivo con el cuerpo humano, la absorción de radiación infrarroja permite realizar un análisis cuantitativo en muestras de grado alimenticio, obteniendo datos confiables para el contenido de materia seca, proteína, carbohidratos estructurales, solubles, grasa y leguminosas en beneficio a la identificación de factores antinutricionales (Landau, Glasser, and Dvash 2006). Aunado a este concepto, gracias a la aplicación de tecnología en base a detectores ópticos es posible detectar el índice glucémico de un alimento homogéneo mediante luz en el rango del infrarrojo cercano (Camacho, 2013).

Hoy en día, la medición mediante espectroscopia infrarroja ha permitido realizar análisis de productos alimentarios, químicos, ambientales y farmacéuticos a través de la quimiometría, en relación con la luz absorbida en la composición química de una muestra (Brogna et al. 2009).

Al realizar un análisis en un producto alimentario, la energía infrarroja pasa a través de un filtro óptico, limitando la radiación a la longitud de onda analítica. La radiación infrarroja es direccionada hacia la muestra revelando su composición química M.T. Benito, Bosch Ojeda y Sánchez Rojas (2008). El diagrama de la *ilustración 13* muestra el funcionamiento de este método con respecto al escaneo de un alimento por la absorción de luz infrarroja.

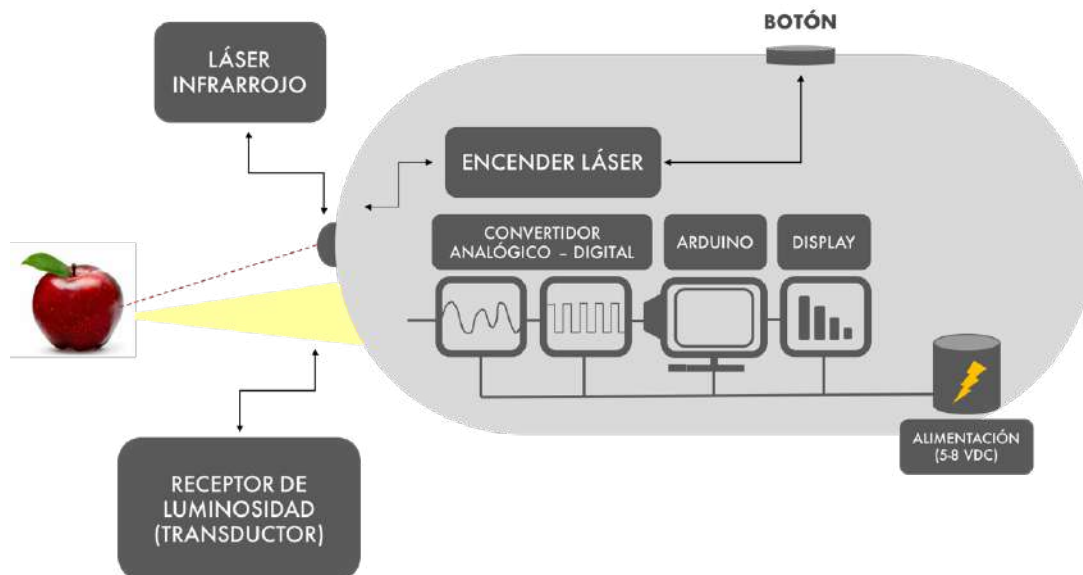


Ilustración 13: Escaneo de un alimento por espectroscopia infrarroja. Diagrama de elaboración propia.

El escaneo inicia emitiendo el láser infrarrojo sobre la muestra en este caso la manzana, el haz de luz o láser provoca que las uniones de las moléculas de las cuales se compone la muestra vibren, a su vez un receptor de luminosidad calibrado para medir el nivel de absorción de luz infrarroja obtiene una medida (señal analógica: luminosidad) que es transformada gracias al convertidor analógico-digital en una señal que puede ser procesada (señal digital: voltaje) por el

microcontrolador, el cual lleva a cabo las tareas lógicas y de computo (conversiones, operaciones matemáticas, almacenamiento, interfaz de comunicación) para proveer el valor a una interfaz gráfica, siendo el display en este caso.

2.9.2 Espectrometría ultravioleta – visible

Se conoce como espectrometría ultravioleta-visible a la medición que utiliza luz en rangos visibles y adyacentes (ultravioleta (UV) cercano y el infrarrojo (IR) cercano) para la identificación de compuestos químicos en grado alimenticio. Esta técnica funciona en base a la espectrometría de fluorescencia utilizando transiciones desde el estado excitado al estado basal, en cambio la espectrometría infrarroja funciona de manera contraria, midiendo transiciones del estado basal al estado excitado.

La aplicación de espectrometría se utiliza para el análisis cuantitativo de soluciones de iones metálicos de transición (aquellos que absorben la luz visible) y compuestos orgánicos. Las muestras para hacer una medición con espectrofotometría UV-vis tienden a ser líquidas y en algunos casos también es posible hacer mediciones con sólidos y gases.

2.10 Diseño Universal

Todas las personas tienen necesidades, medios y características diferentes en relación a su entorno. Con ello, el impacto del diseño universal toma un papel importante en la vida cotidiana de las personas, siendo un nuevo paradigma al desarrollo de productos y entornos de acceso fácil dirigido para el mayor número de personas sin la necesidad de adaptarlos o rediseñarlos de una forma especial.

2.10.1 Definición de diseño universal

El Centro de Diseño Universal en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, define el diseño universal como:

“El diseño de productos y entornos que puedan utilizar todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado” (Santamaría, s.f).

El diseño universal tiene un impacto personal, social, psicológico y cultural. Surge como elemento de apoyo impulsando áreas de oportunidad, reduciendo polarización entre sectores específicos, con el fin de beneficiar a la mayoría de la población, y no solo a un segmento de mercado, impactando positivamente en su calidad de vida por medio de la accesibilidad. A pesar de que cada persona cuenta con necesidades y requerimientos específicos, existen sectores poblacionales más vulnerables, mencionando entre ellos; adultos mayores, mujeres embarazadas, personas con alguna discapacidad, entre otras (Alles, 2012).

2.10.2 Principios De Diseño Universal

La accesibilidad es una de las características principales del diseño universal y para cumplir con ésta es importante considerar los siguientes 7 principios para el diseño del producto:


1. **Igualdad de uso:** Utilidad práctica y adaptable para cualquier tipo de usuario.
2. **Flexibilidad:** Adaptación de preferencias y habilidades individuales en el diseño, facilitando la interacción usuario – producto.
3. **Simple e intuitivo:** Usabilidad efectiva a base de funciones indicativas y técnicas las cuales expliquen el manejo del producto beneficiando la experiencia del usuario.
4. **Información fácil de percibir:** El diseño del producto debe brindar información necesaria en su modo de uso y función, a través de elementos indicativos y perceptivos.
5. **Tolerante a errores:** Evitar el mayor daño posible que el usuario pueda cometer.
6. **Escaso esfuerzo físico:** El diseño debe aportar efectividad de uso por parte del usuario, reduciendo esfuerzo físico y fatiga mínima.
7. **Dimensiones apropiadas:** Evaluar estandarización de tamaños y espacios adecuados en el diseño, considerando el alcance y manipulación en beneficio del usuario.

El objetivo del diseño universal o también llamado diseño incluyente es centrado en satisfacer las necesidades del usuario a través de un producto, adaptando parámetros de impacto tanto social y estético, señalando la importancia de su uso y función (Curiel, El "shock" del diseño , 1999).

THE PRINCIPLES OF UNIVERSAL DESIGN

(Version 1.0, 1997)

1 **EQUITABLE USE**
The design is useful and marketable to people with diverse abilities.




GUIDELINES

- 1a. Provide the same means of use for all users; identical whenever possible, equivalent when not.
- 1b. Avoid segregating or stigmatizing any users.
- 1c. Make provisions for privacy, security, and safety equally available to all users.
- 1d. Make the design appealing to all users.

EXAMPLES

- Hotel doors with sensors at entrances that are convenient for all users.
- Integrated, dispersed, and adaptable seating in assembly areas such as sports arenas and theaters.

2 **FLEXIBILITY IN USE**
The design accommodates a wide range of individual preferences and abilities.



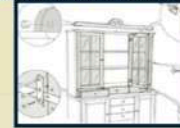
GUIDELINES

- 2a. Provide choice in methods of use.
- 2b. Accommodate right- or left-handed access and use.
- 2c. Facilitate the user's accuracy and precision.
- 2d. Provide adjustability to the user's pace.

EXAMPLES

- Sissors designed for right- or left-handed users.
- An automated teller machine (ATM) that has visual, tactile, and audible feedback, a tapered card opening, and a palm rest.

3 **SIMPLE AND INTUITIVE USE**
Use of the design is easy to understand, regardless of the user's experience, knowledge, language skills, or current concentration level.




GUIDELINES

- 3a. Eliminate unnecessary complexity.
- 3b. Be consistent with user expectations and intuition.
- 3c. Accommodate a wide range of literacy and language skills.
- 3d. Arrange information consistent with its importance.
- 3e. Provide effective prompting and feedback during and after task completion.

EXAMPLES

- A moving sidewalk or escalator in a public space.
- An instruction manual with drawings and no text.

4 **PERCEPTIBLE INFORMATION**
The design communicates necessary information effectively to the user, regardless of ambient conditions or the user's sensory abilities.




GUIDELINES

- 4a. Use different modes (visual, verbal, tactile) for redundant presentation of essential information.
- 4b. Maximize "legibility" of essential information.
- 4c. Differentiate elements in ways that can be described (e.g., make it easy to give instructions or directions).
- 4d. Provide compatibility with a variety of techniques or devices used by people with sensory limitations.

EXAMPLES

- Tactile, visual, and audible cues and instructions on a thermostat.
- Redundant cueing (e.g., voice communications and signage) in airports, train stations, and subway cars.

5 **TOLERANCE FOR ERROR**
The design minimizes hazards and the adverse consequences of accidental or unintended actions.




GUIDELINES

- 5a. Arrange elements to minimize hazards and errors; most used elements, most accessible; hazardous elements differentiated, isolated, or shielded.
- 5b. Provide warnings of hazards and errors.
- 5c. Provide fail safe features.
- 5d. Discourage unconscious action in tasks that require vigilance.

EXAMPLES

- A double-out car key easily inserted into a recessed keyhole in other of two ways.
- An "undo" feature in computer software that allows the user to correct mistakes without penalty.

6 **LOW PHYSICAL EFFORT**
The design can be used efficiently and comfortably and with a minimum of fatigue.




GUIDELINES

- 6a. Allow user to maintain a neutral body position.
- 6b. Use reasonable operating forces.
- 6c. Minimize repetitive actions.
- 6d. Minimize sustained physical effort.

EXAMPLES

- Lever or loop handles on doors and faucets.
- Touch lamps operated without a switch.

7 **SIZE AND SPACE FOR APPROACH AND USE**
Appropriate size and space is provided for approach, reach, manipulation, and use regardless of user's body size, posture, or mobility.



GUIDELINES

- 7a. Provide a clear line of sight to important elements for any seated or standing user.
- 7b. Make reach to all components comfortable for any seated or standing user.
- 7c. Accommodate variations in hand and grip size.
- 7d. Provide adequate space for the use of assistive devices or personal assistance.

EXAMPLES

- Controls on the front and clear floor space around appliances, mailboxes, dumpsters, and other elements.
- Wide gates at subway stations that accommodate all users.

THE PRINCIPLES WERE COMPILED BY ADVOCATES OF UNIVERSAL DESIGN, IN ALPHABETICAL ORDER:

Bettye Hobb Cornell, Mike Jones, Ron Mace, Jim Mueller, Abir Mullick, Elaine Ostroff, Jon Sanford, Ed Stauffer, Molly Story, and Gregg Vanderheiden.

NOTE: The Principles of Universal Design are not intended to constitute all criteria for good design; only universally usable design. Certainly, other factors are important, such as aesthetics, cost, safety, gender and cultural appropriateness, and these aspects must also be taken into consideration when designing.

© Copyright 1997 NC State University, Center for Universal Design, College of Design.

Ilustración 14: Principios del diseño universal.

Fuente: <https://design.ncsu.edu/cud>. NC State University, (1997).

2.11 Semiótica De Producto

Se entiende como semiótica de un producto a la relación de signos e indicadores que tiene un objeto, permitiendo una interacción asertiva durante su uso. La participación conceptual de los objetos consiste en la integración de instrucciones formales a base de creación de formas,

indicadores de funcionalidad y mecanismos interiores que hacen que un producto tenga más valor de lo que es (Krippendorff, 2006).

Elif Özcan y René Van Egmond (2012) afirman que a través de factores semánticos se crea la experiencia del producto, explorando atributos que lo caracterizan, tales como; componentes básicos, funciones indicativas y perceptivas, estímulos sensoriales y elementos acústicos (sonidos consecuentes o intencionales). Esto permite asociaciones cognitivas, emocionales y perceptivas, generando un lenguaje de producto adecuado para el usuario.

El vínculo sensorial y cognitivo tienen un alto impacto en la semiótica del producto, mostrando la importancia del mismo en la vida del usuario. De acuerdo con el artículo “*Basic Semantics of Product Sounds*” la representación sensorial tiene un atributo importante en la interacción con el producto, es decir, al ver, sentir y tocar un objeto se crea una asociación de elementos semánticos, fomentando la experiencia con el producto por parte del usuario. Cabe mencionar que la percepción desempeña un papel importante en el funcionamiento del producto a través de indicadores intuitivos comunicando adecuadamente su uso y manejo (Özcan & Egmond, 2012). En la siguiente diagrama se expone la secuencia de comunicación que tiene un producto.

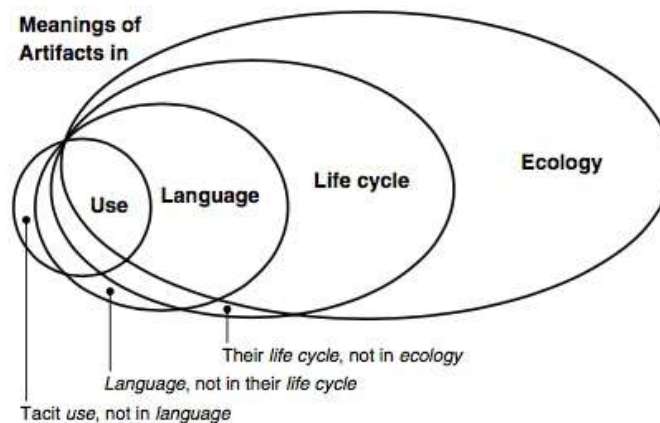


Ilustración 15: Ciclo de un producto.

Fuente: *The semantic turn a new foundation for design.* (Krippendorff, 2006).

2.11.1 Estética Y Función

Todos los productos impactan en la vida cotidiana buscando satisfacer diversas necesidades humanas. Actualmente, las personas tienden a relacionarse a base de la interpretación de los objetos, adaptando sentido común en la interacción y usabilidad con cada uno de ellos. A partir de esto, surge el diseño de producto, identificando una problemática, para así atacar una necesidad específica a base de una solución por medio de un proceso de conceptualización, valorando elementos de estética y función. A través de la interacción usuario – producto se crea una expectativa, provocando una experiencia de uso.

De acuerdo con Carlos Soto (1999) el valor de uso y función de un producto genera una reacción emocional por parte del usuario, relacionando sensaciones empáticas y el deseo de pertenencia, brindando una satisfacción placentera en el comportamiento con el objeto. La eficiencia funcional se presenta como una cualidad en un objeto, aprovechando el valor práctico antes que el estético.

El valor estético evoca una experiencia sensorial y perceptiva a través de la forma y configuración del objeto, lo que permite que el usuario sienta interés y atracción por el mismo (Curiel, La eficiencia funcional , 1999).

2.11.2 Usabilidad

Se entiende como usabilidad a uno de los principios básicos en el diseño de un producto, fomentando la exploración y dependencia de un objeto en la vida del ser humano.

El uso de un producto depende de la percepción del usuario, de modo físico, emocional y sensorial, generando emociones positivas y negativas al contacto del ser humano con el objeto. Por ello, la usabilidad tiene un papel importante en el desarrollo del producto, de manera que permite guiar o bien comunicar la funcionalidad que tiene el objeto a base de percepciones semánticas, conociendo que hace (función específica), que integra (partes y componentes) y como se usa.

Los seres humanos interactúan con los objetos a base de la percepción intuitiva, generada por la forma de uso natural que conocen al momento de interactuar con un artefacto. Esto puede provocar una reacción positiva (satisfacción) o negativa (frustración) al saber si lo están usando de manera adecuada o no.

La usabilidad también permite comunicar las limitaciones que puede generar un artefacto, señalando una restricción en su uso. Esto permite prevenir al usuario, midiendo el nivel de éxito y fracaso durante la usabilidad con el producto. Por ello, las formas semánticas tienen un alto impacto en el diseño, debido a que guían o alertan la atención del usuario en la interacción con el objeto, creando una experiencia emocional directa con el ser humano (Krippendorff, 2006).

2.11.3 Lenguaje del producto

El uso de objetos en la vida cotidiana ha creado vínculos sociales y culturales en las personas. La semiótica del producto se entiende como el lenguaje a base de códigos y señales de forma visual y perceptiva indicando una comunicación intuitiva. De acuerdo con Negrin, C., Y Fornari, T. (1992), los objetos se clasifican en artificiales, sensibles y de uso práctico desempeñando un lenguaje adecuado para cada necesidad específica, describiéndolos de la siguiente manera:

Artificiales: Objetos simples, aquellos que son fabricados o manipulados por el hombre

Sensibles: Se caracterizan por brindar una estimulación perceptiva a través de los sentidos

Uso práctico: Son aquellos que no tienen una función en específica, sólo brindan versatilidad (Flostan & Menoni, 1992).

Se entiende como visibilidad uno de los principios más importantes de diseño en un objeto, comunicando al usuario a través de señales perceptivas la forma de usar un producto de manera asertiva sin afectar su estética. Un producto comunica la forma de realizar una acción, por lo tanto, es importante implementar una interpretación y comprensión acerca de su funcionamiento a través de indicadores visibles.

En la *ilustración 16*, se muestra un diagrama de conectividad entre el usuario y el producto, representando los atributos de lenguaje al utilizar el objeto, interactuando con las atribuciones semánticas implementadas en el diseño de producto.

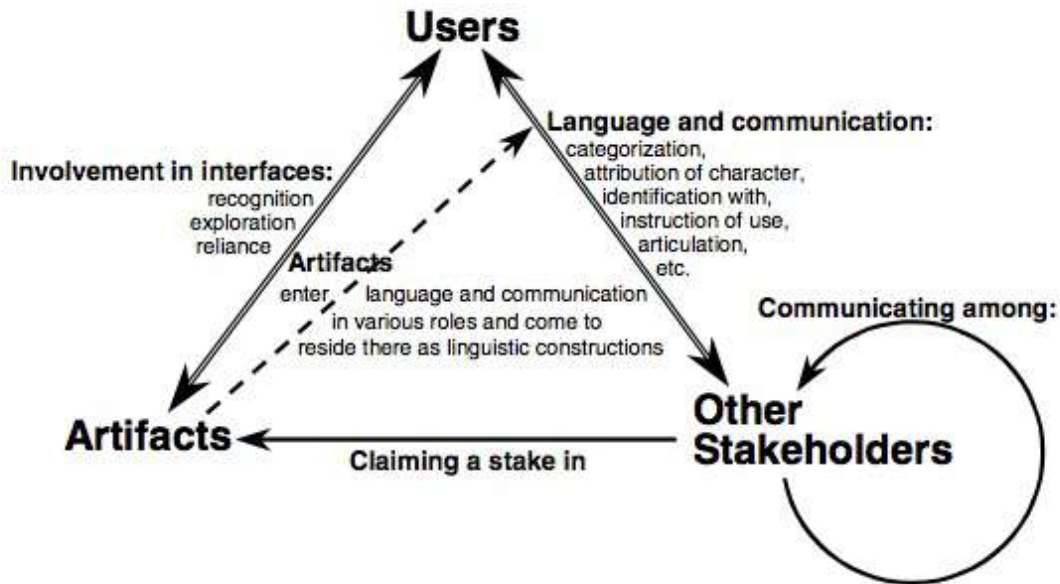


Ilustración 16: Lenguaje de un producto.

Fuente: The semantic turn a new foundation for design. (Krippendorff, 2006).

No debemos olvidar que las personas buscan satisfacer sus necesidades a través de objetos, por ello, el lenguaje de un producto es importante en este proceso, siendo su principal objetivo disminuir la complejidad que se puede generar en la interacción entre usuario y objeto, implementando alternativas perceptivas que eviten dificultades y frustraciones en el usuario durante su uso (Norman, 1988).

2.11.4 Arquitectura del producto

La arquitectura del producto define elementos constructivos y funcionales, integrándolos con el resto del dispositivo, estableciendo parámetros técnico-formales en consideración al diseño y funcionamiento del mismo.

El desarrollo del producto interfiere con la arquitectura de éste, evaluando elementos funcionales y físicos en base a operaciones y transformaciones individuales. Los primeros se clasifican a partir de tecnologías específicas y componentes físicos, en cambio los segundos representan componentes, partes y subconjuntos que integran al dispositivo. Las decisiones de arquitectura se emplean por medio de un esquema, en el cuál se asigna el acomodo de elementos funcionales de un producto.

Se entiende la modularidad como la característica más importante de la arquitectura, representando la integración de dos o más elementos funcionales en su totalidad. La arquitectura modular permite la adaptación de cambios en el diseño sin alterar otros componentes que eviten que el producto funcione correctamente (Ulrich & Eppinger). Este tipo de arquitectura emplea el desarrollo de productos por medio de procesos industriales: manufactura, ensamblaje y diseño, estableciendo integración y compatibilidad de elementos funcionales en la interfaz, en cambio la arquitectura integral desempeña un papel contrario, creando un conjunto de componentes dependientes uno de otro (Ibarra, 2005).

3. JUSTIFICACIÓN

El Instituto Nacional de Perinatología (INPer), estima que el 10 por ciento de todas las mujeres embarazadas son propensas a desarrollar DG (INPer, 2017).

Tener una alimentación balanceada durante el periodo de gestación se torna complejo para la mujer embarazada, debido a que su cuerpo comienza a sufrir diversos cambios generados por el nivel hormonal que le produce el mismo embarazo. A causa de esto es primordial tener un control alimenticio adecuado para cubrir las necesidades nutricionales de la mujer embarazada y al mismo tiempo satisfacer las exigencias nutricionales que requiere el bebé durante su crecimiento en el vientre de la madre (Díaz Sánchez & Jiménez Acosta, 2013).

En la actualidad la Diabetes Mellitus (DM) se ha convertido en uno de los más grandes problemas de salud a nivel mundial, según La Organización Mundial De La Salud (OMS), se estima que para el 2040 la calidad de vida de las personas que padecen DM se verá profundamente afectada, en relación a las complicaciones que conlleva esta enfermedad, tales como; infarto de miocardio, ceguera, insuficiencia renal, dificultad cerebrovascular, amputación de miembros inferiores e inclusive la muerte.

Es importante mencionar que la obesidad es uno de los factores principales que origina el desarrollo de DM, y en el caso de las mujeres embarazadas puede incrementar el riesgo de padecer diabetes gestacional, afectando el desarrollo del feto a causa de niveles altos de glucosa; provocando futuras complicaciones tanto para la madre embarazada y para el bebé (Toche, 2017).

La presente investigación busca mejorar la calidad de vida del usuario, implementando el control alimenticio adecuado a través de un dispositivo desarrollado para realizar una valoración de los alimentos respecto a su índice glucémico (IG), obteniendo una medida de prevención y evitar cambios bruscos de glucosa. Pues la mayoría de soluciones comerciales brindan esta información después de la ingesta de alimentos usando métodos invasivos.

La propuesta consiste en desarrollar un equipo médico, el cual permita a la mujer embarazada conocer el índice glucémico de sus alimentos. Usando los principios universales del diseño, siendo un sistema intuitivo y discreto, generando una comunicación entre producto, usuario e interfaz.

Mediante el desarrollo de esta investigación, se busca que el usuario tenga un panorama amplio de como afectará la ingesta de alimento en relación al nivel de glucosa en su cuerpo, explorando tecnologías no invasivas para la lectura de IG en sus alimentos y de esta manera cuidar su alimentación mejorando la calidad de vida de la mujer embarazada.

La educación alimentaria permite que la mujer embarazada tenga mayor probabilidad de entender y atender la importancia de su alimentación durante el período de gestación, siendo consciente de las decisiones que toma, evitando riesgos y por lo tanto complicaciones al cuidar su salud y la de su bebé (Organización Panamericana de la Salud, 2015).

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En México, el panorama nutricional se torna complejo debido al factor económico, social y cultural. A lo largo del tiempo los problemas nutricionales han incrementado a causa del estilo de vida de la población; asociados con la pobreza, hábitos y costumbres alimenticias inadecuadas, enfermedades ligadas con la educación alimentaria, tales como la diabetes mellitus, obesidad o sobrepeso y anemia.

Actualmente, la población mexicana constituye la alimentación en base a la “dieta mexicana” llamada así al conjunto de alimentos altamente refinados, con alto nivel de contenido de energía y proteínas, azúcares, grasas saturadas y colesterol. La cultura alimentaria nacional se ha ido modificando en los últimos años, orientando a la población mexicana en mejorar sus hábitos alimenticios con el fin de evitar el desarrollo de futuras enfermedades. Por ello la educación alimentaria tiene como objetivo implementar estrategias nutricionales en diversos grupos de la población, integrando dietas con valor alimenticio de manera variada, equilibrada y suficiente para el consumo humano.

Influir en el cambio de comportamiento y el estilo de vida de la población mexicana desde un enfoque alimentario para la población mexicana, sin embargo, se han tomado diversas medidas integrando programas de nutrición con el propósito de reducir los problemas alimentarios actuales y mejorar la situación nutricional del país. En México la morbilidad y mortalidad surge de enfermedades relacionadas con los hábitos alimenticios, asociadas con problemas de bajo consumo de fibra dietética, alto consumo de grasas animales saturadas, bebidas alcohólicas y tabaquismo (Rivera Barragán, 2007).

En los últimos años, la falta de importancia ante la alimentación ha provocado un alto incremento de prevalencia ante el padecimiento de un síndrome metabólico. En el caso de las mujeres embarazadas la presencia de DG ha aumentado cada vez más, afectando alrededor de 16% en todos los embarazos, según la población y provocando más de 90% de muertes maternas y perinatales.

Esta condición depende únicamente del estilo de vida que tenga una persona, y en algunos casos puede ser controlada entre el 70% y 85% integrando cambios alimenticios e implementando hábitos físicos dentro de la rutina diaria (Organización Panamericana de la Salud, 2015).

Ante esta problemática, la educación alimentaria surge como una estrategia de intervención hacia la salud de la población, disminuyendo la transición al consumo de alimentos con alto contenido de azúcar, grasas y sal. Hoy en día, la sociedad mexicana se encuentra en una situación compleja debido a que no todos los individuos tienen acceso libre a la información y capacitación con respecto al tipo de alimentación que deben de tener para mantener una vida saludable, a causa de factores tanto culturales como socioeconómicos.

La educación alimentaria representa una estrategia viable en la solución nutrimental a nivel mundial, orientando a la población en el consumo de alimentos adecuados, promoviendo la importancia de hábitos dietéticos (Roma, 2011). En el caso de las mujeres embarazadas, se encuentran en una situación compleja debido a que durante el embarazo es difícil mantener un régimen alimenticio de manera estricta, debido a los cambios fisiológicos, nutrimentales y hormonales que padecen durante esta etapa.

De acuerdo con datos de la OMS, las estrategias de educación alimentaria durante el embarazo pueden ayudar al control de estrés y ansiedad durante este periodo, mejorando la alimentación materna y con ello reducir riesgo de desarrollar enfermedades durante el embarazo afectando el crecimiento del bebé (OMS, 2013).

5. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

5.1 Diseño Emocional

En el 2010, en el artículo “Three levels of product emotion”, Desmet dio a conocer que la interacción usuario – producto genera emociones que se manifiestan multifacéticamente. Gracias a esta interacción, es posible generar experiencia en base a los encuentros sociales, provocando un vínculo emocional a través de objetos.

Los sentimientos y el comportamiento emocional son características claves de las emociones. El primero se manifiesta como una acción y el segundo es la interacción con nuestro entorno (personas, objetos y ambientes), es decir, la adaptación a diversas situaciones. Según (Desmet, 2010) la experiencia y comportamiento emocional se manifiestan a través de tres evaluaciones principales: valoración de utilidad (la compatibilidad de alcanzar un objetivo beneficioso o bien, detectar eventos en desventaja), valoración de simpatía (provoca una emoción positiva o negativa, es decir, placer o disgusto) y un perfeccionamiento de evaluación (valora si el evento cumple o excede los estándares y expectativas). Estas evaluaciones impulsan todas las emociones humanas respecto a nuestras relaciones interpersonales, individuales y emocionales.

Actualmente el valor emocional en un producto se ha convertido en una estrategia benéfica en el mercado de consumo, considerando el impacto emocional que tiene un producto en el consumidor (Chang & Wu, 2007). El diseño de producto se relaciona con el comportamiento emocional del usuario y su fuerte vínculo con su entorno y como interactúa en él. El proceso de las emociones surge como una motivación para determinar nuestro estado de bienestar, es decir, fortalecer emociones positivas o bien debilitar emociones negativas que pongan en riesgo nuestro bienestar propio.

Según la investigación de Desmet, el diseño de producto se ve afectado por los siguientes elementos: enfoque del producto (la relación con el producto), enfoque de la actividad (centrado en la usabilidad del producto) y la actividad en general. Los productos son representados de manera tangible, donde la percepción es el lenguaje de comunicación entre

usuario – producto, enfocado en sensaciones, tales como; ver, tocar, saborear, oír y sentir, estimulando emociones a través de un producto. De esta manera se genera la experiencia de un producto (Desmet, 2010).

Los productos son instrumentos que son utilizados para facilitar o bien reducir esfuerzo al realizar una actividad, teniendo una respuesta emocional por parte del usuario. Esto se debe al contexto y necesidades del mismo, ya que las personas tienden a reaccionar emocionalmente debido a su preocupación o incertidumbre en relación a una actividad. Cabe aclarar que la emoción está dirigida al usuario, ya que la satisfacción que éste siente al poder realizar o no actividad es la que evoca emociones.

El autor asegura que el impacto emocional depende de la calidad comunicativa y de uso que tenga el producto en relación al material, acabado, propósito, significado y expresión con respecto a su función. Mencionando la importancia de considerar el contexto de experiencia, debido a que no solo hay una respuesta emocional, sino también coexiste una respuesta al pensamiento y percepción de un producto.

De acuerdo con la investigación de Chang & Wu (2007) “*Exploring types and characteristics of product forms*” es posible crear una conexión emocional con el usuario a partir de la percepción visual de un producto, provocando un placer o satisfacción al consumidor a través del tacto directo y sensorial con el objeto. Por otro lado, también es importante entender que evocan los objetos y que buscan las personas en ellos (Chang & Wu, 2007).

6. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

6.1 Objetivo General

- Desarrollar un dispositivo biomédico intuitivo que permita a la mujer embarazada conocer el índice glucémico de sus alimentos.

6.2 Objetivo Particular

- Identificar los parámetros de detección de glucosa libre en alimentos de bajo, medio y alto índice glucémico.
- Identificar los requerimientos dietéticos de las embarazadas para que a partir de las tablas de referencia de índice glucémico se genere una comunicación entre usuario, producto e interfaz.
- Implementar un prototipo de lectura de índice glucémico en alimentos enfocado en mujeres embarazadas.
- Diseñar un panel de comunicación a través de tamaño, forma, color y textura que fomente la apropiación del producto.
- Explorar y seleccionar tecnologías no invasivas para la lectura de índice glucémico en alimentos.

6.3 Hipótesis

A través del uso de la arquitectura y semiótica del producto, es posible diseñar un dispositivo médico intuitivo para la medición del índice glucémico en alimentos.

7. METODOLOGÍA

El desarrollo de producto ha evolucionado a lo largo del tiempo, hoy en día demanda soluciones factibles, viables y deseables analizando las necesidades actuales.

El objetivo principal de esta investigación es solucionar un problema a través de un producto innovador, partiendo de la metodología “Double Diamond” *Design Process Model*, que es un ejemplo de un método que brinda datos cuantitativos y cualitativos para generar soluciones que satisfagan las necesidades del usuario.

El desarrollo de este proceso consta de cuatro etapas de diseño: descubre, define, desarrolla y entrega tal como se representa en la *ilustración 17*, partiendo desde la identificación del problema hasta la solución del mismo a través de un mapa visual como proceso de diseño, representado en rombos.

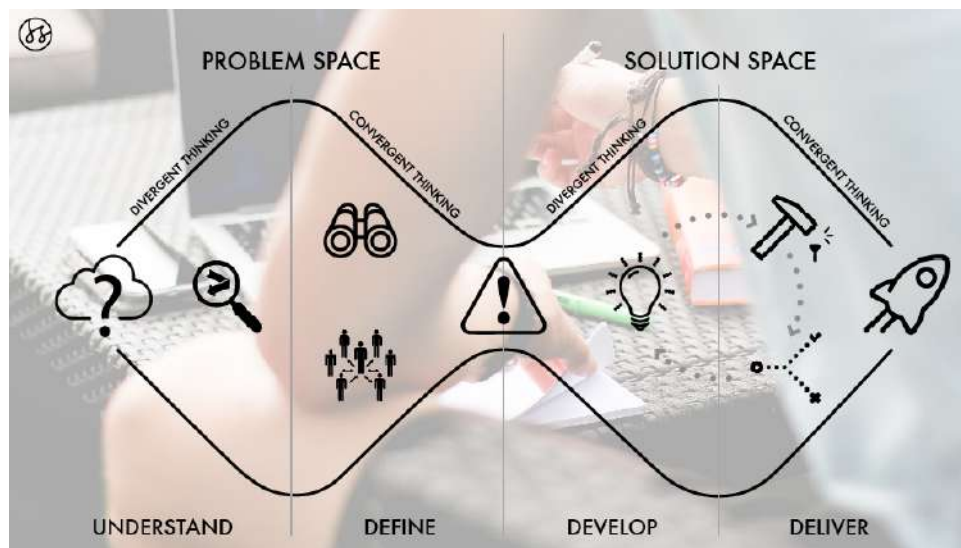


Ilustración 17: Interacción entre etapas. Método “Double Diamond” *Design Process Model*. Fuente: <http://www.jumpstartproject.com.au>. Tom Allen (2016).

A pesar de ser lineal, esta metodología permite la interacción entre etapas, es decir, continuar o bien regresar a cada una de ellas retroalimentando datos e información obtenida para así generar soluciones factibles.

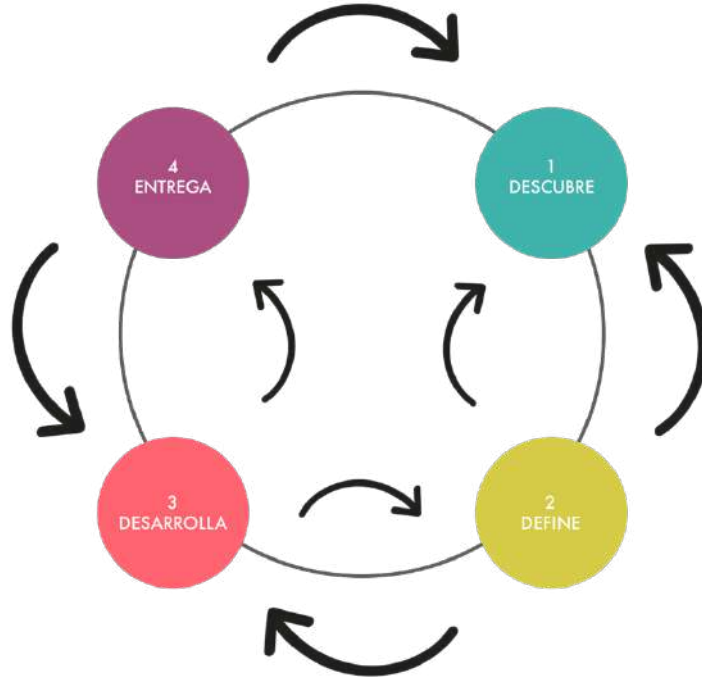


Ilustración 18: Diagrama de elaboración propia para representar la interacción cíclica entre etapas.

Esto permite desarrollar una investigación cuantitativa y cualitativa sin embargo en este caso se utilizó un método cualitativo enfocado a un grupo en específico, identificando una problemática en el área de salud. Se consideró la educación alimentaria durante la etapa de gestación como oportunidad de diseño, partiendo de las diversas complicaciones de salud que se generan ante el padecimiento de un síndrome metabólico durante el embarazo, utilizando la prevención de la diabetes gestacional como enfoque de estudio.

El objetivo es implementar una herramienta de apoyo para la educación alimentaria en una mujer embarazada a través de un producto de innovación, permitiendo que el usuario conozca la información y con ello propicie la toma de decisiones de manera asertiva antes de la ingesta de alimentos.

Durante cada etapa se implementaron diferentes métodos para definir el problema, conocer el usuario y brindar propuestas asertivas.

7.1 Descubre

Se planteó la diabetes gestacional de manera preventiva, siendo un tema de preocupación para muchas mujeres mexicanas con antecedentes diabéticos durante el embarazo. Este diamante permite descubrir datos duros e información necesaria sobre usuarios vulnerables a partir de una exploración de campo a base de esquemas y mapas mentales.

El primer ejercicio de observación consiste en realizar visitas de campo, en este caso, se eligió el Hospital General y el Hospital del Niño y la Mujer para la exploración por el número de pacientes que atienden al año. Este ejercicio permite identificar áreas de oportunidad en base a la interacción con el usuario directo ante su experiencia como gestante en relación a su alimentación.



Ilustración 19: Hospital General y Hospital del Niño y la Mujer. Visita de campo con usuarios involucrados.

El proceso de observación permite delimitar una problemática de lo general a lo particular, es decir, de estudiar un problema de salud (DM) hasta un problema específico (DG); conociendo e interpretando comportamientos, deseos y necesidades del usuario directo sin

dejar a un lado la información de expertos, entrevistando doctores, ginecólogos y nutriólogos. Este ejercicio se debe hacer de manera cíclica hasta obtener resultados necesarios que permitan hacer conexiones no evidentes.

Este primer ejercicio se realizó con apoyo de un diario de campo registrando observaciones y utilizando la guía de observación *POEMS (People, objects, environment, message and service)*. Esta guía permite analizar y describir todos los elementos que componen la experiencia del usuario ante su contexto; como interacciones con personas, objetos, lugares cotidianos y actividades involucradas en su entorno.

GUÍA DE OBSERVACIÓN: POEMS AEIOU



Ilustración 20: Matriz de valoración para la guía de observación *POEMS AEIOU*.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/246814958/Guia-de-Observacion-POEMS-AEIOU>.

Lorena Gaytan (2014).

7.1.1 Fuentes primarias y secundarias

En esta fase, la participación de fuentes primarias y secundarias permite una obtención de información más clara y profunda.

7.1.2 Usuarios involucrados

Se buscó crear un vínculo directo con el usuario de enfoque, en este caso, personas que padezcan un síndrome metabólico o bien Diabetes Mellitus. Esta primera aproximación con el usuario sirvió para conocer completamente la enfermedad, desde la sintomatología, causas y complicaciones hasta saber como es el procedimiento clínico y emocional que experimenta el usuario ante esta condición.

Una vez que se conoce esta información se genera un panorama más amplio acerca de lo que buscas como investigador, es decir, atacar un problema de salud. En el transcurso del proceso exploratorio, se identificó la diabetes gestacional como una de las complicaciones generales que engloban a la diabetes, siendo una condición metabólica que aparece únicamente en la etapa de embarazo, afectando a un nicho en específico, es decir, mujeres embarazadas.

Después de conocer esta información, se buscó establecer una relación empática con el usuario directo, es decir, mujeres embarazadas; en especial aquellas que hayan tenido alguna complicación metabólica durante la gestación. Permitiendo que el investigador conozca el comportamiento y pueda identificar necesidades personales, físicas, cognitivas, sociales y culturales y el cómo se involucra con su entorno.



Ilustración 21: Mujeres embarazadas, usuario directo.

7.1.3 Información de expertos

En esta etapa la participación de expertos clínicos fue necesaria para el proceso de exploración, aportando su conocimiento y experiencia como especialistas en el proceso clínico en un paciente con complicaciones metabólicas desarrolladas. Permitiendo reafirmar y suministrar información clave sobre el tema de estudio.

Posteriormente, se realizaron visitas con expertos clínicos, buscando obtención de información más clara y profunda a base de suposiciones y prejuicios en el panorama clínico.

Especialistas clínicos:

- Dra. Cecilia Ugalde: Ginecóloga en sector privado
- Dra. Andrea Morales: Nutrióloga en sector público
- Doctor General en sector público
- Concepción Correa: Enfermera en sector público

Mediante entrevistas con expertos se reafirmó que esta condición puede ser preventiva y correctiva si se mantiene un control alimenticio adecuado, por lo que la educación alimentaria se presenta como un área de oportunidad en esta investigación.

La información se puede registrar de manera visual, auditiva o escrita por medio de videos y grabaciones. Una vez completada esta etapa es recomendable realizar un diario de campo a base de documentación propia.

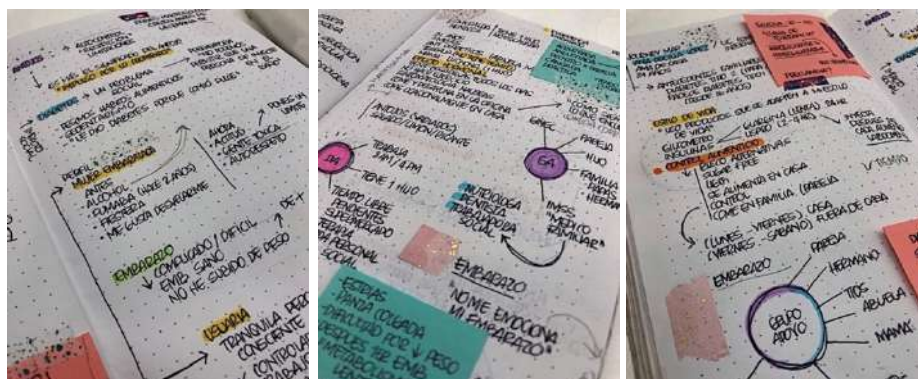


Ilustración 22: Diario de campo.

Tener un diario de campo resulta una herramienta útil para el investigador, siendo una bitácora de apoyo durante un periodo prolongado, donde se adjunta toda la información recopilada; datos duros, anotaciones, experiencias, observaciones desde una perspectiva personal y vulnerable para después analizarla y representarla en mapas mentales y esquemas.

A continuación, en la *ilustración 23* se muestra el proceso de exploración con el usuario, identificando datos personales, clínicos y sociales.

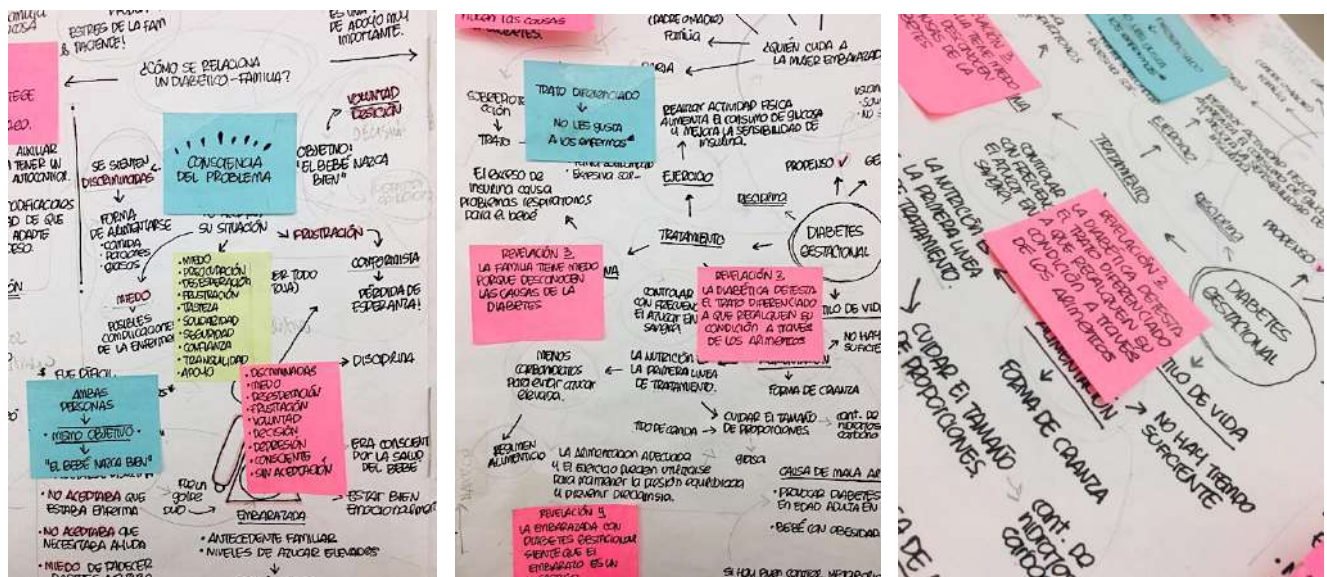


Ilustración 23: Exploración de escenarios.

Este método cualitativo permitió desarrollar un nivel de empatía con el usuario en el proceso de exploración, identificando temas vulnerables para la mujer embarazada y después estudiar e interpretar los resultados encontrados en este primer ejercicio y la relación que hay entre cada uno de ellos.

La realización de mapas mentales y esquemas favorecen el proceso exploratorio, debido a que permiten hacer descubrimientos generando un cúmulo de información. En este caso, el proceso de observación permitió identificar ciertos temas sensibles para una mujer embarazada, siendo la alimentación un tema de vital preocupación durante el periodo de

gestación, ya que la toma de decisiones depende únicamente de ella. Esto se convirtió en el tema central de desarrollo en esta investigación

El parámetro para saber que es momento de pasar al siguiente diamante es hacer afirmaciones previas, generadas mediante observación y recopilación de datos duros para definir una problemática.

7.2 Define

El objetivo principal de este diamante es conocer y dominar el tema desde un panorama amplio y profundo, entendiendo las necesidades del usuario ante su condición. Este diamante depende únicamente de la recopilación de datos durante el proceso exploratorio, lo que permite crear afirmaciones previas, o lo contrario regresar a etapas anteriores a través de una retroalimentación a nuestro punto de origen hasta obtener información suficiente y concreta.

En esta sección se analiza toda la información obtenida, para posteriormente crear modelos interpretativos haciendo conexiones no evidentes y poder definir un problema en específico. Los modelos interpretativos permiten crear una selección de información más concreta, evaluando temas y patrones identificados en el proceso de observación. Una vez que se concluye esta etapa se pueden crear áreas de oportunidad en base a la información analizada en esta fase.

A continuación se anexa la descripción de cada etapa y la relación que hubo entre ellas para llegar a un resultado final y específico.

7.2.1 Determinación de hallazgos y revelaciones

De acuerdo con la información obtenida y analizada en la etapa anterior, se redactan hallazgos y relevaciones. Entendiendo los hallazgos como información evidente encontrada en los escenarios de estudio y las revelaciones en la explicación detallada entendida como

“*insights*”. A partir de la definición y análisis de estos tres elementos se puede plantear y definir un problema más claro y conciso.

En este caso, los hallazgos y revelaciones arrojaron información específica, indicando la alimentación durante el embarazo como un tema de exploración, encontrando áreas de oportunidad. Una vez que se identifican patrones y elementos que se relacionen entre sí, se puede iniciar la etapa de definición.

Al conocer sobre la importancia y como repercuten los antojos de manera excesiva en la alimentación, se logró analizar y abordar una problemática específica a partir de la interacción entre etapas. Permitiendo definir de manera profunda y completa cada uno de los elementos que involucran al problema, arrojando diferentes resultados que puedan ser asertivos o no.

7.2.2 Determinación de áreas de oportunidad

Las áreas de oportunidad se crean en base a la información identificada en el proceso de exploración e interacción con el usuario y fuentes secundarias. A través de la identificación de problemas generales se realizaron ejercicios para encontrar una solución innovadora, utilizando tres técnicas creativas: *brainstorming*, *relaciones forzadas* y *mapas de polaridad*.

Cada técnica tiene una función específica, en el caso de *brainstorming* y *relaciones forzadas* permiten hacer conexiones facilitando el surgimiento de nuevas ideas sobre un problema determinado, integrando elementos creativos, relevantes y razonables sin limitación organizacional.

El objetivo de este tipo de técnicas es vincular conceptos o soluciones previas con el fin de obtener puntos de referencia, siendo funcionales o no, la idea es crear un cúmulo de conceptos abstrayendo ideas que puedan generar una solución viable y tangible representada en un producto innovador.

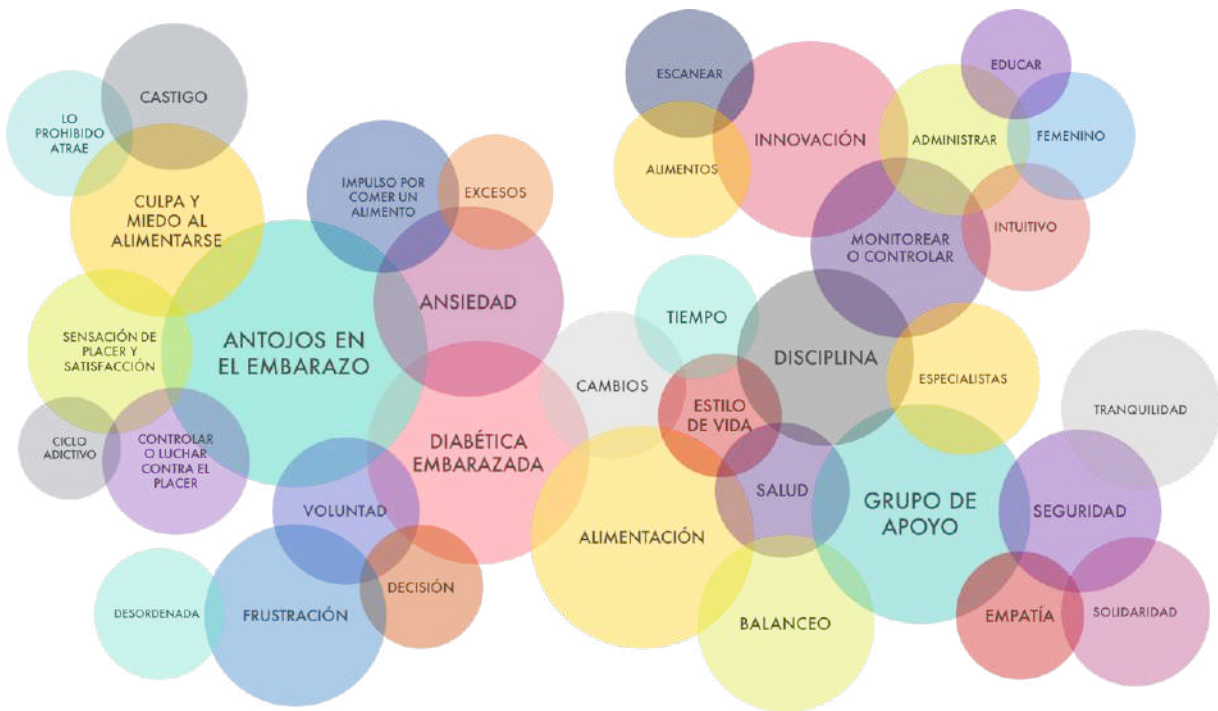


Ilustración 24: Técnicas creativas. Diagrama de elaboración propia.

En cambio, los mapas de polaridad cumplen una función diferente, permiten un análisis previo entre parámetros contrarios, es decir, conceptos o palabras claves que definan el enfoque de estudio. Evaluando al usuario (mujer embarazada), problema (alimentación durante el embarazo) y contexto (período de gestación).

A través de esta técnica se puede ubicar dónde se encuentra la oportunidad de diseño para posteriormente conocer que sector está desatendido, identificando el área de enfoque. En este caso, se utilizó este método colocando elementos involucrados a un problema en específico, considerando usuario, alimentación, tecnología y contexto entre los hallazgos y revelaciones más importantes para hacer una evaluación comparativa o definir la relación que existe entre ellos.

A continuación, se presentan el proceso de polarización que se realizó para analizar los elementos y usuarios involucrados:

En la *ilustración 25*, se polarizó el contexto de la mujer embarazada VS hábitos alimenticios, seleccionando la embarazada diabética con el desequilibrio alimenticio como tema de enfoque al identificar elementos vulnerables en esta área desatendida.



Ilustración 25: Polarización de escenarios.

Al igual, es importante identificar al usuario principal vinculándolo con palabras claves para definirlo adecuadamente ante el contexto y el problema principal, tal como se muestra en la *ilustración 26*, señalando a la mujer embarazada primeriza VS activa.



Ilustración 26: Conceptualización de usuario.

El contexto familiar y personal son elementos identificados en el usuario durante el proceso exploratorio, permitiendo conocer con quienes se relaciona la gestante durante esta etapa y con ello entender su contexto actual, aunado a necesidades, deseos y comportamientos. A través de las *ilustraciones 27 y 28* se muestran los elementos que forman el grupo de apoyo para la mujer embarazada.



Ilustración 27: Conceptualización de escenarios.



Ilustración 28: Conceptualización de área de enfoque.

7.2.3 Definición de problema a partir de diseño industrial

La definición del problema surge a partir del proceso ECE, el cuál consiste en resolver un problema centrado en personas en base a descubrimientos y hallazgos encontrados a través de la exploración, entendiendo las necesidades y carencias del usuario, siendo una de las tareas más importantes para el investigador.

El método ECE se compone de tres fases: escuchar, crear y entregar; permitiendo plantear y definir un problema en específico para posteriormente resolverlo a través de un producto. Incluyendo elementos, variables y subproblemas encontrados en el proceso; involucrando al usuario de estudio y sus necesidades en el contexto.

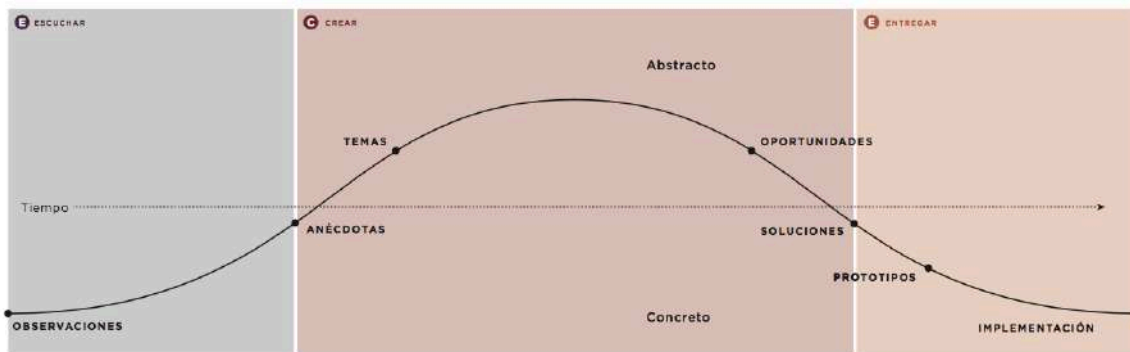


Ilustración 29: Método ECE para la definición de problema.

Fuente: Human Centered Design.

En esta investigación el planteamiento del problema surge en base a las necesidades que tiene una mujer embarazada en relación a su alimentación, planteándolo a base a los siguientes elementos.



Ilustración 30: Elementos del problema.

A través de la interacción con el usuario, este método permite arrojar información que no se refleja fácilmente al momento de interactuar con sus bolsas y pertenencias personales. Siendo una técnica muy honesta, poniendo al desnudo todo tipo de artículos de pertenencia que tiene el usuario en su bolsa.

En esta fase, el diseñador debe ser cauteloso al momento de observar e interpretar lo que transmite y comunica el objeto en una persona, en relación a su cultura, tiempo y lugar. Permitiendo analizar cualidades de la experiencia asociada con el uso de los objetos, y lo que representan de manera física y emocional para el usuario.

7.2.5 Generación de soluciones tridimensionales

Se realizó un ejercicio de prototipado rápido en base a los elementos de ideas generadas en las técnicas creativas, explorando formas físicas de acuerdo con los conceptos obtenidos en las etapas anteriores.





Ilustración 32: Prototipado, fase 1.

Al interactuar con la usuaria, se descubrió que a través de las bolsas de las mujeres era uno de los elementos más importantes que teníamos que considerar para uno de los conceptos de portabilidad generando soluciones que cupieran desde la bolsa más pequeña hasta la más grande.

A través de esta etapa se extrajeron ideas y elementos en soluciones tridimensionales, sin evaluar un sistema o tecnología específica. Generando puntos de referencia que permitan definir la etapa de conceptualización.

7.2.6 Exploración de posible tecnología

Una vez que se identifica y se define el problema se busca un medio para solucionarlo. Antes de iniciar con la etapa creativa y continuar con la fase conceptual es necesario explorar y definir el tipo de tecnología que se va utilizar.

La exploración de tecnología se determinó a través de similares existentes, investigando la implementación de este tipo de tecnología en otros productos médicos, con el fin de verificar su factibilidad ante su uso. En ayuda de expertos en ingeniería electrónica se exploró la

viabilidad de tecnología infrarroja y los componentes que la integran valorando el alcance funcional que se buscaba lograr en el producto.

Se seleccionó la espectroscopia infrarroja, siendo una alternativa tecnológica que permite medir el índice glucémico de los alimentos cumpliendo la función principal de la propuesta. Al llegar a este punto, se inicio una etapa de evaluación con este tipo de tecnología, considerando su factibilidad al ser implementada en el producto.

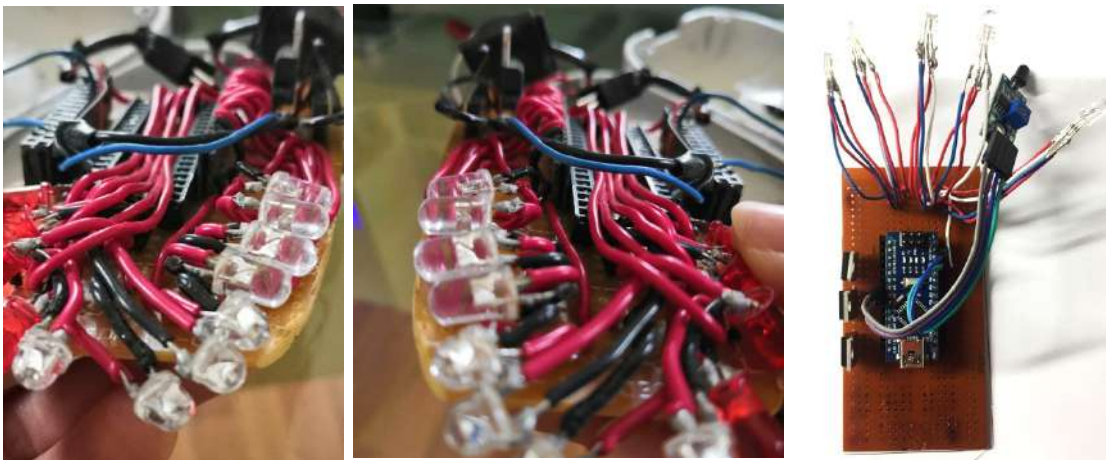


Ilustración 33: Tecnología infrarroja.

Todo producto de diseño debe de ser factible, viable y deseable, por ello es necesario realizar un diagrama de uso, evaluando el número de componentes que integran la tecnología.

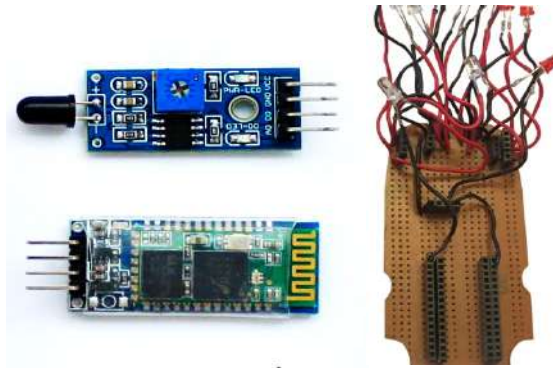


Ilustración 34: Componentes electrónicos que integran la tecnología infrarroja.

En lo particular, la tecnología infrarroja delimito la forma del producto, lo que fue necesario adaptar todos sus componentes electrónicos con toda la parte de diseño: funcionalidad, estética y ergonomía del usuario.

7.2.7 Requerimientos y especificaciones de diseño

En esta etapa es importante delimitar y definir criterios de diseño con el objetivo de cumplir una solución cuantitativa y cualitativa. Estas variables permiten complementar elementos específicos del diseño de producto, guiando al diseñador durante el desarrollo de la propuesta final en base a los parámetros ya establecidos.

Estas consideraciones de diseño deben de ser medibles para posteriormente comprobar si cumplen su objetivo o no. A continuación se presenta la tabla de requerimientos y especificaciones clasificándolos en función, usuario, uso, formales, estructurales y técnicos.

| REQUERIMIENTOS DE DISEÑO | | |
|--------------------------|---------------|--|
| | REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
| FUNCIÓN | MECANISMO | Tecnología infrarroja |
| | CONFIABILIDAD | Componentes electrónicos ocultos |
| | RESISTENCIA | Material con resistencia al impacto |
| | ACABADO | Texturas suaves y lisas |
| | | Integrar líneas orgánicas, generando un diseño limpio y neutro visualmente |
| USUARIO | USUARIO | Mujer embarazada, 25 - 35 años de edad |
| | | Considerar el que el dispositivo está dirigido a clase social media |
| | | Valorar el grupo social del usuario : |
| | | Mujer embarazada activa |
| | | Utiliza aparatos electrónicos |
| | | Estilo de vida acelerado |
| | | No cuenta con suficiente tiempo para alimentarse sanamente |
| | | Propensa a padecer síndrome metabólico |
| USO | PRACTICIDAD | El dispositivo deberá estar al alcance del usuario en todo momento |
| | | El dispositivo deberá reducir esfuerzo al usuario |

| | |
|--------------------------|--|
| | El dispositivo deberá tener indicadores de usabilidad táctiles y visuales |
| SEGURIDAD | Componentes electrónicos ocultos |
| | El dispositivo no deberá tener formas o texturas picudas |
| | Medición funcional deberá garantizar la seguridad física de la mujer y del neonato |
| MANTENIMIENTO PREVENTIVO | Bordes redondeados para facilitar la limpieza |
| MANTENIMIENTO CORRECTIVO | Considerar cambio de piezas o componentes internos en caso de alguna reparación necesaria |
| REPARACIÓN | A excepción de la carcasa, contemplar el uso de piezas comerciales para su fácil reparación. |
| MANIPULACIÓN | Para su fácil manipulación y transportación el dispositivo no deberá exceder de 250 gr. |
| ERGONOMÍA | El dispositivo deberá ser utilizado con las dos manos |
| | El dispositivo no deberá tener elementos picudos o ásperos que puedan lastimar al usuario |
| ANTROPOMETRÍA | El dispositivo no deberá exceder de 140 mm de altura |
| | El dispositivo no deberá exceder de 80 mm de ancho |
| | El dispositivo no deberá exceder de 45 mm de grosor |
| PERCEPCIÓN | Se deberá percibir como un producto médico |
| | Para su fácil entendimiento, el dispositivo deberá comunicar el contenido de IG escaneado |
| TRANSPORTACIÓN | Producto portable optimizando accesibilidad de uso |
| | Dimensiones no mayores a: |
| | Peso no mayor a: 250 gr. |

| | | |
|----------|------------|---|
| FORMALES | ESTILO | High-tech |
| | | Medical device |
| | UNIDAD | Integración familiar |
| | CONCEPTO | Femenino, maternal |
| | EQUILIBRIO | Distribución simétrica de los elementos |
| | | Empleo de colores cálidos y neutros visualmente |

| | | |
|------------|-----------------------|---|
| ESTRUCTURA | NÚMERO DE COMPONENTES | El dispositivo deberá componerse de los siguientes elementos: |
| | | - Botón encendido y apagado |
| | | - Botón reset |
| | | - Cargador externo al dispositivo |
| | | - Botón escaneo |
| | | - Código de colores que comunique el nivel de IG |
| | CARCASA | Considerar carcasa armable / desarmable |
| | | Considerar espacio amplio en el área interna para adaptar componentes electrónicos requeridos |
| | | Material de la carcasa resistente al agua |

| | | |
|--|--------------------|---|
| | UNIÓN | Los componentes internos se unirán por presión |
| | | La carcasa se unirá a base de tornillos |
| | CENTRO DE GRAVEDAD | Distribución de masa, preferentemente a la sección inferior del dispositivo |
| | | |

| | | |
|---------|--------------------|-------------------------------|
| TÉCNICO | MODO DE PRODUCCIÓN | Producto replicable |
| | MATERIAS PRIMAS | PLA preferentemente en blanco |

Tabla 2: *Tabla de requerimientos y especificaciones de diseño.*

Una vez que se especifican los requerimientos de diseño, se puede continuar con el proceso de definición y conceptualización en base a los parámetros ya establecidos para obtener un resultado factible, viable y deseable.

7.2.8 Conceptualización

Esta etapa abarca desde la concepción de una idea hasta el producto.

7.2.8.1 Generación de moodboards

Los “*moodboards*” funcionan como una herramienta de apoyo en la etapa de conceptualización. A través de tableros de ánimo, el diseñador deberá tener la capacidad de comunicar y homologar el pensamiento mediante imágenes representativas que describan elementos del proyecto, con el fin de que otras personas o áreas multidisciplinarias entiendan el mismo mensaje y por lo tanto estén en el mismo contexto.

Al igual esta técnica sirve como una fuente de inspiración a base de una colección de imágenes, texturas, fuentes, paletas de colores y descripciones. Una vez que se tiene establecido y definido el mismo lenguaje se generan tableros de caracterización de usuario, emociones, sensaciones y una lámina de estilo para definir el concepto de la propuesta, evaluando lo que se puede replicar y lo que se puede evitar.

A continuación se anexa la generación de tableros de ánimo en la etapa de conceptualización:



Ilustración 35: Lámina de caracterización de usuario.



Ilustración 36: Lámina de emociones y sensaciones.



Ilustración 37: Lámina de estilo formal en elementos estéticos.



Ilustración 38: Lámina de estilo formal en elementos funcionales.

Estos cuatro tableros permitieron una exploración y conceptualización en la propuesta final, permitiendo guiar al diseñador en todos los componentes expresados en cada una de las láminas de humor.

7.2.8.2 Definición de buyer persona

A través de todo el proceso de observación y exploración se mantuvo interacción directa con el usuario de enfoque, en este caso, mujeres embarazadas. Para concluir con la etapa de conceptualización es necesario detallar el arquetipo que describe ampliamente al usuario, extrayendo toda la información que lo define.

Este arquetipo se determina en apoyo a una herramienta llamada “*buyer*” persona. Esta herramienta consiste en organizar una lámina descriptiva del usuario ideal, exponiendo datos reales y personales, arrojando información demográfica, comportamientos, necesidades y estilo de vida, indicadores que lo definan amplia y específicamente.

A continuación se anexa el diagrama con puntos de referencias que se utilizó para crear el “*buyer*” persona analizado en esta investigación.



Figura 41: Diagrama de análisis de usuario de enfoque.

Este diagrama permite que el diseñador defina específicamente para quien esta dirigida su investigación y para quien está solucionando un problema a través del desarrollo de un producto en relación a los datos ya obtenidos.

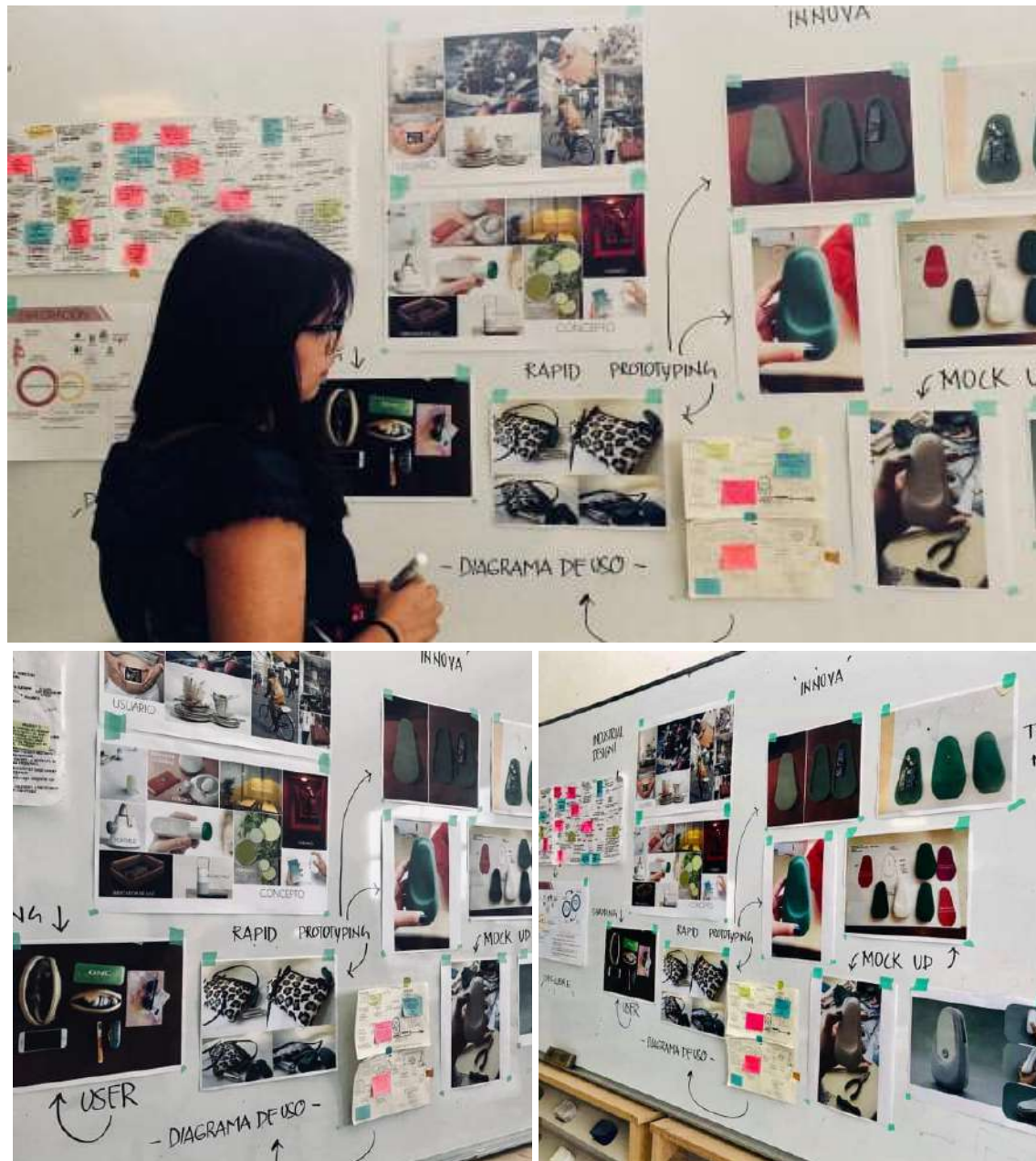


Ilustración 39: Proceso de conceptualización.

7.3 Desarrolla

Este diamante consiste en describir todo el proceso creativo en base al análisis de la etapa conceptual.

7.3.1 Exploración de diseño visual, táctil y experimental

7.3.1.1 Sketching

A partir de los elementos conceptuales desarrollados en la etapa anterior, se iniciaron ejercicios creativos de generación de ideas manteniendo los criterios de diseño y requerimientos. Esta técnica permite plasmar ideas de manera rápida, comunicando flujos de navegación e interacción.

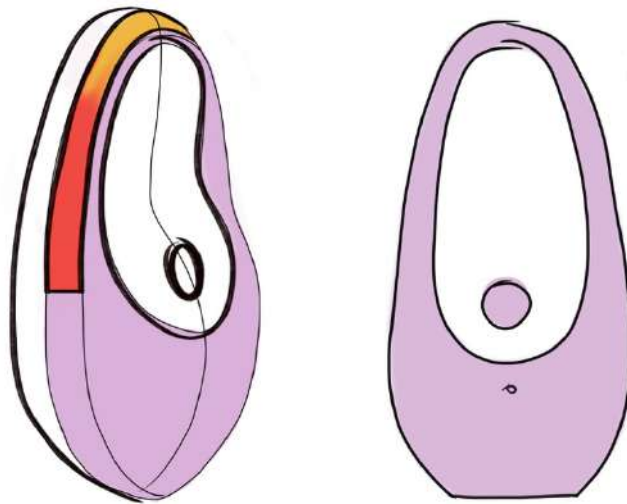


Ilustración 40: Proceso creativo. Sketching.

7.3.1.2 Generación de propuestas tridimensionales

De acuerdo con la exploración de formas se experimentaron proporciones y tamaños en relación a la tecnología implementada en el producto.

En esta etapa, el diseñador debe tener claro que está valorando del prototipo, evaluando elementos de diseño, tales como; semántica y lenguaje del producto, ergonomía, y la percepción del producto en el usuario. Identificando elementos que arrojen información para saber si el producto está diseñado adecuadamente según las necesidades físicas y perceptivas del usuario.

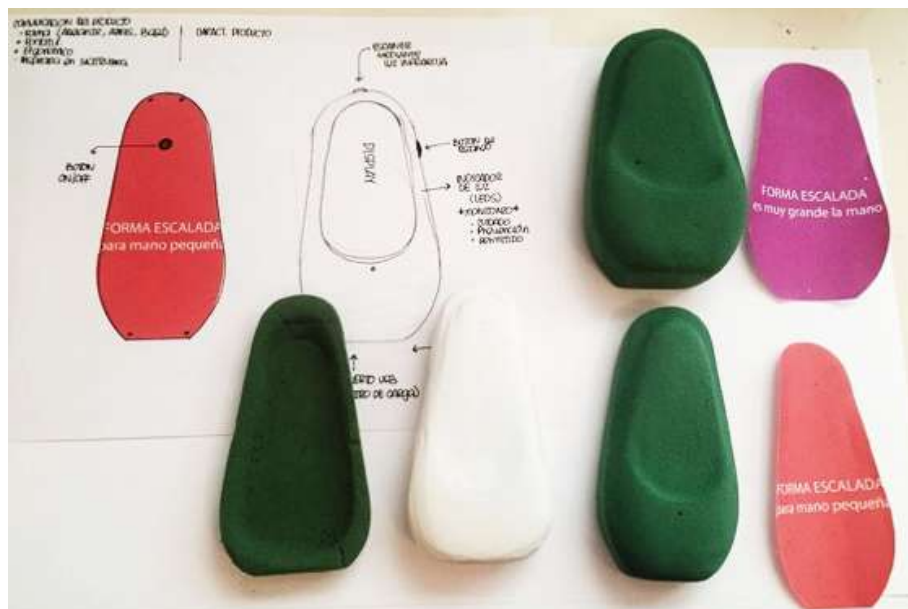


Ilustración 41: Exploración y experimentación de proporciones y tamaños.



Ilustración 42: Generación de modelos tridimensionales.

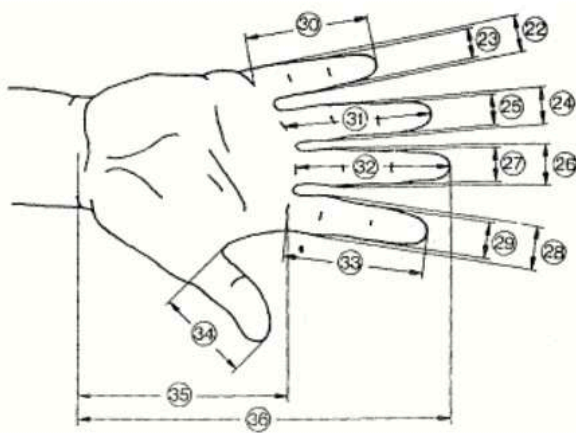
Al aterrizar una forma física y tridimensional, se analizaron adecuaciones ergonómicas, las cuales permitieron tener un punto de referencia con la evaluación de usabilidad e interacción con el usuario de manera efectiva, propiciando una experiencia con el producto. Entendiendo este último término como el resultado de experiencias sensoriales y semánticas con las propiedades que integran al producto.

Aunado a este último concepto, se hizo un testeo de manera sencilla evaluando la proporción y tamaño con las adecuaciones ergonómicas en manos femeninas, observando y analizando las posibles deficiencias en la forma estética del producto.

A continuación se anexan tablas de referencias ergonómicas que se utilizaron para el diseño de la propuesta desarrollada:

| Dimensiones En cm. | PERCENTIL | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|------|---------|------|------|
| | Hombres | | | Mujeres | | |
| | 5 % | 50 % | 95 % | 5 % | 50 % | 95 % |
| 37 Ancho del dedo pulgar | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 1,6 | 1,9 | 2,1 |
| 38 Grosor de la mano | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 2,1 | 2,6 | 3,1 |

Figura 1: Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33.402).



| Dimensiones En cm. | PERCENTIL | | | | | |
|---|-----------|------|------|---------|------|------|
| | Hombres | | | Mujeres | | |
| | 5 % | 50 % | 95 % | 5 % | 50 % | 95 % |
| 22 Ancho del meñique en la palma de la mano | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,2 | 1,5 | 1,7 |
| 23 Ancho del meñique próximo de la yema | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,1 | 1,3 | 1,5 |
| 24 Ancho del dedo anular en la palma de la mano | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 1,5 | 1,6 | 1,8 |
| 25 Ancho del dedo anular próximo a la yema | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 1,3 | 1,4 | 1,6 |
| 26 Ancho del dedo mayor en la palma de la mano | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 1,6 | 1,8 | 2,0 |
| 27 Ancho del dedo mayor próximo a la yema | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 1,4 | 1,5 | 1,7 |
| 28 Ancho del dedo índice en la palma de la mano | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 1,6 | 1,8 | 2,0 |
| 29 Ancho del dedo índice próximo a la yema | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 1,3 | 1,5 | 1,7 |
| 30 Largo del dedo meñique | 5,6 | 6,2 | 7,0 | 5,2 | 5,8 | 6,6 |
| 31 Largo del dedo anular | 7,0 | 7,7 | 8,6 | 6,5 | 7,3 | 8,0 |
| 32 Largo del dedo mayor | 7,5 | 8,3 | 9,2 | 6,9 | 7,7 | 8,5 |
| 33 Largo del dedo índice | 6,8 | 7,5 | 8,3 | 6,2 | 6,9 | 7,6 |
| 34 Largo del dedo pulgar | 6,0 | 6,7 | 7,6 | 5,2 | 6,0 | 6,9 |
| 35 Largo de la palma de la mano | 10,1 | 10,9 | 11,7 | 9,1 | 10,0 | 10,8 |
| 36 Largo total de la mano | 17,0 | 18,6 | 20,1 | 15,9 | 17,4 | 19,0 |

Figura 1: Tabla con las medidas de perfil de la mano (Según Norma DIN 33.402 segunda parte).

Tabla 3: Tablas de referencias ergonómicas.



Ilustración 43: Experimentación de formas con consideraciones ergonómicas.

7.3.1.3 Análisis de integración de componentes electrónicos

Se realizaron diversas simulaciones y pruebas de experimentación con la integración de piezas y componentes electrónicos que integran la tecnología propuesta: espectroscopia infrarroja. Evaluando tanto la estética y forma del producto como consideraciones ergonómicas y funcionales.

La arquitectura del producto resultó ser una de las etapas con mayor análisis en el desarrollo del proceso, definiendo los elementos constructivos y funcionales a causa del acomodo de piezas y componentes electrónicos en el resto del producto. Por ello es importante la fase experimental de “*mockups*” con los elementos electrónicos, evaluando tamaños, peso, tolerancias, cableado y sobre todo ensamble.



Ilustración 44: Análisis de integración de componentes electrónicos.

7.3.1.4 Exploración de funciones indicativas

La atribución de funciones indicativas y simbólicas en el producto es una de las características principales en el desarrollo semántico, de éstas depende un lenguaje de producto efectivo. Por ello se realizó una exploración de los posibles códigos de uso que se podían integrar en el objeto, propiciando una calidad comunicativa, transparente, inteligible y razonable.

En esta etapa, se identificaron los diferentes elementos que pueden crear una comunicación intuitiva a través de estímulos sensoriales y perceptivos, mediante formas y texturas; evocando sensaciones y por lo tanto una experiencia con el objeto.



Ilustración 45: Diagrama de funciones indicativas y simbólicas.

La usabilidad del producto depende de la efectividad y practicidad que tengan las funciones indicativas y simbólicas, ya que señalan asociaciones semánticas que permiten estar a disposición del usuario. Este proceso permitió desarrollar un producto con impacto semántico, propiciando en su diseño un lenguaje adecuado e intuitivo en la interacción usuario y producto.

7.3.2 Prototipado

La fase de desarrollo en este diamante permite hacer pruebas de simulación y experimentación a través de prototipos, los cuales permiten concretar ideas para ser evaluadas posteriormente y verificar o seguir trabajando en las deficiencias que no están resueltas completamente.

Esta etapa se inicio a base de realización de modelos tridimensionales explorando otros materiales que permitan mejor resistencia y adaptación de espacio y tamaño con los elementos electrónicos, siendo la impresión 3D una alternativa adecuada.

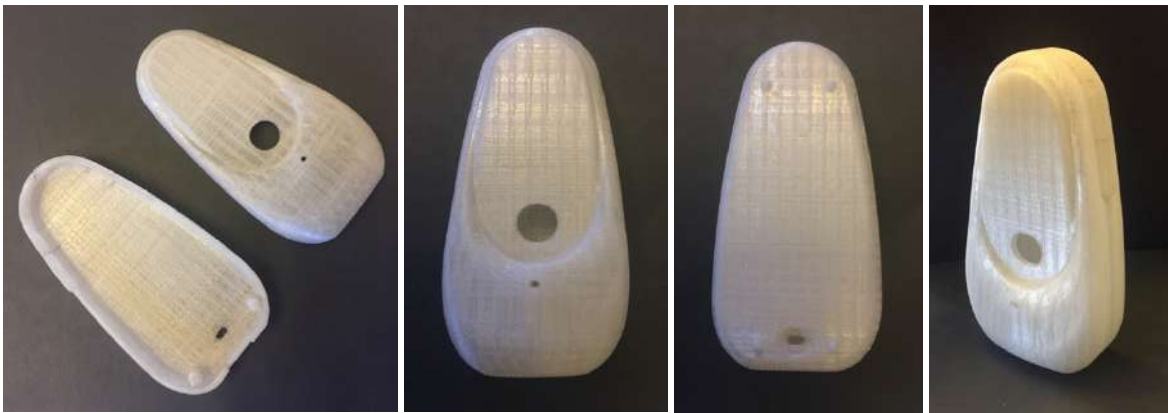


Ilustración 46: Prototipado en impresión 3D.



Ilustración 47: Integración de elementos electrónicos en el prototipo.

A pesar de usar una tecnología especializada, no se logró que el prototipo funcionara correctamente, es decir, que hiciera una lectura de índice glucémico a través de espectroscopia infrarroja, debido al alcance de la tecnología en piezas y componentes necesarios para cumplir con la función específica. Sin embargo, se realizó una simulación de lo que se esperaba lograr con tecnología infrarroja y como se pensaba comunicar el resultado al usuario, evaluando elementos de usabilidad y funcionalidad por parte del producto.

A través de la *ilustración 48*, se puede observar la experimentación y simulación que se hizo en relación al lenguaje del producto mediante la implementación de códigos de color, exponiendo la percepción visual del usuario.



Ilustración 48: Simulación de lenguaje del producto a través de la implementación de tecnología.

La implementación de códigos de color permite comunicar un mensaje que refleja acciones del producto a base de una percepción visual. En este caso, en la etapa conceptual se concretó la alternativa de integrar elementos visuales en el diseño del artefacto, permitiendo alertar al usuario mediante indicadores de color, comunicando sensaciones de cuidado, preventivas y permisivas. La semaforización de IG se realizó en base a tablas de referencias mencionadas en el capítulo anterior.

7.3.2.1 Alcance funcional y tecnológico

Se desarrolló el primer prototipo en base a los resultados obtenidos de todo el proceso tanto de exploración, definición y desarrollo conceptual. Este primer prototipo permitió la evaluación de comunicación y lenguaje del producto con el usuario.

Al concluir esta etapa se recibió una retroalimentación por parte de expertos en instrumentación e ingeniería en el tema, sugiriendo la implementación de luz ultravioleta por su exactitud en detección de índice glucémico en alimentos e comparación de la espectroscopia infrarroja. Ante esta retroalimentación se hizo una evaluación de tecnologías alternativas seleccionando la espectroscopia infrarroja siendo la más adecuada

7.3.2.2 Primer alcance

En la primera etapa de exploración se habían aterrizado soluciones pequeñas, pero al momento de llegar a la factibilidad el equipo de ingeniería sugirió la integración de componentes más grandes generando un re-diseño en la forma obteniendo la siguiente propuesta.



Ilustración 49: Primera propuesta. Fase 1.

La arquitectura del producto se ve reflejada en la interacción entre elementos que integran la tecnología infrarroja y forma del objeto. En lo particular, esta etapa representó un gran reto de diseño e ingeniería, evaluando el acomodo de piezas principales y componentes electrónicos en relación a la forma estética del producto. Sin embargo se logró solucionar deficiencias presentadas en el proceso, con respecto a la interacción entre piezas y componentes principales respetando ensambles que integrados en la misma carcasa.

En las *ilustración 50*, se muestra la integración de componentes que tiene el producto en el interior, tomando en cuenta el módulo infrarrojo y el arduino como componentes indispensables para el funcionamiento del producto.



Ilustración 50: Arquitectura del producto.

El lenguaje del producto radica en comunicar la acción que hace el producto al usuario. En este caso, las decisiones de comunicación se tomaron al implementar indicadores de color que permitan semaforizar el resultado obtenido al escanear un alimento, brindando un valor funcional al producto a través de una alerta visual.

También se torna importante la ubicación de indicadores de usabilidad, siendo la guía visual y táctil en la interacción con el usuario al momento de usar el producto. A través de la *ilustración 51*, se puede visualizar los códigos de uso que se implementaron en el diseño del producto.



Ilustración 51: Lenguaje del producto.

7.3.3 Validación

Para el proceso de validación se requirió la participación de siete mujeres embarazadas queretanas, con un rango de edad entre 25 – 36 años. Buscando un nicho de mujeres vulnerables en la etapa de gestación tanto en su estado físico y emocional. Siendo mujeres contemporáneas, activas, con un estilo de vida acelerado y con tiempo insuficiente para la realización de otras actividades fuera del área laboral.

La etapa de validación consistió en interactuar de manera individual con cada una de las participantes, otorgándoles una pequeña plática introductoria acerca la educación alimentaria, presencia de diabetes gestacional en el embarazo, junto con los alcances y objetivos del proyecto sin exponerles códigos y formas de uso con el producto. Una vez

entendida esta parte, se les mostró el objeto, explicándoles las 7 etapas que componen el ciclo de funcionamiento, y cómo se iba a ser evaluada la usabilidad del producto.

A continuación en el diagrama de la *ilustración 52*, se muestra las etapas que forman el ciclo de funcionamiento.

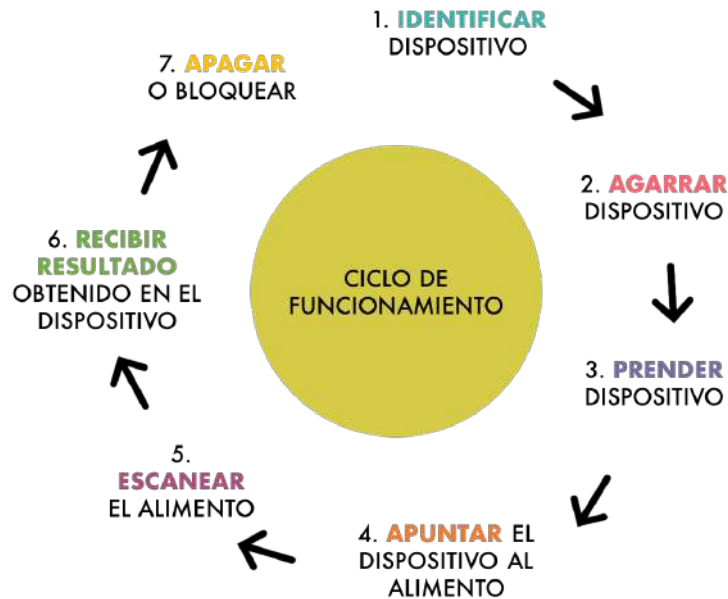


Ilustración 52: Etapas de funcionamiento del dispositivo.

Se decidió hacer el testeo individual, debido a que se buscaba tener un acercamiento más profundo y directo conociendo completamente el contexto actual de cada una de las participantes; conociendo ámbitos personales, clínicos y familiares, estilo de vida, y sobre todo conocer su experiencia como gestante en relación al control de antojos y hábitos alimenticios. Todas las participantes tienen preocupaciones y miedos en la etapa de gestación, siendo ésta una de las causas principales por la cual se decidió realizar la interacción de manera individual, evaluando cada uno de los datos que arrojaban durante esta etapa.

Las pruebas de usabilidad se realizaron a través de “*journey maps*” siendo una herramienta de apoyo para el diseñador, la cual permite observar y analizar parámetros perceptivos y funcionales por parte del usuario hacia el producto, explorando la aceptación o rechazo hacia

el objeto, con qué lo asocian y cómo es su interacción en cada una de las etapas que componen el ciclo de funcionamiento. Los parámetros de evaluación de esta herramienta se hacen a partir de una matriz de valoración, indicando 3 muy alto, 0 neutral (ni bien, ni mal) y -3 muy bajo.

| JOURNEY MAP: USER EXPERIENCE | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|
| NOMBRE: | | | | | | | |
| EDAD: | | | | | | | |
| ESTATUS: | | | | | | | |
| CICLO DE FUNCIONAMIENTO | | | | | | | |
| VALORACIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | Identificas disp. | Agarras | Prendes | Apuntas | Escaneas | Recibes mensaje | Bloqueas o apagas |
| 3 | :) : | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | |
| -1 | :(: | | | | | | |
| -2 | | | | | | | |
| -3 | | | | | | | |
| | | ¿Qué sientes? | ¿Qué sientes? | ¿Qué sientes? | ¿Qué sientes? | ¿Qué sientes? | ¿Qué sientes? |
| | | ¿Qué piensas? | ¿Qué piensas? | ¿Qué piensas? | ¿Qué piensas? | ¿Qué piensas? | ¿Qué piensas? |
| DESIGN KEYS | | | | | | | |
| Consideraciones | | OBSERVACIONES | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Confianza | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Frustración | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Empatía | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Indiferente | | | | | | |
| Observar - Usuario / Producto | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Tamaños | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Texturas | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Formas | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Ergonomía | | | | | | |

Ilustración 53: Matriz de valoración “journey maps”.

De acuerdo con la información obtenida a partir de la convivencia con el usuario, el investigador debe de evaluar cada etapa con un valor numérico, creando posteriormente una gráfica de resultados en cada testeo señalando que etapa tiene más deficiencia que otras.

A partir de esta matriz se pueden hacer observaciones preliminares del impacto que puede tener el producto en la vida del usuario, identificando que siente y piensa al tener contacto directo con él. Una vez que se les explicó en qué consistía la actividad se hizo una simulación

de uso, identificando la percepción de usabilidad por parte del usuario, códigos de uso, funciones indicativas y simbólicas.

7.3.3.1 Pruebas de usabilidad

A continuación en las *ilustraciones de la 54 – 60* se muestran las etapas más representativas en la interacción con cada una de las usuarias, indicando su percepción ante los códigos de uso y su aceptación por el producto.



Ilustración 54: Interacción con usuaria 1.



Ilustración 55: Interacción con usuaria 2.



Ilustración 56: Interacción con usuaria 3.



Ilustración 57: Interacción con usuaria 4.



Ilustración 58: Interacción con usuaria 5.



Ilustración 59: Interacción con usuaria 6.



Ilustración 60: Interacción con usuaria 7.

7.3.3.2 Aceptación por el producto

A partir de que se concluyó la etapa de interacción con el usuario, se hizo una recopilación de datos de todas las observaciones preliminares encontradas en los “*journey maps*”. Esto permite concentrar toda la información estudiando particularmente el caso de cada una de las participantes.



Ilustración 61: *Mujer gestante y aceptación por el producto en el periodo de gestación.*

Como se mencionó anteriormente, esta metodología permite regresar al punto de origen recibiendo retroalimentación. Una vez que se concluyó la etapa de validación se realizó un “feedback” para analizar etapas y elementos que no están resueltas completamente en la primer propuesta expuesta.

7.3.4 Re-diseño

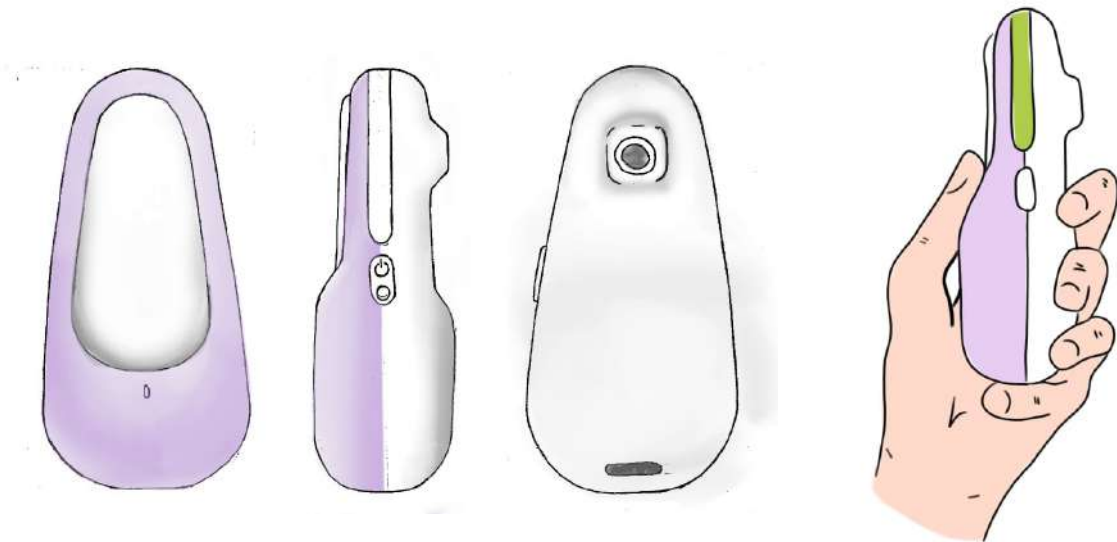


Ilustración 62: *Proceso creativo, Sketching fase 2.*

En base a los resultados obtenidos en los “*journey maps*” se realizó un proceso de experimentación en modelos tridimensionales, solucionando las deficiencias identificadas en la primer propuesta. La etapa de rediseño permitio evaluar todas las etapas que no estaban completamente resueltas en relación con la usabilidad, interacción y aceptación por el producto.



Ilustración 63: Intervención conceptual, prototipado fase 2.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se describe la secuencia de resultados obtenidos en cada una de las etapas en la metodología utilizada, exponiendo la propuesta final ante el objeto de estudio.

8.1 Exploración

Mediante la guía de observación “*POEMS AEIOU*”, se concretó un esquema visual arrojando toda la información recopilada en las visitas de campo. A continuación, se adjunta en la *ilustración 64*, el mapa mental con todos los elementos de estudio que propiciaron esta investigación.

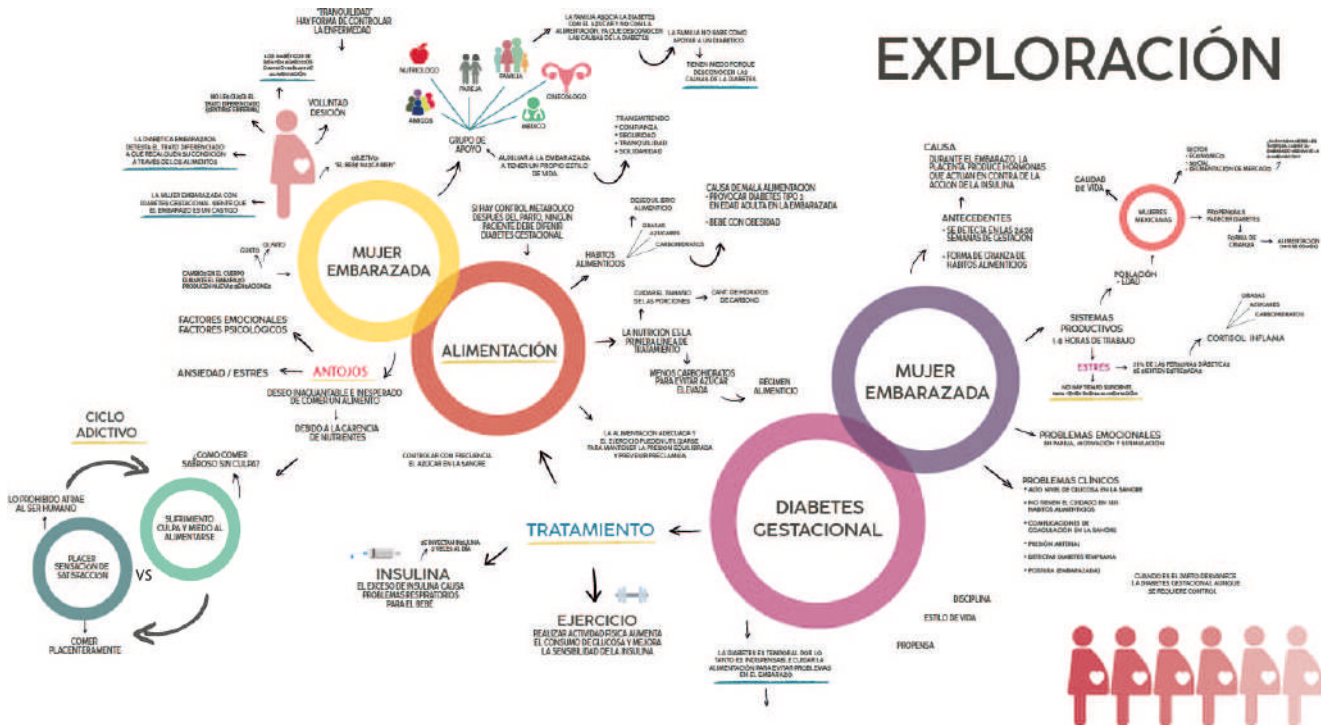


Ilustración 64: Proceso exploratorio a base de esquemas y mapas mentales.

Los mapas mentales y esquemas arrojaron información necesaria en relación al los hábitos alimenticios en el periodo de gestación, indicando la presencia de antojos como un tema vulnerable para el usuario de enfoque.

8.2 Afirmaciones Previas De La Exploración De Campo

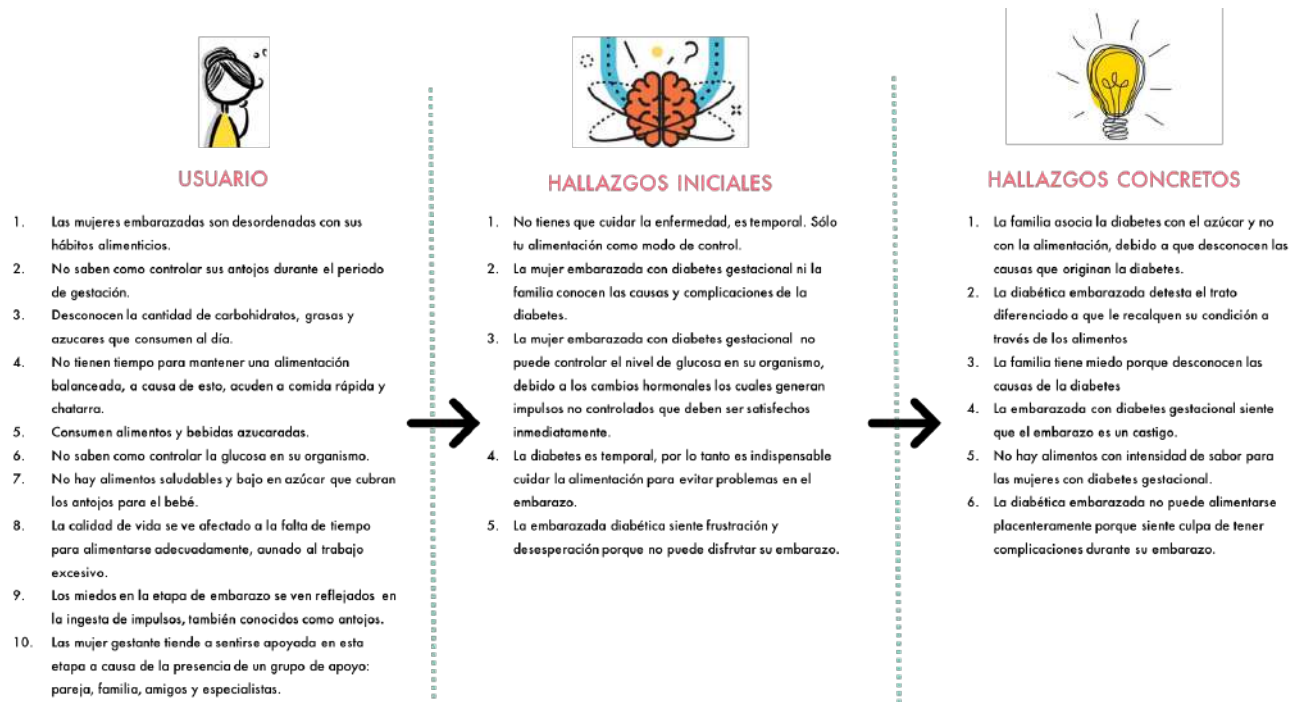


Ilustración 65: Premisas identificadas a base de la exploración de campo.

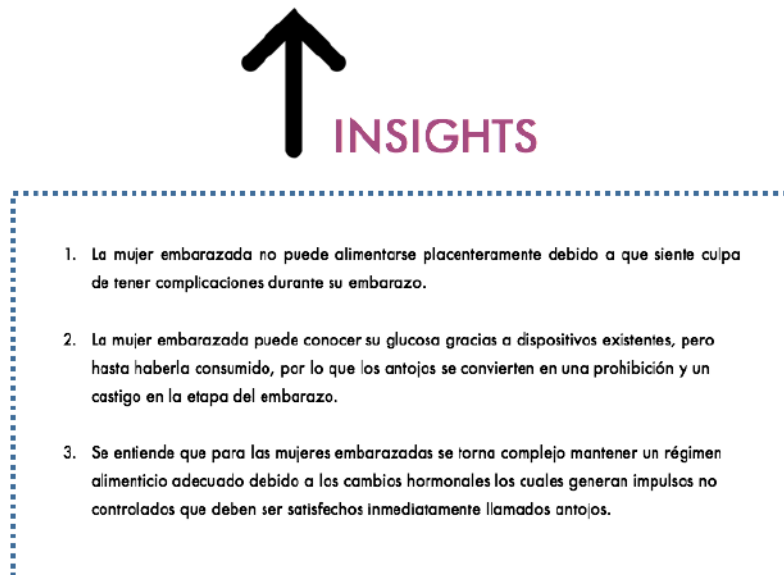


Ilustración 66: Listado de insights definidos.

A partir de la información expuesta anteriormente, se entiende que la alimentación representa un tema de fuerte interés y preocupación para muchas mujeres, en especial para aquellas que experimentan el embarazo por primera vez. La gestante tiende a ingerir alimentos de manera periódica, suministrándolos al bebé de forma continua, por lo que resulta complejo mantener una alimentación saludable.

El comportamiento epidémico de DM influye en la raza, hábitos alimenticios y el envejecimiento de la población. Actualmente se torna complejo modificar el estilo de vida de las personas debido al ritmo acelerado y la cotidianidad que viven día con día; asociado con la falta de tiempo para mantener una alimentación balanceada y a causa de ello consumen alimentos ricos en carbohidratos, con grasa excesiva y azucarados, siendo estos una ventaja en tiempo pero dañinos para la salud. En cambio la ansiedad y el estrés se generan a partir de situaciones asociadas con el desequilibrio tanto de emocional y laboral, disminuyendo su calidad de vida en forma tangible para su salud.

Se entiende que las personas que padecen DM pueden reducir el riesgo de adquirir diversas complicaciones en base a un tratamiento adecuado, integrando estrategias educativas para el control alimenticio y una actividad física beneficiando su calidad de vida.

Como se mencionó en la segunda sección, los antojos repercuten los antojos en la gestación debido a la carga calórica, física y emocional en la gestante, siendo impulsos no controlados a causa de cambios hormonales. Ante a esta afirmación, la gestante tiende a sentirse vulnerable ante el desconocimiento de cómo cuidar o controlar la ingesta de alimentos en el embarazo, entrando en conflicto al saber si lo está haciendo bien o no.

Aunado a este descubrimiento, se puede concluir que el apoyo emocional es muy importante para la mujer gestante, siento un impacto benéfico durante el proceso de aceptación de la enfermedad, motivando el interés sobre conocimientos y conductas de autocuidado por parte de la gestante, compartiendo sentimientos, emociones y vivencias durante su embarazo.

A continuación en la *ilustración 67*, se muestra la relación entre la mujer gestante y los usuarios involucrados, brindando apoyo emocional y clínico durante la etapa de embarazo.



Ilustración 67: Usuarios involucrados en el grupo de apoyo en la mujer gestante.

8.3 Problema

Se puede concluir que la mujer embarazada con diabetes gestacional puede conocer su glucosa gracias a dispositivos existentes, pero hasta haberla consumido, por lo que los antojos se convierten en una prohibición y un castigo en la etapa del embarazo.

El problema fue determinado en base a tres elementos de estudio: usuario directo (mujer embarazada), área desatendida (hábitos alimenticios en la etapa de gestación), contexto (estilo de vida acelerado y preocupación por tener complicaciones durante su embarazo).

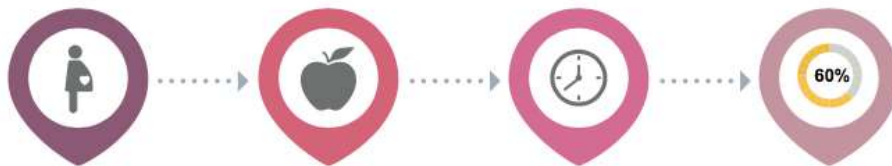


Ilustración 68: Factores que determinan el problema de enfoque.

A través de los elementos involucrados con el problema, se puede decir que el desconocimiento al control alimenticio durante la etapa de gestación provoca emociones negativas en el cerebro de la mujer. Por lo que se torna importante que la gestante conozca el valor alimenticio y nutricio que afecta los requerimientos de la persona, permitiendo tomar decisiones asertivas en la ingesta de alimentos sin sentir miedo, culpa o incertidumbre al satisfacer un antojo.

Aunado al problema principal, en la *ilustración 69* se muestra la definición del usuario de enfoque, descrito de la siguiente manera:

8.4 Buyer persona

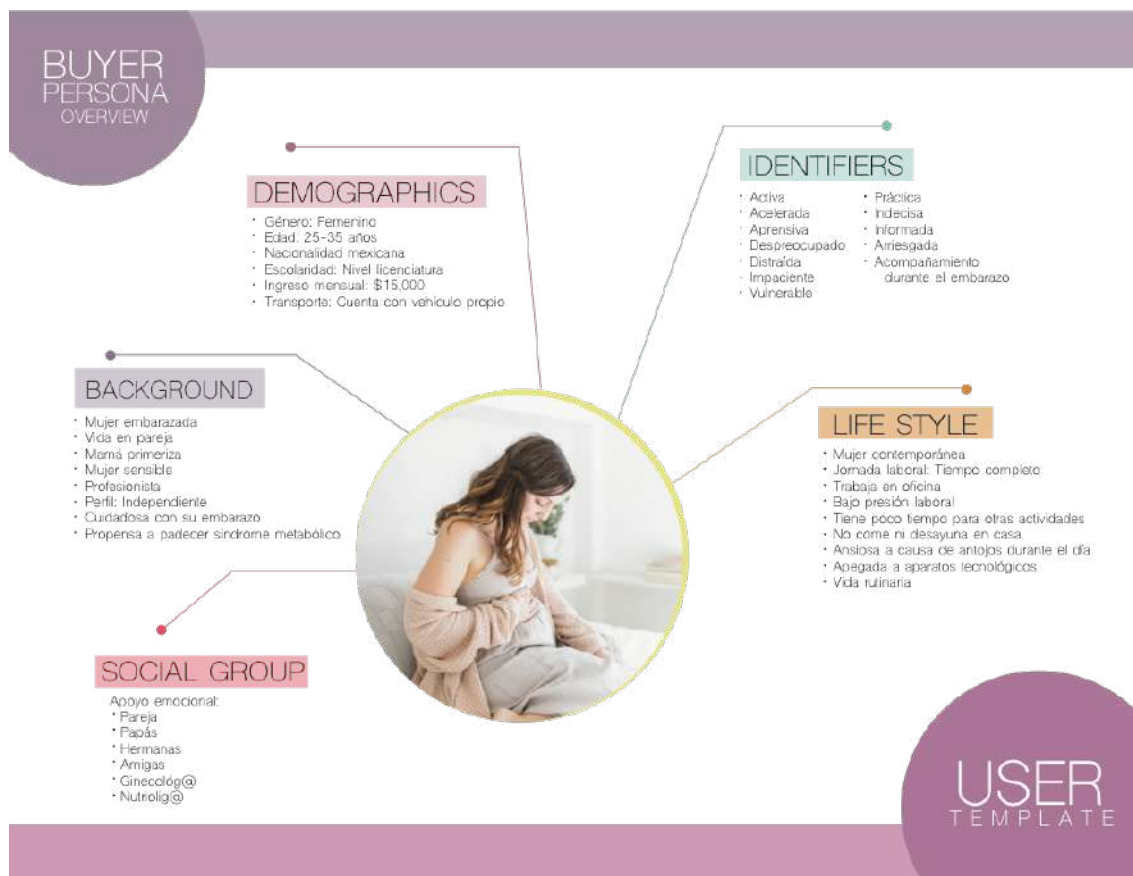


Ilustración 69: Definición de usuario de enfoque.


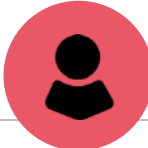
Esta investigación está enfocada en la etapa de embarazo, involucrando principalmente a mujeres que experimentan la etapa de gestación por primera vez. Siendo usuarias con un



estilo de vida acelerado y proactivo, aunado a esta condición coexiste descuido en hábitos alimenticios por falta de tiempo y disciplina, aumentando el riesgo de padecer o desarrollar un síndrome metabólico; provocando complicaciones en el embarazo.



Al encontrarse en el periodo de embarazo, la usuaria experimenta diversos cambios físicos y emocionales, reflejando miedo y preocupación ante la responsabilidad ser futura madre. Por lo que las decisiones de la mujer tienen una carga emocional en el crecimiento del bebé, siendo la etapa de embarazo un proceso vulnerable para la gestante.

8.5 Validación

A continuación, se presenta la siguiente tabla, con datos obtenidos de cada una de las participantes embarazadas, permitiendo conocer su contexto personal, social y clínico en la interacción con el usuario.

| USUARIA 1 | CONTEXTO | DATOS SOCIALES |
|---|--|-------------------------------|
|  | Antecedentes diabéticos: NO | Grupo de apoyo: |
| | Presión baja en los primeros meses de embarazo | Esposo |
| | Se alimentaba en casa y acompañada | Papás |
| | Alimentación balanceada en su embarazo | Hermanas |
| | No trabajaba durante su embarazo | Concuñas |
| | Hace ejercicio | Suegra |
| | 25 años | Cuida a su bebé en el trabajo |
| Casada | Usuaria visual | Ginecóloga |
| Mamá primeriza | Nerviosa | |
| Bebé de 5 meses | Disciplinada / Responsable | |
| Psicóloga | Cansada | |
| | Irritable | |
| | Precavida | |
| | | |
| USUARIA 2 | | |
|  | Antecedentes diabéticos: SI | Grupo de apoyo: |
| | Crisis de hipoglucemia | Esposo |
| | Trabaja actualmente | Papás |

| | | |
|---|--|------------------------|
| | Ritmo laboral: | Suegros |
| | Nerviosa | Dr / Ginecólogo |
| | Aprensiva | Nutriólogo |
| 31 años | Responsable | Amigos |
| Casada | Disciplinada en su alimentación | |
| Mamá primeriza | Ansiosa por antojos | |
| 5 meses de embarazo | Acude al nutriólogo | |
| Abogada | Miedo: Peso de responsabilidad | |
| | "No soy víctima de mis antojos" | |
| | | |
| USUARIA 3 | | |
|  | Antecedentes diabéticos: NO | Grupo de apoyo: |
| | Embarazo de alto riesgo | Esposo |
| | Amenaza de aborto | Papás |
| | Trabaja actualmente | Dr. / Ginecólogo |
| | Jornada laboral: más de 8 horas | Amigos |
| | No le gusta hacer ejercicio sola | |
| 30 años | Tiene poco tiempo libre | |
| Casada | Se lleva comida al trabajo | |
| Mamá primeriza | Tiene una alimentación balanceada | |
| 7 meses de embarazo | Se estresa fácilmente | |
| Administrativa | Responsable en su alimentación | |
| | "No soy víctima de mis antojos" | |
| | Desordenada | |
| | Distraída | |
| | Escéptica: quiero una razón para todo | |
| | Alimentación intuitiva: internet | |
| | | |
| USUARIA 4 | | |
|  | Antecedentes diabéticos: SÍ | Grupo de apoyo: |
| | E1: Trabajaba y estudiaba | Esposo |
| | E1: Paranoica/Miedosa/Estresada | Mamá |
| | E1: Me informaba de todo | Hermana |
| | E2: Trabajaba desde casa | Amigos |
| | E2: Más relajada que en el E1 | Dr / Ginecólogo |
| 29 años | E2: Segura, informada, tranquila y responsable | Elías |
| Casada | E2: No tenía régimen alimenticio | |

| | | |
|---|---|------------------------|
| Mamá de 2 hijos | E2: Comía con su primer bebé | |
| Diseñadora gráfica | E2: Cumplía sus antojos | |
| | | |
| USUARIA 5 | | |
|  | Antecedentes diabéticos: SI | Grupo de apoyo: |
| | Embarazo de alto riesgo (edad) | Hermana |
| | Control de glucosa por prevención | Mamá |
| | Antojos sanos, en ocasiones muy garnachera | Papás |
| | Se alimenta en el trabajo (puede pedir lo que quiera) | (4) Amigas cercanas |
| | Acelerada y activa | (2) Amigas mamás |
| 36 años | Impaciente y distraída | Trabajo |
| Divorciada | Ordenada con su tiempo y estilo de vida | Nutriólogo |
| Mamá primeriza | Antes fumaba, tomaba coca cola y café | Dr / Ginecólogo |
| Adm. Empresas | Relajada y práctica | |
| 2.5 meses (gemelos) | Mantiene un control de peso | |
| | Todo el día come | |
| | | |
| USUARIA 6 | | |
|  | Antecedentes diabéticos: SI | Grupo de apoyo: |
| | Padece Diabetes Tipo 1 desde los 16 años | Pareja |
| | Mantiene un control alimenticio | Hermano |
| | Usa productos que se adapten a su estilo de vida | Tíos |
| | Se inyecta insulina después de cada alimento | Abuela |
| | Se alimenta en casa y come acompañada | Mamá |
| 31 años | Tranquila pero consciente | Amig@s |
| Casada | Busca alternativas para alimentarme sanamente | Ginecóloga |
| Mamá primeriza | Controla su alimentación evitando hipoglucemia | Endocrinólogo |
| Lic. Comercio internacional | Los antojos no representan una amenaza para ella | Nutrióloga |
| 9 meses de embarazo | Tiene una educación alimentaria sobre su enfermedad | Oftalmólogo |
| | Anteriormente fumaba y tomaba | |
| | Mujer activa | |
| | Actualmente no trabaja | |
| | Embarazo complicado / difícil | |
| | | |


| | | |
|---|---|------------------------|
| | Acepta su enfermedad y las complicaciones que puedan llegar a presentarse | |
| | | |
| USUARIA 7 | | |
|  | Antecedentes diabéticos: SI | Grupo de apoyo: |
| | Segundo hijo | Pareja |
| | Vida acelerada debido a su trabajo | Hijo |
| | Padece alto efecto hormonal | Papás |
| | Sintomatología: Nauseas | Hermanos |
| | No hace ejercicio | Ginecólogo |
| 31 años | Come y desayuna en la oficina | IMSS (Médico familiar) |
| Divorciada | Ocasionalmente come en casa | Amig@s |
| Segundo embarazo | Tiempo libre: | |
| Lic. En Administración | Hijo/Super/Terapia/Vida personal y social | |
| 3 meses de embarazo | "No me emociona mi embarazo" | |
| | Acelerada | |
| | Angustiada: Salud del bebé (Responsabilidad) | |
| | Rechazo hacia su pareja | |
| | Cansada | |
| | Práctica | |
| | "Antojo" Sientes que de eso depende tu vida | |

Tabla 4: Tabla de datos personales, clínicos y grupo de apoyo de la gestante.

A través la implementación de asociaciones semánticas en el prototipo propuesto en la etapa 1, se realizó un testeo de usabilidad y lenguaje de un producto intuitivo para la lectura de IG en alimentos en base a la participación de siete mujeres embarazadas, obteniendo los siguientes resultados en la interacción usuario y producto.

La integración de elementos semánticos permitió comunicar la función principal del objeto. Demostrando ser una herramienta auxiliar en la etapa de embarazo en relación a los hábitos alimenticios. Mediante la interacción con el producto, la gestante y el ciclo de funcionamiento.

8.5.1.1 Obtención de resultados: etapa de usabilidad

El funcionamiento del producto depende de siete etapas, presentadas en la *ilustración 70*:

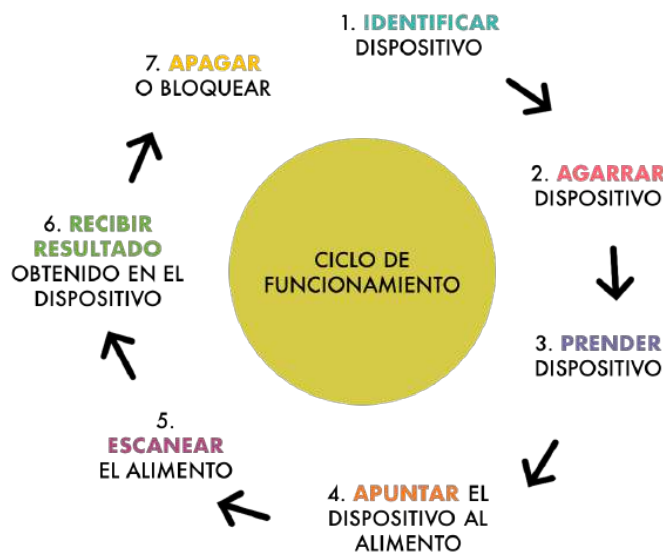


Ilustración 70: Ciclo de funcionamiento del dispositivo.

A continuación se desglosa la evaluación obtenida en cada una de las etapas que integran el ciclo de funcionamiento, describiendo deficiencias o satisfacción en la interacción entre usuario y producto. De acuerdo con la información obtenida en la validación, se registraron siete gráficas individuales correspondientes a cada una de las etapas de funcionamiento, anexando observaciones preliminares percibidas por parte del usuario.

La experiencia en la etapa 1 permite que el usuario pueda identificar el objeto fácilmente al tacto, sin tener la necesidad de buscarlo visualmente, debido a su tamaño y proporción. Siendo un objeto portable, brindando comodidad al usuario. La interpretación en esta etapa por parte de las participantes fue positiva en la evaluación obtenida, representada en la siguiente gráfica:

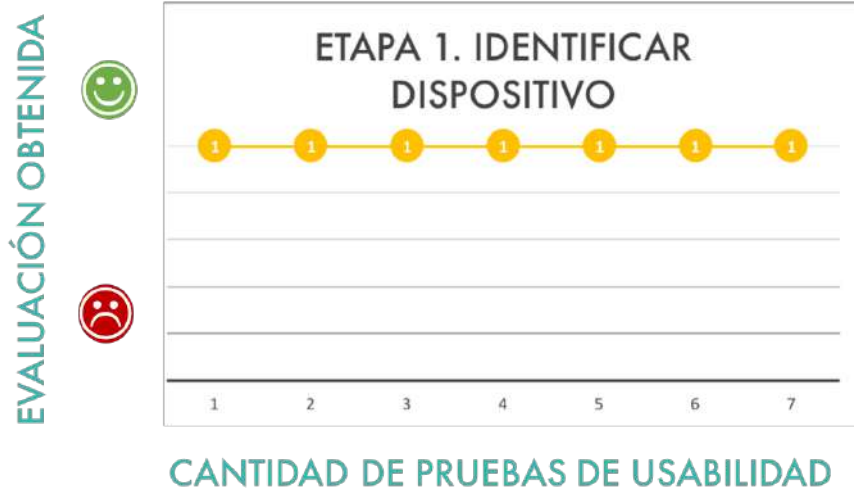


Ilustración 71: Gráfica obtenida. Etapa 1: Identificar dispositivo.

En cambio, en la etapa 2 no se obtuvieron resultados positivos al interactuar con la forma y dirección que proporcionaba el objeto al usuario. Identificando áreas de oportunidad en consideraciones ergonómicas y la proporción semántica que integra el dispositivo.

A causa de esto, se puede decir que por parte del usuario hubo empatía por el concepto del producto pero no aceptación por la forma completamente, presentando la evaluación obtenida de la siguiente manera.

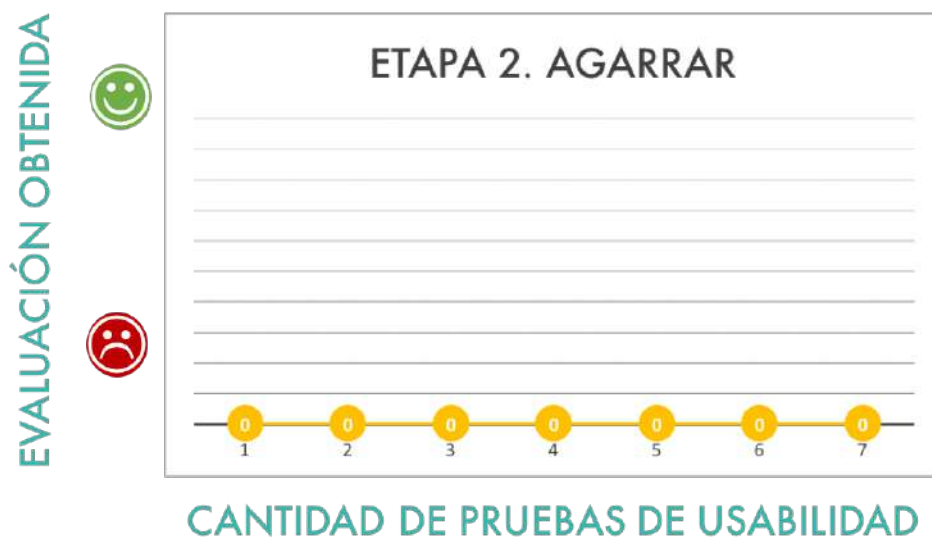


Ilustración 72: Gráfica obtenida. Etapa 2: Agarrar dispositivo.

Los resultados negativos arrojados en la *ilustración 72*, permiten hacer una valoración en la forma en base a la proporción establecida, generando una calidad comunicativa y ergonómica beneficiando la interacción con el usuario.

Al igual la experiencia en la etapa 3 no fue de todo concreta, debido a la ubicación de funciones indicativas y simbólicas integradas en el dispositivo. El botón de encendido y apagado es uno de los elementos más importantes del producto, permitiendo definir y direccionar el inicio y el fin de uso en un artefacto.

En esta etapa, se obtuvieron reacciones inesperadas por parte de las participantes, debido a que hubo algunas que olvidaron que debían encender el dispositivo; interpretando esta acción con la asociación que hacen con el ciclo de funcionamiento de un teléfono celular, al estar siempre prendido. Ante esta observación, hubo usuarias que se percibieron incomodadas al saber que olvidaron a que tenían que encender el dispositivo, cuando para ellas era algo normal y cotidiano.

A partir de los elementos cuestionados y analizados en esta etapa, se torna importante reubicar el botón de encendido y apagado, donde el usuario pueda identificarlo más fácil y rápido. A continuación en la *ilustración 73* se muestra la evaluación obtenida en esta sección.

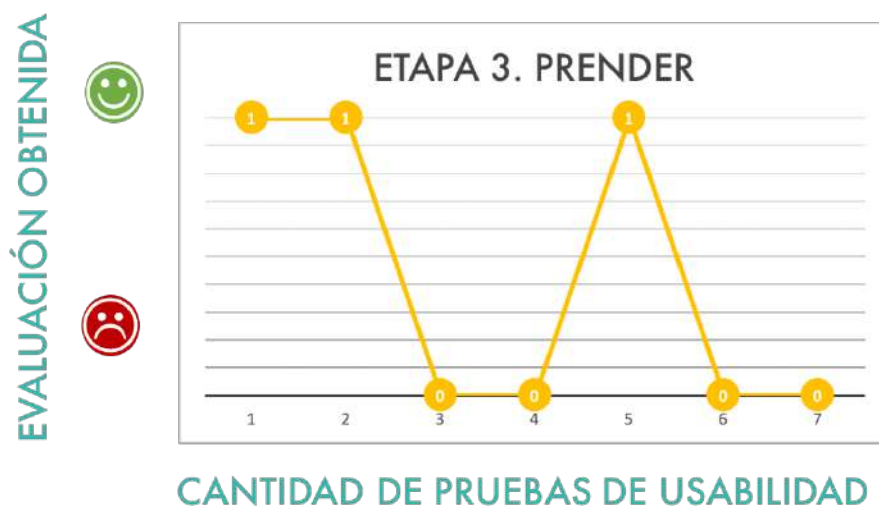


Ilustración 73: Gráfica obtenida. Etapa 3: Encender dispositivo.

La etapa 4 resultó ser una de las etapas con mayor conflicto en la usabilidad con el producto, debido a la percepción por parte del usuario con el objeto. De acuerdo con la cantidad de pruebas de usabilidad realizadas, la mayoría de participantes no logró interpretar adecuadamente la manera correcta de direccionar el producto hacia el alimento.

A causa de esto, se puede mencionar que coexiste una deficiencia en el lenguaje del producto, es decir, que los elementos semánticos que integran al producto no están completamente resueltos para que el usuario pueda percibir un producto intuitivo sin ayuda de un manual de cómo es correcto usarlo. La evaluación obtenida en esta etapa arrojó información necesaria para una valoración semántica con respecto a los elementos negativos identificados en la prueba de usabilidad, mencionando entre ellos: deficiencias ergonómicas al momento de direccionar el dispositivo a un alimento, percibiendo el puerto USB como punto de referencia de que por ahí era el medio para escanear y la ubicación inadecuada de funciones indicativas que debilita los códigos de uso.

A partir de las premisas mencionadas, se presenta la siguiente gráfica en la *ilustración 74*, interpretando las deficiencia en esta etapa de la siguiente manera.



Ilustración 74: Gráfica obtenida. Etapa 4: Apuntar dispositivo hacia el alimento.

Sin embargo, en la etapa 5 se obtuvieron reacciones positivas por parte de las participantes ante la implementación de una tecnología que permite hacer mediciones en el índice glucémico de los alimentos. Previo a esto, había cierta preocupación al usar tecnología especializada, debido al temor de que el usuario no aceptará dicha aplicación completamente.

Aunado a esto, el tipo de tecnología resultó despertar curiosidad en las participantes, siendo un método práctico y confiable para conocer el contenido nutricional de sus alimentos antes de la ingesta de alimentos. A continuación se adjunta la evaluación obtenida de las pruebas de usabilidad a través de la *ilustración 75*.

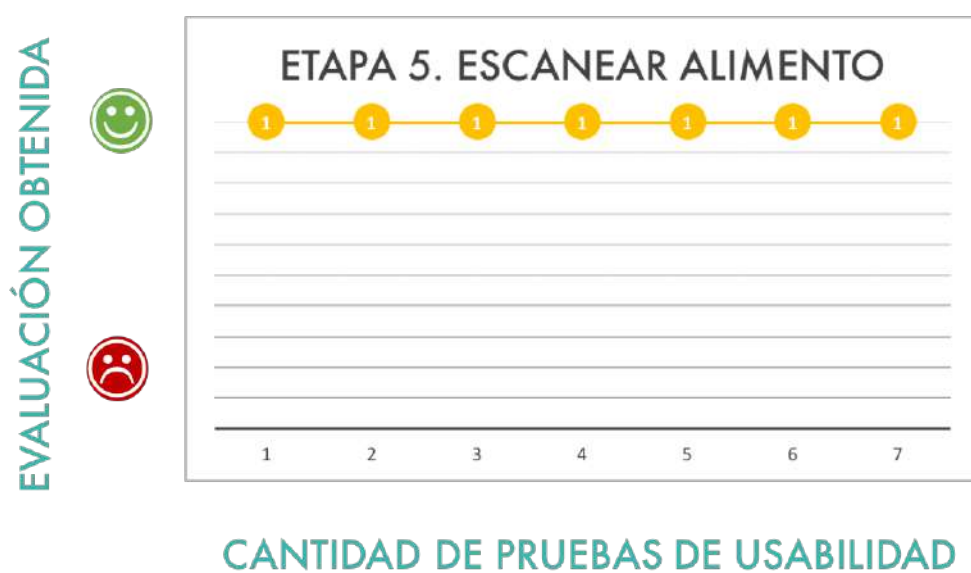


Ilustración 75: Gráfica obtenida. Etapa 5: Escanear alimento.

Una de las etapas con mayor análisis y propuesta de valor corresponde a la fase 6, siendo el resultado de asociaciones semánticas que propicien un lenguaje de producto adecuado. La implementación de códigos de colores permite transmitir la función principal del producto a base de la usabilidad, semaforizando el resultado obtenido a partir de indicadores de color que puedan alertar al usuario de manera inmediata.

Esta función propicio curiosidad y asertividad para varias de las participantes, brindando un método visual para controlar impulsos alimenticios, conociendo previamente la consecuencia antes de la acción. Ante esta propuesta, hubo aceptación por varias de las participantes, sin

embargo también la implementación de indicadores de color resultó ser incomodo por algunas de las usuarias, por el temor de no ser una acción discreta.

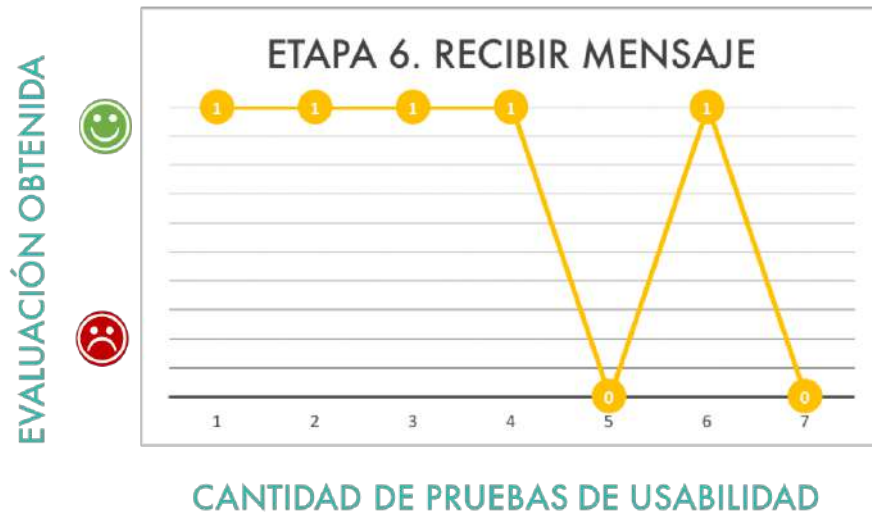


Ilustración 76: Gráfica obtenida. Etapa 6: Recibir mensaje del dispositivo al usuario.

Para concluir con el ciclo de funcionamiento del dispositivo, se puede decir que la evaluación obtenida de la última etapa presenta una resultados satisfactorios por parte de las participantes, a través de la siguiente gráfica.

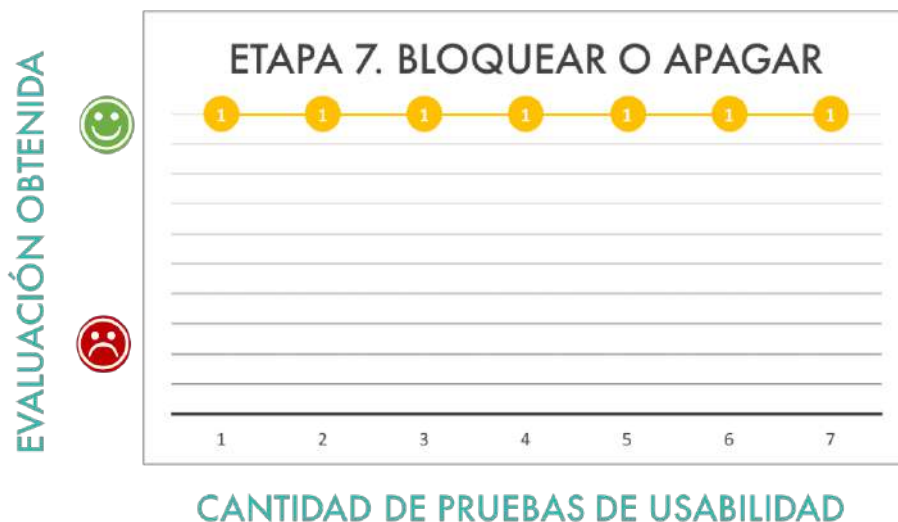
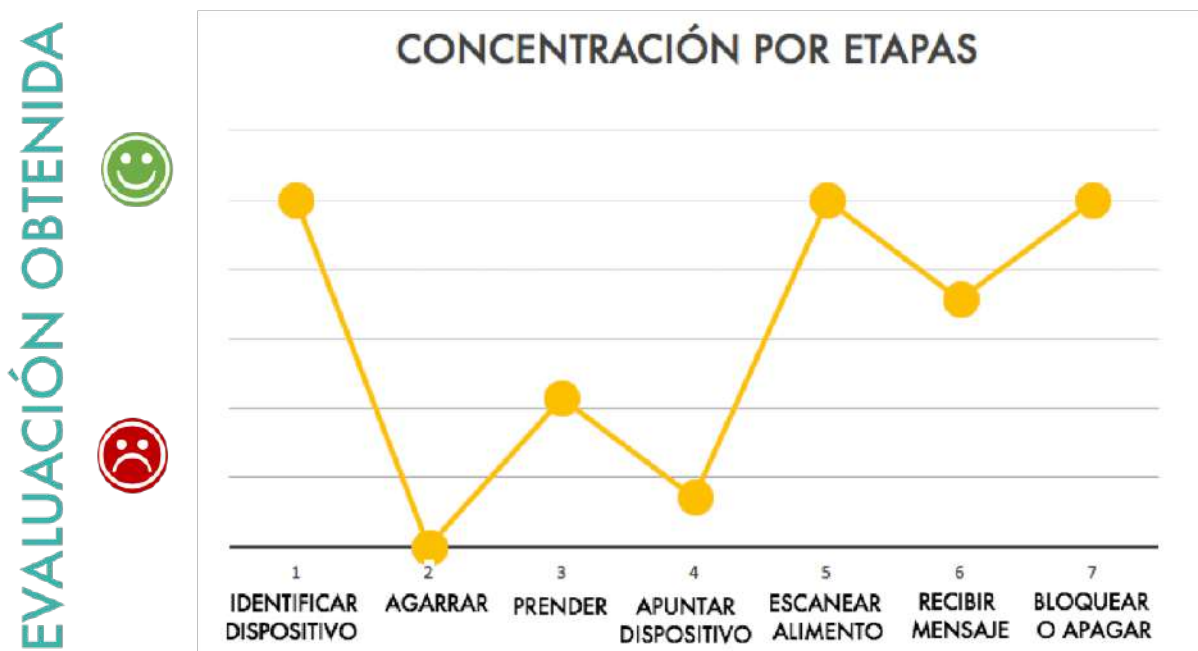


Ilustración 77: Gráfica obtenida. Etapa 7: Bloquear o apagar dispositivo.

Se presenta la concentración de resultados por etapas, de acuerdo a la evaluación obtenida en las siete etapas de funcionamiento, concluyendo lo siguiente:



CICLO DE FUNCIONAMIENTO

Ilustración 78: Resultados de gráfica de concentración por etapas en el ciclo de funcionamiento.

A través de datos registrados en la *ilustración 78*, se puede afirmar que se requiere una retroalimentación evaluando elementos negativos ya mencionados. Identificando la etapa 2, 3 y 4 con más deficiencias semánticas que el resto de las etapas.

8.5.1.2 Grupo de apoyo

Como se mencionó en el primer capítulo, la mujer embarazada tiende a buscar un grupo de apoyo emocional en este momento de su vida, relacionándose con tres entornos principalmente: familiar, social y clínico.

De acuerdo con la información familiar recopilada de las 7 participantes, se puede decir lo siguiente: Sólo dos usuarias no se encuentran en una relación sentimental, lo que indica que no tienen una estabilidad emocional por parte de una pareja, sin embargo suelen buscar apoyo en familia directa, es decir, papás y hermanos.

El contexto emocional de la mujer embarazada influye en el periodo de gestación, aunado al grado de responsabilidad que representa la llegada del bebé en su vida. El apoyo por parte de un miembro familiar o bien de una pareja es un factor importante para la mujer gestante al compartir experiencias, sentimientos, sensaciones negativas y positivas.

A continuación en la *ilustración 79*, se muestran los resultados obtenidos de la gráfica enfocada al grupo de apoyo en el entorno familiar de las mujeres embarazadas que participaron en la etapa de validación, encontrando que la pareja y la familia directa tiende a ser el apoyo principal en este momento para la gestante.

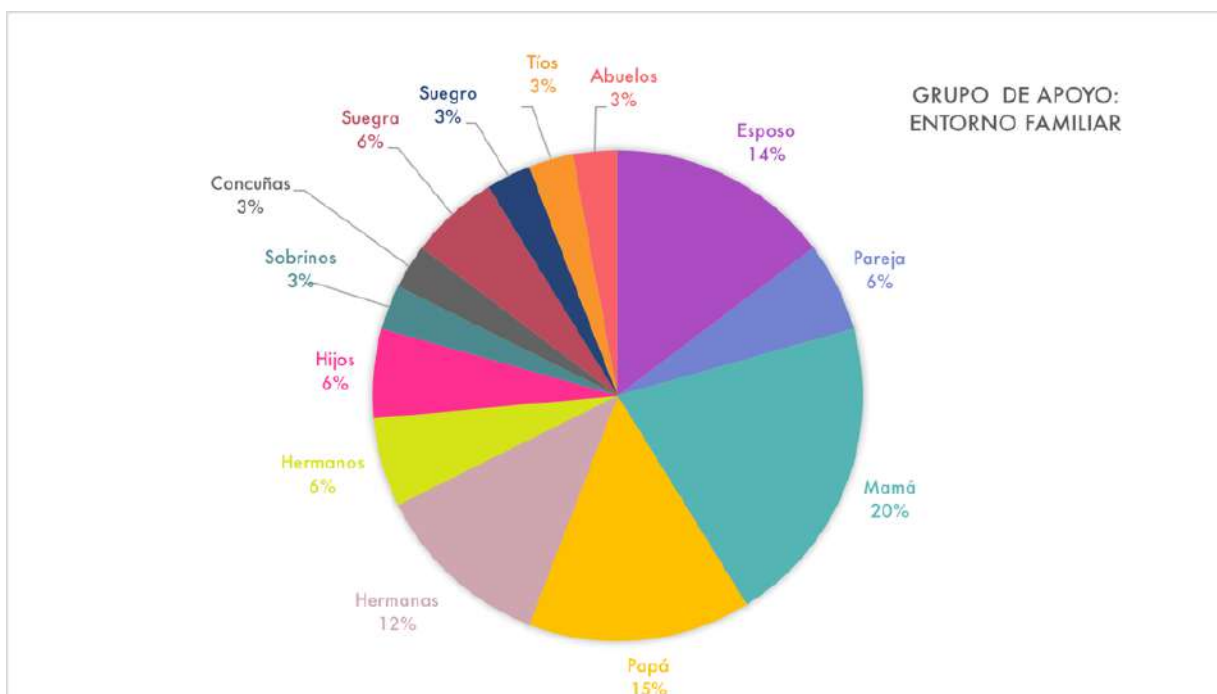


Ilustración 79: Resultados de gráfica grupo de apoyo. Entorno familiar.

Por lo contrario, el entorno social tiende a ser con amistades o personas con quienes se relacionan frecuentemente o comparten intereses en común, es decir, mamás primerizas o con experiencia en la etapa de gestación. Ante esta condición, la mujer tiende a relacionarse con personas que suelen opinar sobre sus cuidados físicos, alimenticios y clínicos compartiendo su perspectiva sobre el embarazo, siendo éste un punto crítico y vulnerable para la mujer gestante. En la *ilustración 80* se muestra el grupo de apoyo en el entorno social con el que tiende a relacionarse la mujer embarazada en esta etapa.

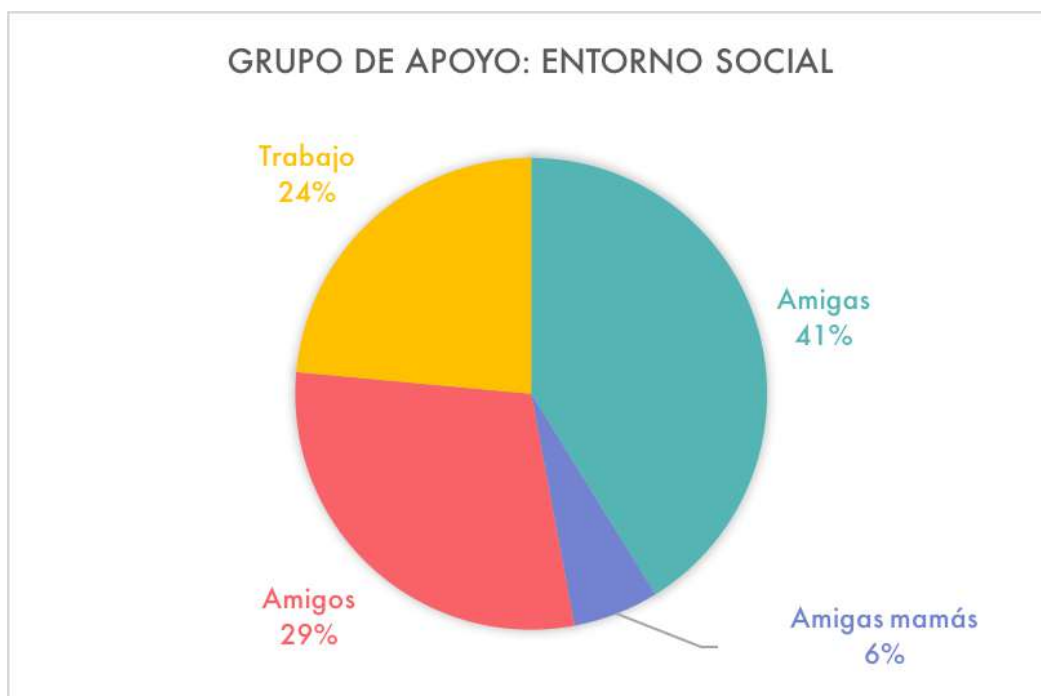


Ilustración 80: Resultados de gráfica grupo de apoyo. Entorno social.

Sin embargo el entorno clínico tiende a ser un apoyo indispensable durante esta etapa, siendo un medio confiable en el cual se apoya la mujer embarazada. Este grupo está compuesto de especialistas en relación al tipo de necesidades que tenga la paciente durante su embarazo, siendo el ginecólogo y médico familiar entre los más relevantes. A partir de la *ilustración 81*, se muestran los especialistas con mayor importancia que suelen apoyar a la mujer gestante durante su embarazo.

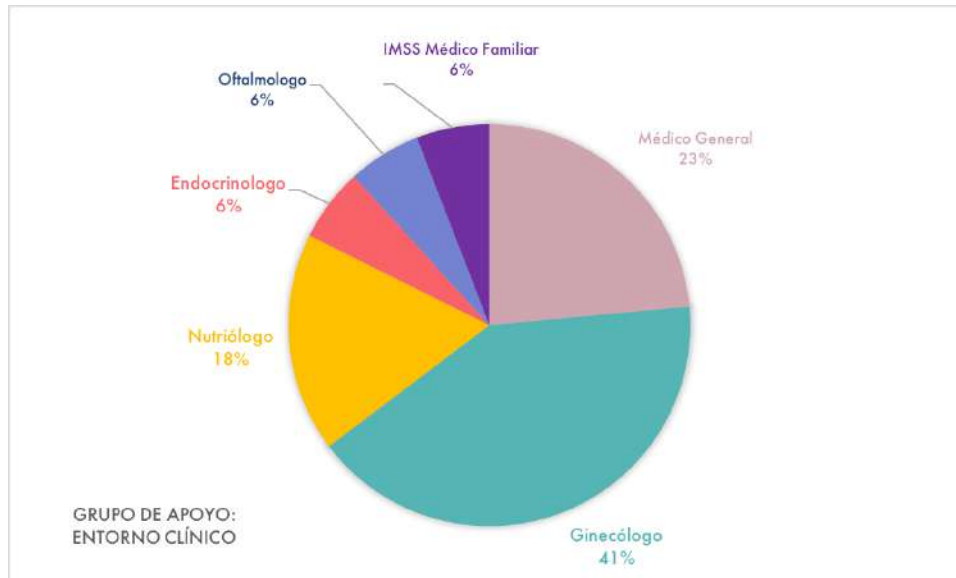


Ilustración 81: Resultados de gráfica grupo de apoyo. Entorno clínico.

Una vez realizadas las pruebas de usabilidad con las participantes gestantes, se elaboró una tabla de resultados con los elementos semánticos integrados en el diseño del producto, evaluando las etapas que tuvieron mayor deficiencia o mayor satisfacción por parte del usuario, evaluándolos de la siguiente manera: (0) muy de acuerdo, (1) de acuerdo, (2) ni acuerdo ni en desacuerdo, (3) desacuerdo, (4) muy en desacuerdo.

| SEMIÓTICA DEL PRODUCTO: FORMA | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|
| CRITERIOS | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 | U7 |
| 1 TAMAÑO DEL DISPOSITIVO | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 2 PROPORCIÓN DEL DISPOSITIVO | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| 3 FORMA: BOTÓN ON/OFF | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 4 TAMAÑO: BOTÓN ON/OFF | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 5 MECANISMO: BOTÓN ON/OFF | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 6 UBICACIÓN: BOTÓN ON/OFF | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 7 FORMA: BOTÓN DE ESCANER | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| 8 TAMAÑO: BOTÓN DE ESCANER | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 9 MECANISMO: BOTÓN DE ESCANER | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 10 UBICACIÓN: BOTÓN DE ESCANER | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 11 UBICACIÓN MOD. INFRARROJO | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 12 UBICACIÓN: PANTALLA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 13 CONTENIDO NÚMÉRICO EN PANTALLA | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 15 MECANISMO: DIADEMA | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| 16 UBICACIÓN: DIADEMA | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 17 UBICACIÓN: LED INDICADOR | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 18 UBICACIÓN: CENTRO DE CARGA | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 MECANISMO: CENTRO DE CARGA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN | | | | | | | |
| 0 | Muy de acuerdo | | | | | | |
| 1 | De acuerdo | | | | | | |
| 2 | Ni acuerdo ni en desacuerdo | | | | | | |
| 3 | Desacuerdo | | | | | | |
| 4 | Muy en desacuerdo | | | | | | |

Tabla 5: Elementos semánticos integrados en el diseño de producto.

En esta etapa, se identificaron diversos factores que no estaban del todo resueltos hasta el momento de hacer las pruebas de usabilidad con las participantes. A través de los resultados mostrados en la *ilustración 82*, se puede decir que los criterios semánticos de forma, tamaño y proporción, presentaban deficiencias en la interacción entre usuario y producto, al igual que la ubicación de puerto infrarrojo, siendo elementos críticos que deben de ser explorados y posteriormente resueltos.

La percepción del usuario con el producto fue identificada en esta etapa, mostrando deficiencia o satisfacción en cada una de las etapas que conforman el ciclo de funcionamiento. Sin embargo se puede decir que de acuerdo con la propuesta de diseño presentada en las pruebas de usabilidad, no había una comunicación totalmente intuitiva y clara en la interacción entre el usuario y el producto, debido a que algunos elementos semánticos no tenían una ubicación adecuada para que el usuario los identificara de manera inmediata.

A causa de esto, se logró entender que cada elemento semántico que integra el producto debe de ser parte de la comunicación intuitiva en el producto, de manera que los elementos de diseño deben de dirigir al usuario a la función principal (escanear un alimento), y en este caso el usuario tenía cierta confusión al no saber por dónde era pertinente apuntar el producto al alimento, o bien, como hacerlo. Por ello, fue pertinente evaluar cada uno de los criterios de diseño, con el fin de mejorar la comunicación intuitiva y códigos de uso al momento de interactuar con el objeto.

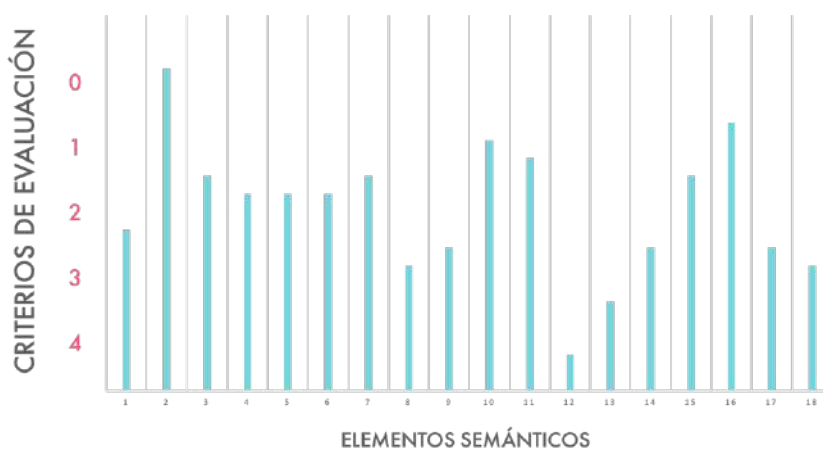


Ilustración 82: Gráfica de resultados en base al concentrado por criterios de diseño.

8.6 Propuesta final

Al obtener y estudiar los resultados de las pruebas de validación, se realizó un “*feedback*” evaluando todos los elementos semánticos que presentaban deficiencias y con ello resolver las etapas que no resultaban ser satisfactorias completamente en la interacción entre usuario y producto, presentando la propuesta final de la siguiente manera:

A través de la implementación de elementos semánticos: forma, funciones indicativas, factores perceptivos, códigos de uso y calidad comunicativa, fue posible diseñar un producto de innovación, el cual permita ser una herramienta de apoyo ante el cuidado alimenticio en la etapa gestacional. La propuesta consiste en semaforizar el índice glucémico de un alimento antes de la ingesta, y a través del resultado obtenido, el usuario pueda tomar una decisión asertiva de acuerdo a lo que va a consumir. Los elementos semánticos integrados en el diseño permiten guiar al usuario en la usabilidad con el producto.

En la *ilustración 83*, se muestra la semántica del producto, presentando los elementos de diseño que lo integran:



Ilustración 83: Semántica del producto.

- 1. Forma del producto:** La proporción y forma del objeto es adecuada, en consideración con la ergonomía del usuario. Su tamaño permite ser identificado rápidamente en cualquier lugar.

2. **Botón de encendido y escaneo:** Se integró un solo botón para ambas funciones (encender/apagar y escanear) ubicado en la parte lateral del producto. Esto permite un diseño más limpio e intuitivo, siendo la función indicativa principal para usar el producto evitando confundir al usuario con la integración de más botones en el objeto.
3. **Integración de funciones indicativas:** En la parte inferior se implementó un indicador de actividad, con el fin de comunicar al usuario cada acción que hace el producto representado con un color. Si el producto se encuentra encendido o apagado el indicador se muestra en color blanco, al escanear un alimento en rojo, y el nivel de batería es representado en color verde, en este caso, se muestra de manera tenue en base al nivel de carga que tenga el dispositivo.
4. **Códigos de colores:** A través de códigos de color, se implementó una pieza transparente que permite el traspaso de luz, con el fin de comunicar al usuario el IG detectado en un alimento indicando nivel bajo, medio y alto, siendo éste un factor que determina la toma de decisiones de la mujer gestante antes de la ingesta de alimentos.

Los códigos de color permiten alertar al usuario de manera visual, representando la semaforización del resultado detectado, siendo el color rojo (alerta de cuidado), amarillo (alerta preventiva) y verde (alerta permisiva).



Ilustración 84: Funciones indicativas y lenguaje del producto.

La semaforización a base de códigos de color es el elemento con mayor valor en el diseño del producto, de manera que permite ser el medio para alertar al usuario ante un resultado obtenido y con ello propiciar la toma de decisiones informada antes de consumir el alimento. La comunicación visual en el producto resultó ser benéfica para el usuario, debido a la reacción positiva que evocaba la implementación de elementos semánticos, siendo los indicadores de color un ejemplo de esto, un medio de comunicación en la usabilidad entre usuario y objeto.

5. **Pantalla:** Es importante que aparte de una alerta visual, el producto pueda arrojar información más detallada sobre el resultado detectado, por ello, se propuso implementar una pantalla que permita arrojar información numérica más específica.
6. **Puerto infrarrojo para escaneo:** En la parte posterior, se encuentra ubicado el led infrarrojo, siendo la vía principal para escanear un alimento.
7. **Integración de sonidos:** Se implementaron sonidos en el diseño del producto evocando una alerta auditiva ante la acción del objeto, comunicando al usuario cuando empieza a escanear, cuando termina y cuando detecta un resultado.
8. **Centro de carga:** El producto tiene integrado en la parte inferior un puerto USB para cargar el dispositivo.



Ilustración 85: Propuesta final.

Los elementos semánticos y códigos de uso implementados en el diseño de producto permiten un resultado comprensible ante la consciencia intuitiva del usuario, transmitiendo emociones positivas en la usabilidad con el objeto: empatía y seguridad, en base a los elementos de diseño y de la posible tecnología integrada en el producto. A continuación en la *ilustración 86*, se muestra el ciclo de funcionamiento del producto de innovación en base a los códigos de uso integrados:

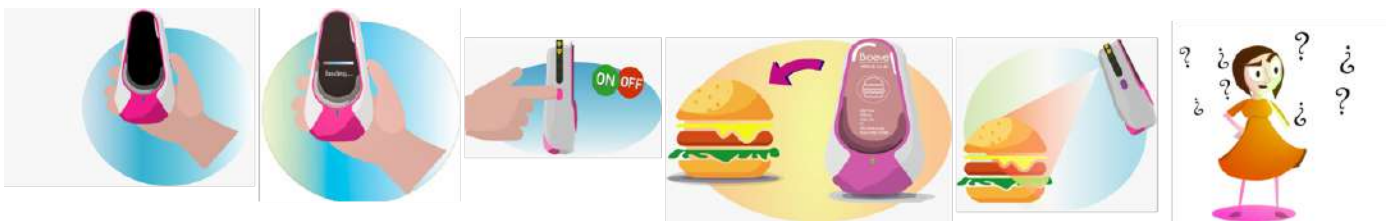


Ilustración 86: Usabilidad en el producto de innovación.

La etapa de “*feedback*” permitió analizar elementos de diseño que no estaban completamente resueltos para que el usuario los percibiera de manera adecuada al interactuar con el producto. Las asociaciones semánticas permiten crear una comunicación clara e intuitiva en la interacción con el usuario.

Gracias al desarrollo de este producto fue posible conocer reacciones negativas hacia las indulgencias, generando empatía y con ello transformar las emociones negativas en experiencias positivas, impulsado por el diseño emocional. El desarrollo de esta propuesta permitirá que la mujer embarazada pueda monitorear el IG de sus alimentos y con ello diversificar su alimentación a algún alimento existente en el momento.

9. CONCLUSIONES

La semántica de producto brinda valor al diseño encargándose de la usabilidad y comunicación de la interacción entre usuario y producto. A través del desarrollo de esta investigación se puede concluir que mediante la implementación de asociaciones semánticas y funciones indicativas se puede generar un producto intuitivo que permita la medición de IG en los alimentos, identificando nivel bajo, medio y alto.

Mediante la educación alimentaria es posible que la mujer embarazada pueda entender y atender la importancia que tiene una alimentación adecuada durante su embarazo, siendo consciente de las decisiones que toma, evitando riesgos y complicaciones futuras tanto en su salud, como en la de su bebé. La implementación de indicadores de color permitió ser una alerta visual y táctil ante la semaforización del valor de IG en un alimento, comunicando al usuario un resultado permisivo, de cuidado y preventivo antes de la ingesta, de manera que el usuario pueda conocer el valor nutricional de lo que va a consumir.

Esta información se utilizó en base a las tablas de referencias existentes sobre de IG de los alimentos. Sin embargo esta propuesta propicia una solución visual que fomente en el usuario la toma de decisiones asertivas antes de la ingesta de alimentos, brindando una solución preventiva y no correctiva. A través de la interacción con el usuario, se logró conocer y reconocer sentimientos y reacciones negativas hacia las indulgencias, estableciendo como objetivo un cambio de significado en el cual por medio del diseño se genera empatía, transformando las emociones negativas en experiencias positivas, fomentando el uso del producto por un sentido motivacional.

A través de principios universales del diseño, se desarrolló un producto en base a la experimentación y validación de asociaciones semánticas y códigos de uso, generando una comunicación entre producto, usuario e interfaz, siendo un sistema intuitivo y discreto.

Se puede concluir que el diseño de producto es satisfactorio para el usuario través de pruebas y verificación de usabilidad, tomando en cuenta la integración de una tecnología adaptable a la función principal, realizar mediciones de lectura de IG en un alimento. Sin embargo en futuros alcances, se pretende continuar explorando el área de ingeniería y diseño en base a la

implementación de tecnologías no invasivas y con ello continuar los pasos para la verificación de este producto como un dispositivo médico.

La educación alimentaria presenta retos futuros, sin embargo gracias al diseño de experiencias se identificaron áreas de oportunidad en el enfoque nutricional, aplicándose directamente a una población en mujeres embarazadas. Sin embargo puede aplicarse al control alimentario general, utilizando esta herramienta como apoyo auxiliar.

Se espera con esto seguir brindando soluciones que fomenten el uso de tecnologías no invasivas, aplicando metodologías que impulsen el trabajo multidisciplinario. Por medio de esta metodología se logró converger en tres áreas: salud, ingeniería y diseño, brindando valor al proceso, obteniendo una experiencia tanto con el usuario como en el producto.

Por último, cabe mencionar que no existen caminos cortos en la experiencia de usuario, siendo ésta la única manera de conocer sus necesidades. La aplicación del diseño industrial coexiste gracias a la interacción con el usuario, sin éste se convierte en una interpretación sin fundamentos, perdiendo de vista el problema y las necesidades reales principales identificadas.

10. REFERENCIAS

- Chávez, L. M. (2012). Niveles glucémicos en médicos-docentes. *Scielo* , 58 (227).
- Camacho, A. (03 de Agosto de 2013). *Biomedic Guide*. Obtenido de <http://www.guiabiomedica.com/nuevo-prototipo-de-glucometro-que-funciona-mediante-luz-infrarroja-y-no-genera-dolor/>
- Chang, W.-c., & Wu, T.-y. (2007). Exploring Types and Characteristics of Product Forms. *International Journal of Design* , 1 (1).
- Caunedo Almagro, P. (2005). *Alteraciones de la hemostasia en la diabetes mellitus*. Obtenido de http://www.bvs.sld.cu/revistas/hih/vol21_1_05/hih011105.htm
- Lepercq, J., & Piver, P. (1995). *Laurousse del bebé*. Barcelona.
- Cruz, L. M. Crecimiento de mortalidad por diabetes mellitus por cada 100 mil habitantes. *Asumiendo el control de la diabetes* . México.
- Curiel, C. D. (1999). La eficiencia funcional . En C. D. Curiel, *El factor estético en el Diseño Industrial*. México D.F.
- Curiel, C. D. (1999). El "shock" del diseño . En C. D. Curiel, *El factor estético en el Diseño Industrial*. México D.F.
- Díaz Sánchez, M. E., & Jiménez Acosta, S. (2013). *Consejos útiles sobre la alimentación y nutrición de la embarazada*. Obtenido de https://www.unicef.org/lac/consejos_nutricion_full.pdf
- Özcan, E., & Egmond, R. V. (2012). Basic Semantics Of Product Sounds . *International Journal Of Design* , 6 (2), 41 - 54.
- Alles, M. T. (2012). El diseño universal: concepto y certificación. *Riberdis* (75), 4 - 11.
- ADA. (22 de Enero de 2015). *Diabetes Gestacional*. Obtenido de Association American Diabetes: <http://www.diabetes.org/es/informacion-basica-de-la-diabetes/diabetes-gestacional/que-es-la-diabetes-gestacional.html>
- ADA. (20 de Marzo de 2015). *Índice glucémico y diabetes*. Obtenido de American Diabetes Association : <http://diabetes.org/es/alimentos-y-actividad-fisica/alimentos/que-voy-a-comer/compreension-de-los-carbohidratos/indice-glucomico-y-diabetes.html>
- Association American Diabetes. (20 de Marzo de 2015). Hiperglucemia. *American Diabetes Association*.
- Azzollini, C., S., Pupko, B., Vera, Vidal, & A., V. (2012). El apoyo social y el autocuidado en diabetes tipo 2 . *Anuario de investigaciones* , XIX.

Desmet, P. (2010). Three levels of product emotion. *International conference on kansei engineering and emotion* . Paris.

Diabetes, A. A. (20 de Marzo de 2015). Hipoglucemia. *American Diabetes Association*.

Diaz Meza, C. F., Acevedo Cáceres, C. H., & Barrero Pérez, J. G. (2012). Medición no Invasiva del Nivel de Glucosa en la Sangre Usando Espectroscopia con Infrarrojo Cercano. *UIS Ingenierías* , 11 (1), 35-43.

Dr. Ibrahim Ganén Prats, D. M. (2007). Nutrición durante el embarazo . *Revista Información Científica* , 55 (3).

Eduardo Contreras-Zuñiga, M., Luis Guillermo-Arango, M., Sandra Ximena Zuluaga-Martínez, M., & Vanesa Ocampo, M. (2008). Diabetes y embarazo . *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* , 59 (1), 38-45.

Flostan, C. N., & Menoni, T. F. (1992). *Semiótica del producto*. México.

FID. (2015). Atlas de la Diabetes de la FID. *Federation International Diabetes*.

FID. Producción y acción de la insulina. *Atlas de la Diabetes de la FID*. Federación Internacional de la Diabetes.

FMD. (2 de Octubre de 2014). *Diabetes en México*. Obtenido de <http://fmdiabetes.org/diabetes-en-mexico/>

FMD. (22 de Febrero de 2017). *Federación Mexicana de Diabetes, A.C.* Obtenido de Insulina : <http://fmdiabetes.org/glossary/insulina/>

Gratacós, E., Gómez, L., Cobo, T., Arranz, Á., Crispi, F., Illa, M., y otros. (s.f). *Inatal*. Obtenido de Embarazo: <https://inatal.org/el-embarazo/enciclopedia/71-gestacion.html>

Guide, N. H. (s.f). Obtenido de How Does the Body Control Blood Sugar Levels?: <https://www.newhealthguide.org/How-Does-The-Body-Control-Blood-Sugar-Levels.html>

Ibarra, E. T. (2005). La Arquitectura Integral y Modular. El Caso de la Industria Automotriz. *Redalyc* (16).

IDF. (2017). *International Diabetes Federation*. Obtenido de Gestacional Diabetes: <https://www.idf.org/our-activities/care-prevention/gdm.html>

INPer, E. I. (Agosto de 2017). <http://www.inper.mx/noticias/2015/018-2015/>.

J. Marcelo Fernández, J. L. (2008). Índice glucémico y ejercicio físico. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* , 1 (3), 116-124.

Krippendorff, K. (2006). *The Semantic Turn* .

M. D. Mesa García, C. M. (2006). Importancia de los lípidos en el tratamiento nutricional de las patologías de base inflamatoria. *Nutrición Hospitalaria* , 21.

M.T. Jimaré Benito, C. B. (03 de 09 de 2008). Química analítica de procesos: Aplicaciones de la espectrometría de absorción en el infrarrojo cercano al análisis de biocombustibles y al análisis de alimentos. *Real Sociedad Española de Química* , 290–301.

Maldonado Durán, M., Saucedo García , J., & Lartigue, T. (2008). *Cambios fisiológicos y emocionales durante el embarazo normal y la conducta del feto*. Obtenido de <http://www.asmi.es/arc/doc/Cambios+Fisiologicos+y+Emocionales+durante+el+Embarazo.pdf>

Martínez, J. L. (s.f.). Espectroscopía Infrarroja 1-Fundamentos.

Meza, D., Fernando, C., Cacéres, A., Hernando, C., Moreno, T., Yezid, y otros. (2012).

Medición no Invasiva del Nivel de Glucosa en la Sangre Usando Espectroscopia con Infrarrojo Cercano. *Revista UIS Ingenierías* , 11 (1), 35-43.

Norman, D. (1988). *The Psychology of Everyday Things* (Nerea ed.). New York .

Ochoa, O. R. (2000). Diabetes y Embarazo. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* , 51 (1).

OMS. (30 de Octubre de 2018). *Diabetes: datos y cifras* . Obtenido de Organización Mundial De La Salud : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>

Organización Panamericana de la Salud. Prevalencia (%) de hiperglucemia durante el embarazo (DG, DM) en determinados países de las Américas 2012-2014 (datos institucionales). *Hiperglucemia y embarazo en las Américas*. Lima, Perú.

Peña, J. E.-d., Buitrón-Granados, L. V., Ramírez-Martínez, J. C., Chavira-Mejía, R., Schargrotsky, H., & Champagne, B. M. (2011). Diabetes en México. Estudio CARMELA. *Cirugía y Cirujanos* , 79 (5), 424-431.

Pérez Díaz, I. (2016). *Diabetes Mellitus*. Obtenido de https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/s1/GMM_152_2016_S1_050-055.pdf

Prado Valdivieso, R., & Gutiérrez Teira , B. (2010). *Antojos*. Obtenido de [http://amf-semfyc.com/web/downloader_articuloPDF.php?idart=37&id=Aquellas_pequenas_cosas\(3\).pdf](http://amf-semfyc.com/web/downloader_articuloPDF.php?idart=37&id=Aquellas_pequenas_cosas(3).pdf)

Priya Soma-Pillay, C. N.-P. (2016). Physiological changes in pregnancy. *Cardiovascular Journal Of Africa* , 27 (2), 89 - 94.

Puricaza, M. (s.f). *Modificaciones fisiológicas en el embarazo*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3234/323428195010.pdf>

R. Burgos Peláez, C. J. (2010). Diabetes mellitus tipo 2 crónica. *Nutrición Hospitalaria* , 3 (1), 35 - 45.

Rivera Barragán, M. R. (2007). *La educación en nutrición, hacia una perspectiva social*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/214/21433115.pdf>

Roma. (2011). *La importancia de la educación nutricional* . Obtenido de <http://www.fao.org/ag/humannutrition/31779-02a54ce633a9507824a8e1165d4ae1d92.pdf>

Sánchez-Muniz, F. J. (2013). *La alimentación de la madre durante el embarazo condiciona el desarrollo pancreático, el estatus hormonal del feto y la concentración de biomarcadores al nacimiento de diabetes mellitus y síndrome metabólico*. Obtenido de <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/6307.pdf>

Salud, S. d. (Diciembre de 2011). *Embarazo Saludable, parto y puerperio seguros, recién nacido sano*. Obtenido de www.emeo.unam.mx/servicioseducativos/materialesdeapoyo/obstetricia1/documentosconsulta/8

Santamaría, V. U. (s.f). *Diseño Universal*. (U. A. México, Productor) Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/31291/secme-15990.pdf?sequence=1>

Sastre Miras, I. (2014). *Aspectos Psicológicos y emocionales durante la gestación y el puerperio*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/11938/1/TFG-H292.pdf>

Seaquist, E. R., Anderson, J., Childs, B., Cryer, P., Dagogo-Jack, S., Fish, L., y otros. (2013). Hypoglycemia and Diabetes: A Report of a Workgroup of the American Diabetes Association and The Endocrine Society. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* , 98, 1845–1859.

Association and The Endocrine Society. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* , 98, 1845–1859.

Teruel, J. A. (2011). *La nutrición es conciencia* (Editum ed.). España.

Toche, N. (13 de Noviembre de 2017). *La diabetes, con cifras excesivas y en crecimiento*. Obtenido de El economista.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. Arquitectura del producto. En *Diseño y desarrollo de productos* (Quinta ed.). Mc Graw Hill Education.

Urbán-Reyes, B. R., Coghlan-López, J. J., & Castañeda-Sánchez, O. (2015). *Estilo de vida y control glucémico en pacientes con Diabetes Mellitus en el primer nivel de atención* . Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/atefam/af-2015/af153c.pdf>

Villares, J. M. (2010). Diabetes mellitus tipo 1 en niños y adolescentes . *Nutrición Hospitalaria* , 3, 14 - 22.

Victor Eduardo Alcantar Rodríguez, G. G. (2013). Índice glucémico en alimentos compuestos. *Rev Española de Nutrición Comunitaria* , 19 (4), 216-223.

11. ANEXOS

11.1 Journey Maps

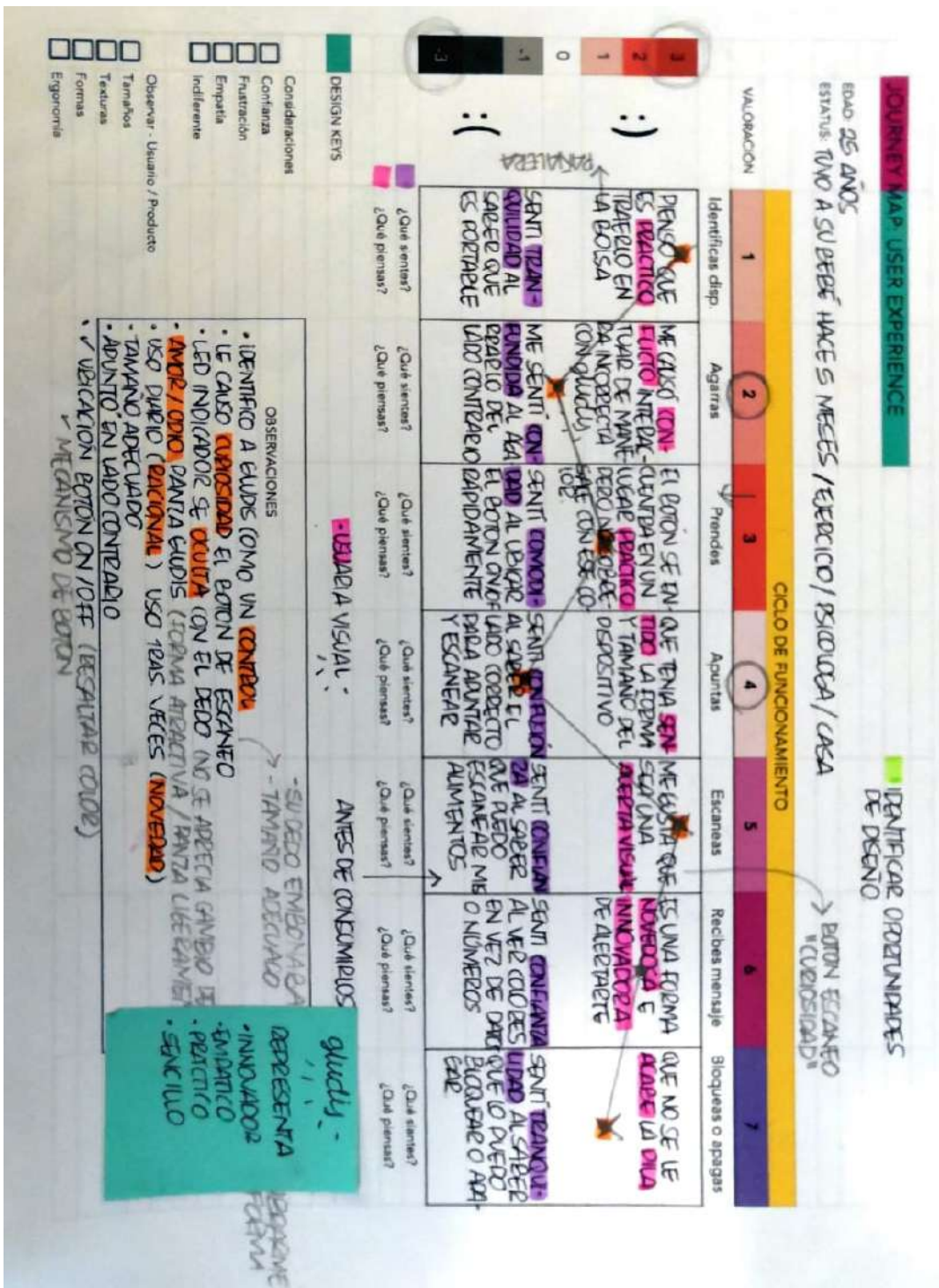


Ilustración 86: Journey map. Participante 1.

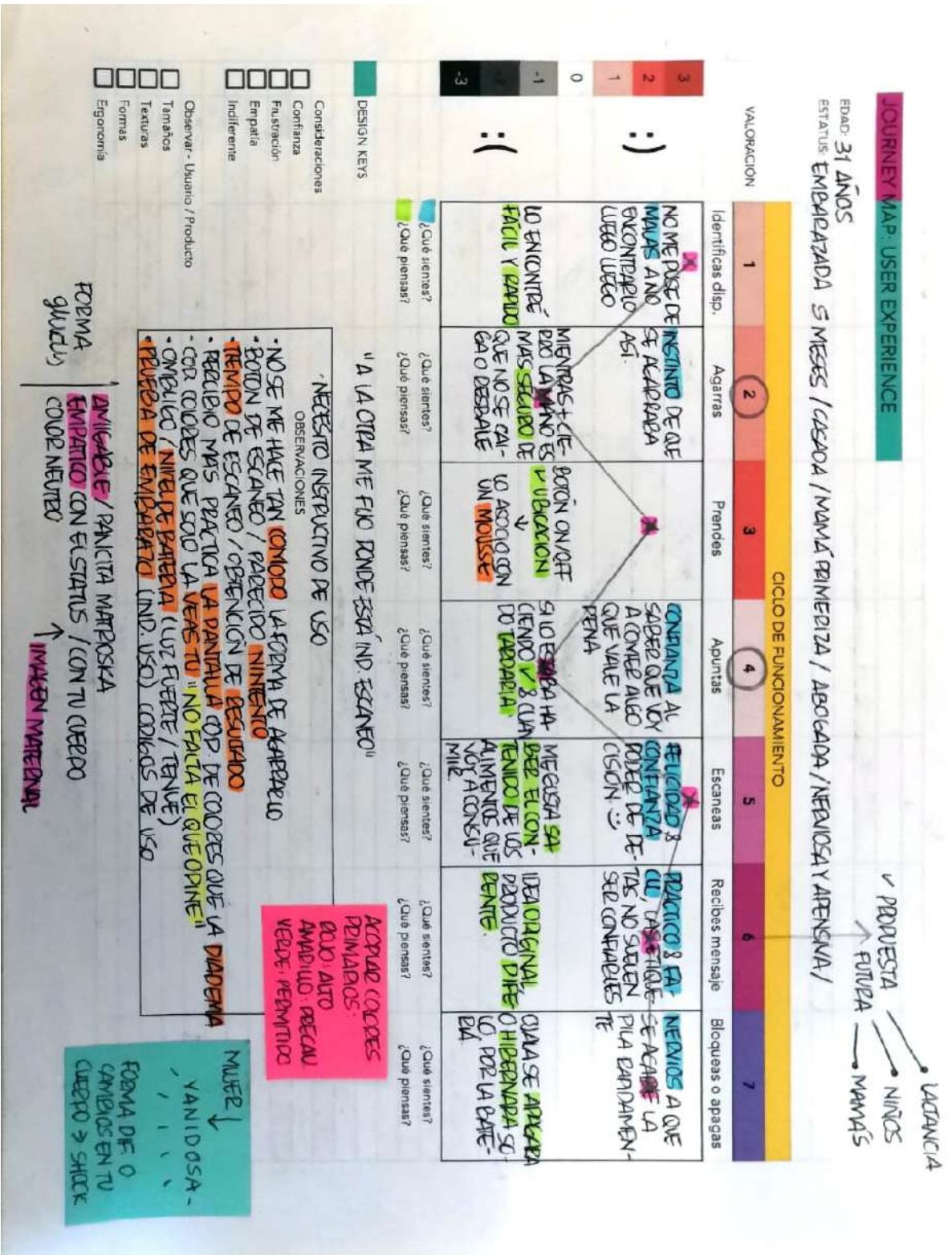


Ilustración 87: Journey map. Participante 2.

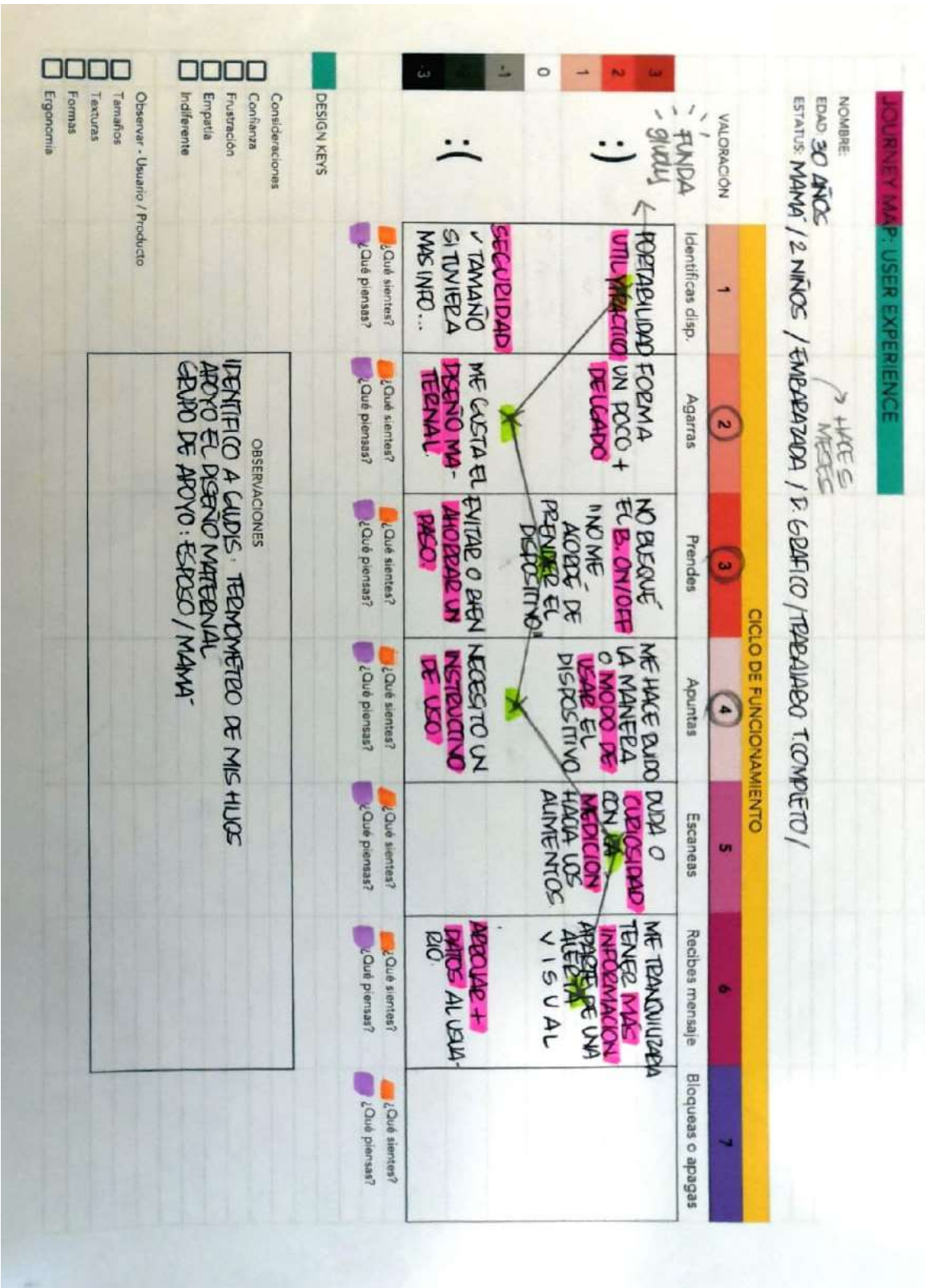


Ilustración 89: Journey map. Participante 4

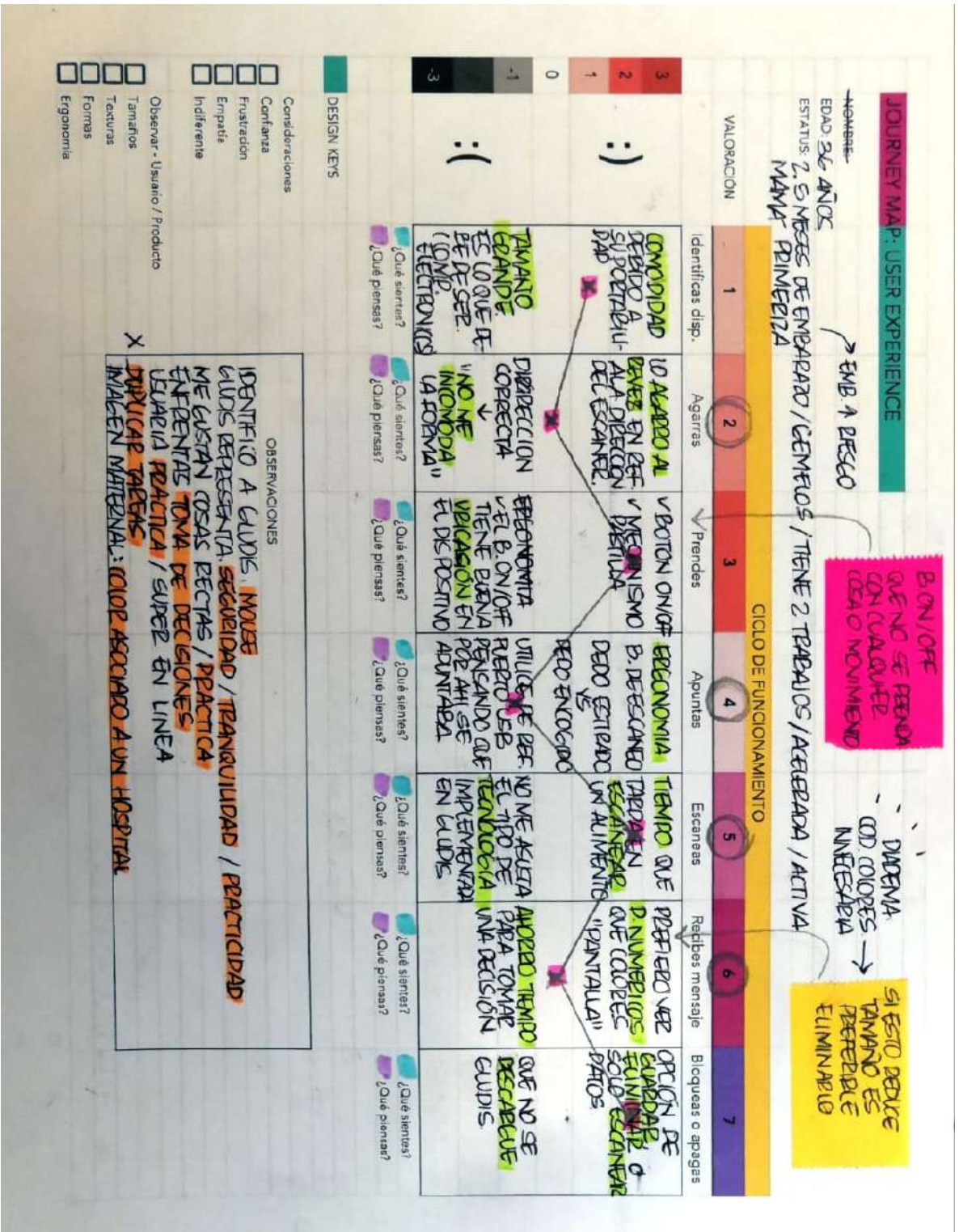


Ilustración 90: Journey map. Participante 5

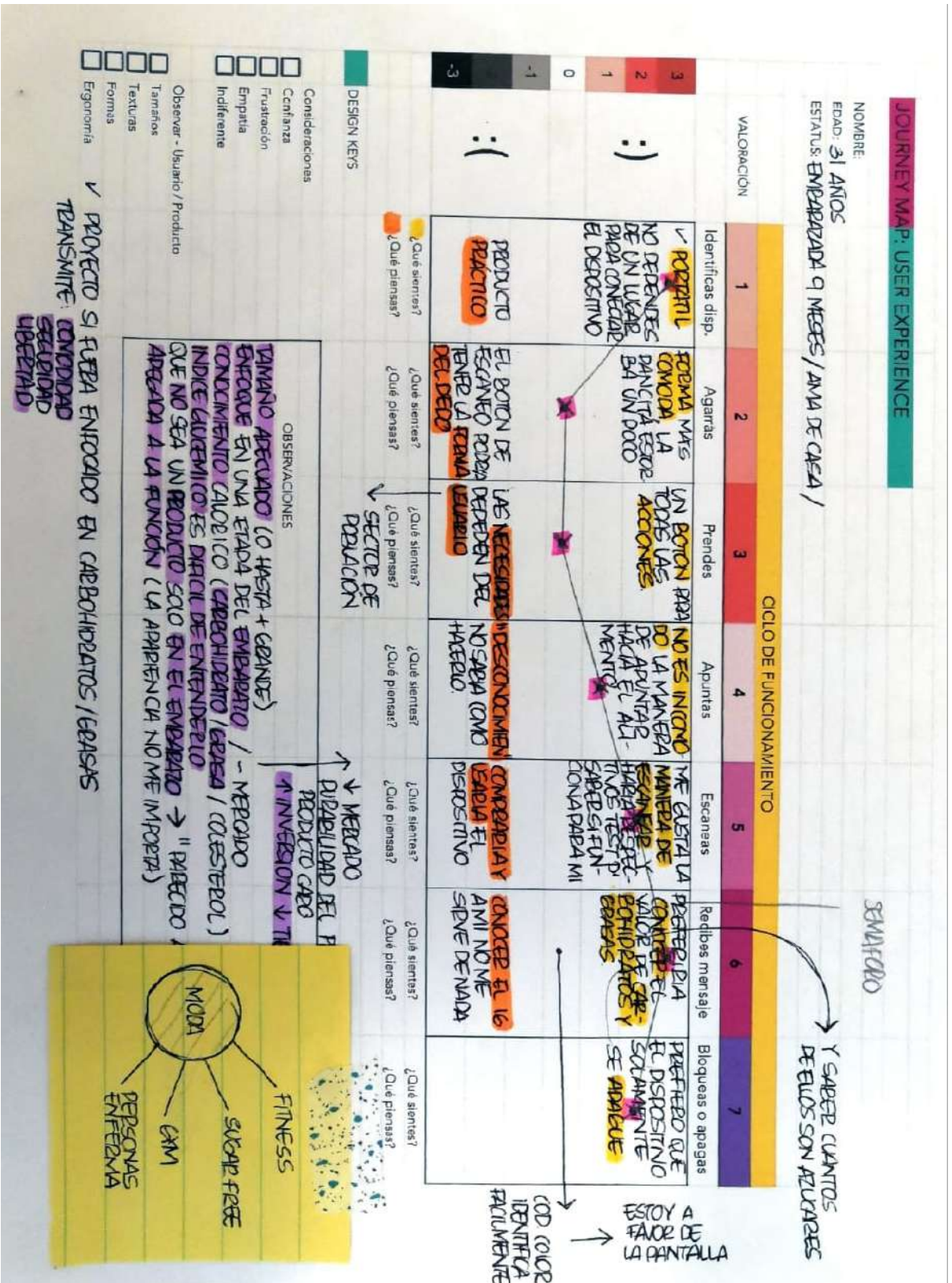


Ilustración 91: Journey map. Participante 6

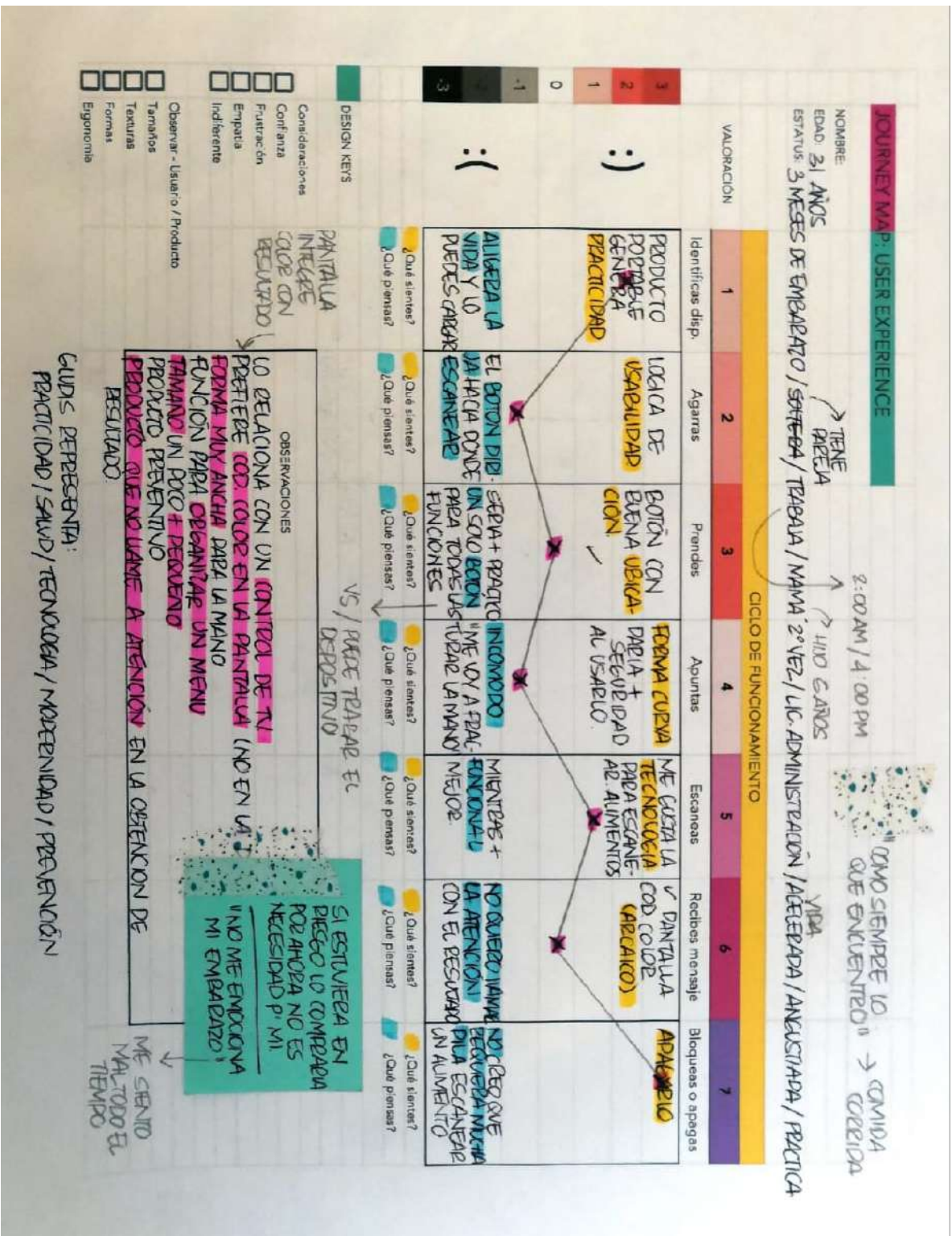


Ilustración 92: Journey map. Participante 7.