

Desarrollo de implementos guías con enfoque tiflológico para la elaboración de piezas cerámicas  
por personas con discapacidad visual total

Karen Liseth Suárez Rodríguez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Diseñadora Industrial

Director:

Vaslak Rojas Torres

Mtr. Diseño y Creación Interactiva

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Diseño Industrial

Bucaramanga

2025

## Tabla de Contenido

Introducción .....	11
1. Planteamiento Del Problema .....	14
2. Objetivos .....	16
2.1 Objetivo General.....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
3 Marco teórico .....	17
3.1 Marco de Referencia Conceptual .....	17
3.2 Marco de Referencia Histórico y Legal .....	22
3.3 Antecedentes Internacionales.....	23
3.4 Antecedentes en Colombia.....	23
3.5 Antecedentes de la Situación de Estudio .....	24
4 Diseño centrado en el usuario (HCD).....	27
4.1 Prueba primer proceso de elaboración de piezas .....	28
4.1.1 Materiales .....	28
4.1.2 Instrumentos de evaluación.....	28
4.1.3 Metodología .....	31
4.1.4 Resultados .....	42
5 Tecnología existente .....	44

6	Directrices del Diseño universal .....	48
6.1	Diagrama Fast .....	50
6.2	Diagrama Morfológico.....	52
6.3	Producto Morfológico-Alternativas .....	55
6.4	Estudio del diseño desde el lenguaje de percepción .....	58
6.4.1	Elementos del lenguaje gráfico .....	65
6.4.2	Elementos del lenguaje en un entorno especial.....	66
6.5	Factor Ergonómico.....	69
6.5.1	La ergonomía del trabajo .....	69
6.5.1	La ergonomía del producto .....	71
7.	Caso de estudio .....	71
8.	Exploración para el desarrollo del producto .....	74
8.1	Pruebas de comprobación de los modelos tridimensionales .....	81
8.1.1	Etapa 1, técnica de rollos-función enrollar y apilar .....	83
8.1.2	Etapa 2, técnica de planos-función aplanar y cortar.....	85
8.1.3	Etapa 3, técnica de revolución .....	88
9.	Materiales y procesos .....	89
10.	Modelo-Prototipo .....	93
11.	Validación .....	94
11.1	Prueba segundo proceso de elaboración de piezas.....	95

11.1.1 Materiales .....	95
11.1.2 Instrumentos de evaluación.....	96
11.1.3 Metodología .....	97
11.1.4 Protocolo de validación.....	107
11.1.5 Resultados .....	115
13. Conclusiones .....	118
14. Mejoras y Sugerencias .....	119
15. Manual de uso .....	121
Referencias.....	123

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Categorías de discapacidad visual OMS .....	18
<b>Tabla 2.</b> Brief del Sistema de identificación de objetos para personas invidentes usando la tecnología RFID.....	44
<b>Tabla 3.</b> Brief de Herramienta móvil interactiva que ayuda a las personas ciegas a resolver problemas generales de búsqueda visual .....	46
<b>Tabla 4.</b> Valoración por funciones, selección del concepto por cumplimiento de la función	74
<b>Tabla 5.</b> Valoración por requerimientos, selección del concepto por cumplimiento de los parámetros de requerimientos .....	76
<b>Tabla 6.</b> Valores promedios de absorción, coeficientes de variación y pesos específicos aparentes en especies con diferentes tipos de porosidad .....	91
<b>Tabla 7.</b> Valores comparativos de características geométricas y de calidad en diez piezas cerámicas respecto a la figura referente .....	113

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b> Kit de herramientas cerámicas para la fase 1.....	32
<b>Figura 2</b> Desarrollo de tarea 1 con usuario .....	33
<b>Figura 3.</b> Desarrollo de tarea 2 con usuario .....	35
<b>Figura 4.</b> Kit de herramientas cerámicas para la fase 2 .....	37
<b>Figura 5.</b> Desarrollo de tarea 3 con usuario .....	38
<b>Figura 6.</b> Desarrollo de tarea 4 con usuario .....	40
<b>Figura 7.</b> Dispositivo IOI (a) Vistas laterales (b) Vista frontal.....	45
<b>Figura 8.</b> Funcionamiento herramienta móvil VizWiz .....	46
<b>Figura 9.</b> Diagrama de afinidad para la elaboración de piezas cerámicas .....	49
<b>Figura 10.</b> Diagrama Fast para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de rollos .....	50
<b>Figura 11.</b> Diagrama Fast para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de planos .....	51
<b>Figura 12.</b> Diagrama Fast para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de revolución ...	51
<b>Figura 13.</b> Diagrama Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de rollos .....	53
<b>Figura 14.</b> Diagrama Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de planos .....	54
<b>Figura 15.</b> Diagrama Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de revolución .....	55
<b>Figura 16.</b> Producto Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de rollos	56
<b>Figura 17.</b> Producto Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de planos .....	57

<b>Figura 18.</b> Producto Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de revolución .....	58
<b>Figura 19.</b> Esquema de comunicación .....	59
<b>Figura 20.</b> Relación circular entre signo, significante y significado.....	59
<b>Figura 21.</b> Sistema de lecto escritura, Código Braille.....	63
<b>Figura 22.</b> Esquema de imaginación .....	68
<b>Figura 23.</b> Alternativas obtenidas de la valoración por funciones y requerimientos de la técnica de rollos .....	78
<b>Figura 24.</b> Alternativas obtenidas de la valoración por funciones y requerimientos de la técnica de planos .....	79
<b>Figura 25.</b> Alternativas obtenidas de la valoración por funciones y requerimientos de la técnica de revolución .....	81
<b>Figura 26.</b> Prueba de verificación técnica de rollos-función enrollar .....	83
<b>Figura 27.</b> Prueba de verificación técnica de rollos-función apilar .....	84
<b>Figura 28.</b> Prueba de verificación técnica de planos-función aplanar, Modelo por requerimientos.....	85
<b>Figura 29.</b> Prueba de verificación técnica de planos-función aplanar, cortar y ensamblar, Modelo por funciones .....	86
<b>Figura 30.</b> Prueba de verificación técnica de revolución .....	88
<b>Figura 31.</b> Modelo 3D kit de implementos guías con enfoque tiflológico .....	93
<b>Figura 32.</b> Modelo funcional kit de implementos guías con enfoque tiflológico .....	94
<b>Figura 33.</b> Kit de implementos guías con enfoque tiflológico para la fase 1 .....	98
<b>Figura 34.</b> Desarrollo de tarea 1 con usuario .....	98

<b>Figura 35.</b> Desarrollo de tarea 2 con usuario .....	99
<b>Figura 36.</b> Kit de implementos guías con enfoque tiflológico para la fase 2.....	101
<b>Figura 37.</b> Desarrollo de tarea 3 con usuario .....	102
<b>Figura 38.</b> Desarrollo de tarea 4 con usuario .....	105
<b>Figura 39.</b> Sistema de inspección de defectos de integridad en piezas cerámicas.....	109
<b>Figura 40.</b> Modelo referente pieza de vajilla “pocillo”.....	112
<b>Figura 41.</b> Comparación de acabados en el proceso de validación final .....	117

## Resumen

**Título:** Desarrollo de implementos guías con enfoque tiflológico para la elaboración de piezas cerámicas por personas con discapacidad visual total.\*

**Autor:** Karen Liseth Suárez Rodríguez.\*\*

**Palabras clave:** diseño inclusivo, cerámica, lenguaje tiflológico, discapacidad visual total.

### Descripción:

El presente proyecto se enfoca en el diseño y desarrollo de implementos guías con un enfoque tiflológico para asistir a personas con discapacidad visual en la elaboración de piezas cerámicas. La metodología empleada se basa en el diseño inclusivo, el diseño universal y el diseño centrado en el usuario (HCD); el proyecto abarca dos fases principales: experimentación con materiales y la creación manual de tres objetos tipo vajilla. Los implementos buscan mejorar las habilidades motoras y manuales de los usuarios, permitiéndoles realizar actividades productivas. En colaboración con REDES (Red Santandereana de personas con discapacidad) cinco personas participaron en la validación, los resultados mostraron una mayor satisfacción y precisión en los objetos creados, demostrando la efectividad de los implementos tiflológicos para mejorar el proceso de elaboración cerámica.

\*Trabajo de Grado

\*\*Faculta de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director Vaslak Rojas Torres

### Abstract

**Title:** Development of guiding implements with a tiflological approach for the creation of ceramic pieces by people with total visual impairment.\*

**Author:** Karen Liseth Suárez Rodríguez.\*\*

**Key Words:** inclusive design, ceramics, typhlo-educational language, total visual impairment.

### Description:

The present project focuses on the design and development of guiding tools with a tiflological approach to assist visually impaired individuals in the creation of ceramic pieces. The methodology employed is based on inclusive design, universal design, and human-centered design (HCD); the project consists of two main phases: material experimentation and the manual creation of three tableware objects. The tools aim to improve the motor and manual skills of users, enabling them to engage in productive activities. In collaboration with REDES (Red Santandereana de personas con discapacidad) five individuals participated in the validation process, the results showed increased user satisfaction and precision in the created objects, demonstrating the effectiveness of the tiflological tools in improving the ceramic-making process.

\*Bachelor Thesis

\*\*Faculta de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director Vaslak Rojas Torres

## Introducción

A nivel mundial, de los 7.330 millones de personas vivas en 2015, se estima que 360 millones eran ciegos, 2.166 millones personas tenían discapacidad visual de moderada a grave, y 1.885 millones tenían una discapacidad visual leve. (Bourne et al., 2017) Según se advierte en el artículo “Método para estimar el costo económico de la pérdida de productividad debido a la ceguera y la discapacidad visual de moderada a grave” (Eckert et al., 2015), el deterioro de la visión y las enfermedades oculares relacionadas con la edad afectan las oportunidades económicas y educativas. Respecto a Colombia, los últimos reportes del gobierno por parte del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, informó que de acuerdo a la escala de medición de la discapacidad en el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, de 48’258.494 de colombianos en el país 3’134.036 de personas presentan discapacidad en general, y de esa cifra 1’948.332 de personas tienen alguna discapacidad visual, es decir, “personas que no pueden ver de cerca, de lejos o a su alrededor” que representan el 4,41% del total de población. En materia de ingresos, del grupo de personas con discapacidad visual en edad de trabajar (PET), el 59.8% no tiene ningún ingreso económico, el 31.2% recibe menos de un salario mínimo, el 2.7% recibe entre 500 mil y un millón de pesos y el 0.7% recibe más de un millón de pesos mensualmente. (*Instituto Nacional para Ciegos, 2018*)

Aun cuando la legislación colombiana establece una diversidad de leyes y decretos con el fin de asegurar la atención, protección e inclusión de las personas que padecen diferentes tipos de discapacidad, el panorama no es alentador, según datos del DNP para el 2019 cerca del 80% de las personas con discapacidad no tienen algún tipo de contrato o vinculación laboral. Dicha problemática se dificulta más con el sistema de empleabilidad que se maneja de manera legal y con ayuda gubernamental, el proceso de promoción laboral para la población con discapacidad

visual se hace a través de la intermediación laboral con el Servicio Público de Empleo del Ministerio de Trabajo, el cual tiene por función esencial integrar en un solo sistema el mercado de trabajo de Colombia facilitando el encuentro entre oferta y demanda laboral, aunque el sistema es tedioso para la mayoría de los aspirantes, debido al proceso de inscripción de hojas de vida en plataformas de bolsas de empleo vía web colocando trabas al proceso y negando la autosuficiencia.

Datos tan alarmantes evidencian la importancia del desarrollo de una alternativa al modelo actual que se maneja, donde una persona con discapacidad visual total pueda contribuir en el sistema económico como cualquier otro ciudadano. Es importante aclarar que con la solución propuesta en el presente trabajo de grado no se pretende vincular al sistema laboral a las personas con discapacidad visual o generar un emprendimiento propio, sino propiciar el mejoramiento de sus capacidades manuales empleando su tiempo libre en una alternativa productiva que posiblemente pueda contribuir su integridad laboral a largo plazo.

Para reconocer las áreas de trabajo con cerámica en Colombia, se debe ahondar en los procesos de fabricación que son bastante rudimentarios si se realiza de manera no práctica. En el país, los procesos de trabajo para elaborar cerámica se deben a la transformación de la arcilla que se consigue en el entorno y a la forma en que se consolidan los grupos artesanales, productores por tradición, por materia prima y por mercado o reconocimiento del público. Siendo especial el trabajo de la cerámica donde una artesanía no puede verse únicamente como un mercado o un producto, sino como un todo, ya que se aprecia de sobremanera el trabajo manual, las manos detrás del ojo.

El material cerámico es un elemento que en su contexto con la sociedad y el ambiente permite responder a problemáticas de cronología, etnografía, uso y procesos sociales como: distribución, circulación, intercambio, producción, consumo, organización sociopolítica, simbolismo, cambios

en espacio y tiempo, diferencias y semejanzas entre sociedades, cuestiones de identidad y diferenciación social, entre otros. (Ramundo, 2010)

La posibilidad de reunir toda una variedad de materiales, técnicas y procedimientos nuevos permite en personas con discapacidad visual, descubrirse. Debe mencionarse que esta forma de actividad va mucho más allá de un simple resultado de acabado, las actividades expresivas antes de traducirse en actos, gestos o movimientos se configuran en una serie de operaciones intelectuales donde es indispensable el uso de herramientas cerámicas que fortalezcan la elaboración de piezas funcionales y no sólo de formas moldeadas a mano. Al realizar un producto cerámico, estas personas con discapacidad se hacen conscientes de sus propias posibilidades, hay que considerar que éste proyecto es la muestra a la posible ejecución para el desarrollo de un emprendimiento propio, donde se pretende el uso del kit a desarrollar como implementos guías para la elaboración de tres piezas cerámicas con potencial producción en serie, cumpliendo con un carácter funcional: confiable (cumpla con los principios de diseño universal), usable (cumpla con los criterios de estabilidad dimensional de una vajilla doméstica de referencia) y deseable (cumpla con el enfoque tiflológico).

En el marco de este proyecto de grado se busca el desarrollo de guías con enfoque tiflológico haciendo uso del diseño universal a partir de los principios y directrices del Diseño inclusivo y el Diseño centrado en el usuario (HCD), para de manera colaborativa con la Red Santandereana de personas con discapacidad (REDES) crear con las manos valiosas de estas personas con discapacidad visual, piezas de cerámica llenas de historia, tradición y autosuperación.

## 1. Planteamiento Del Problema

A pesar de que las alternativas para la obtención de empleo para personas con discapacidad visual son apoyadas por programas nacionales, éstas aun estando en edad de trabajar registran tasas de desempleo muchísimo más altas que las personas sin discapacidad. Diversos factores influyen en los resultados que obtienen las personas con discapacidad en el mercado laboral: diferencias de productividad, imperfecciones del mercado de trabajo relacionadas con la discriminación y el prejuicio, y la falta de incentivos creada por los sistemas de prestaciones por discapacidad. (*Sickness, Disability and Work*, 2010)

En el artículo 27 de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad (CDPD), se reconoce “el derecho de las personas con discapacidad a trabajar, en igualdad de condiciones con las demás; ello incluye el derecho a tener la oportunidad de ganarse la vida mediante un trabajo libremente elegido o aceptado en un mercado y un entorno laborales que sean abiertos, inclusivos y accesibles a las personas con discapacidad”. (Comité sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, 2016) Y aunque debería cumplirse, esto no sucede, la adaptación de las personas con discapacidad visual al mundo laboral se ve estrechamente limitada, donde la economía formal la cual está regulada por el estado colombiano y comprende los empleos en los sectores público y privado donde los trabajadores son contratados mediante la firma de un contrato y reciben un sueldo y prestaciones, como planes de pensión y seguro de salud, no llegan a manos de grupos discapacitados que se ven obligados a ser parte de la economía informal, según el DANE en las 13 ciudades más importantes del país, entre ellas Bucaramanga y el área metropolitana, la proporción de ocupados informales fue de 46,7% para el trimestre móvil diciembre 2019-febrero 2020. (DANE, 2020) Esta parte no regulada de la economía del país se ve obligada a prestar sus

servicios en labores como la agricultura en pequeña escala, el micro comercio, empresas domésticas, pequeños negocios con pocos empleados y otras actividades similares.

Sumado a esto, las personas con discapacidad que trabajan suelen ganar menos que sus contrapartes sin discapacidad, donde las mujeres con discapacidad suelen ganar menos que los hombres con discapacidad, de este modo las diferencias salariales entre hombres y mujeres con y sin discapacidad son, por lo tanto, tan importantes como las diferencias en las tasas de ocupación. (Sarker, 2013)

Dadas estas circunstancias la alternativa que se plantea debe otorgar a las personas con discapacidad visual una ayuda para enfrentar y superar las dificultades que la sociedad impone y las necesidades particulares según la condición que presentan. Aspectos como el desplazamiento al lugar de trabajo y la adecuación de este son algunos motivos para elegir un emprendimiento propio, donde la falta de capacitación y recursos financieros puede ser la causa de la exclusión del mercado laboral donde se adentra. Si bien el moldeo de la arcilla para la fabricación de piezas cerámicas puede ser un reto, las características para permitir flexibilidad en el manejo del material y el valor de la materia prima suponen una opción asequible para el usuario.

La Red santandereana de personas con discapacidad (REDES) ha realizado esfuerzos y unido fuerzas con entidades como el SENA y el Instituto Nacional para Ciegos (INCI) para garantizar los derechos de los colombianos ciegos y con baja visión en términos de inclusión social, educativa, económica y cultural. No obstante, aun recibiendo una formación de calidad y en igualdad de oportunidades, los programas no cumplen a totalidad con su objetivo y los aspirantes no logran una vinculación al mercado laboral, es por esto por lo que se hace necesario indagar en el uso de nuevas alternativas haciendo uso del diseño universal en la implementación de nuevos

materiales, tecnologías y procesos que permitan brindar a los usuarios herramientas para desempeñarse en un campo laboral más autónomo, respecto a los presentes hasta el momento.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Diseñar implementos guías con enfoque tiflológico para la elaboración de una familia de tres objetos en material cerámico realizada por personas con discapacidad visual total, con el fin de contribuir al mejoramiento de su integridad laboral desde la Red Santandereana de personas con discapacidad (REDES).

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar el proceso de fabricación de una vajilla de 3 elementos ya existente, adoptando la metodología del Diseño centrado en el usuario (HCD) a fin de reconocer una necesidad puntual para concluir las especificaciones de diseño del producto (PDS).
2. Proponer y valorar las alternativas por medio de la metodología Diseño universal y el enfoque tiflológico adecuadas a los requerimientos del sistema, integrando sus principios y directrices esenciales.
3. Desarrollar un modelo tridimensional y comprobación de las propiedades mecánicas y formales de sus componentes, tomando como referencia la resistencia del material en contacto con la arcilla y la tiflogía en la lectoescritura a través del tacto.
4. Validar y proponer una evolución del sistema mediante un protocolo de investigación que mide la precisión en los acabados de tres piezas cerámicas tipo vajilla por medio del uso de implementos guías con enfoque tiflológico.

Este proyecto abarca la fabricación de un kit de implementos guías con enfoque tiflológico para un caso de estudio en el que se evaluará el proceso de diseño en la fabricación de herramientas para cerámica desde el diseño universal y se validará el proceso de manufactura de una familia de 3 objetos tipo vajilla hasta dureza de hueso antes de la primera quema, en 5 casos de estudio dentro del ámbito colaborativo con la Red Santandereana de personas con discapacidad (REDES) como organización para la integración laboral de personas con discapacidad visual total.

### **3 Marco teórico**

#### **3.1 Marco de Referencia Conceptual**

El término discapacidad significa una deficiencia física, mental o sensorial, permanente o temporal, que limita la capacidad de ejercer una o más actividades esenciales de la vida diaria, que puede ser causada o agravada por el entorno económico y social. (Padilla-Muñoz, 2010)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) aproximadamente el 80% de los casos de visión deficiente a nivel mundial se consideran evitables. De manera contextual, los términos empleados para denominar el deterioro visual ubicado entre la visión normal y la ausencia de función visual o ceguera, han sido la visión parcial, visión defectuosa, debilidad visual, visión subnormal y baja visión; este último término se deriva de un estudio sobre la prevención de la ceguera realizado por la OMS. Tal estudio acuñó la definición clásica de baja visión descrita como aquella alteración del funcionamiento visual, incluso después del tratamiento o corrección refractiva estándar con una agudeza visual (AV) entre 20/60 (equivalencia en metros 6/18) a percepción de luz, o la presencia de un campo visual menor a 20° desde el punto de fijación, pero que aun, con los parámetros anteriores de manejo, AV o campimetría, utiliza o es capaz de utilizar su visión para planificar y ejecutar una tarea. (Organization, 2005)

El término baja visión fue removido de la Clasificación Internacional de Enfermedades 10° (CIE-10) en el año 2009 por los términos de discapacidad visual moderada, definida como una AV <6/18 y mayor a 6/60, y discapacidad visual severa que abarca una AV <6/60 y mayor a 3/60. (Dandona & Dandona, 2006) Todo este modelo conceptual se basa en la descripción de categorías de severidad de la discapacidad visual, el concepto ceguera ha sufrido adaptaciones y modificaciones, desde el campo legal, político y laboral. A partir de la renovación del año 2009, promovido por el grupo consultor de la Organización Mundial de la Salud la ceguera corresponde a las categorías 3, 4 y 5 de severidad de la discapacidad visual (ver Tabla 1). De manera que ceguera corresponde a una AV menor a 20/400 hasta no percepción luminosa (NPL).

No se cuantifica oficialmente las causas neurológicas que producen discapacidad visual y ceguera, pero hay que considerar que el globo ocular específicamente la retina, es una extensión directa del sistema nervioso central con un elevado nivel de organización neuronal. La vía visual posee circuitos y estructuras que pueden dar origen a discapacidad visual, ceguera y a deterioro perceptual-cognitivo de la función visual. En esta última fase, pueden encontrarse los parámetros de agudeza visual conservados y las funciones de reconocimiento del color, percepción del movimiento, relaciones espaciales de la imagen y nominación de los objetos observados comprometidos o ausentes. (Acheson, 2010)

**Tabla 1.**  
*Categorías de discapacidad visual OMS*

Categoría	Agudeza visual (AV) lejana	
	AV menor a:	AV igual o mayor a:
<b>0: discapacidad visual leve o sin discapacidad</b>	No aplica	6/18
		3/10 (0.3)
		20/60
<b>1: discapacidad visual moderada</b>	6/18 (metros)	6/60 (metros)
	3/10 (0.3)	1/10 (0.1)
	20/60 (pies)	20/200 (pies)

<b>2: discapacidad visual severa</b>	6/60 (metros) 1/10 (0.1) 20/200 (pies)	3/60 (metros) 1/20 20/400 (pies)
<b>3: ceguera</b>	3/60 (metros) 1/20 20/400 (pies)	1/60 (cuenta dedos a 1 metro) 1/50 (0.02) 5/300 (20/1200)
<b>4: ceguera</b>	1/60 (cuenta dedos a 1 metro) 1/50 (0.02) 5/300 (20/1200)	Percepción de luz
<b>5: ceguera</b>	No percepción de luz	
<b>9</b>	Indeterminado o no especificado	

*Nota:* Organización Mundial de la Salud Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas de salud relacionados

Los ciegos y deficientes visuales son quiénes, junto a personas con otras discapacidades, más han tenido que esforzarse para acceder a la información a través de herramientas que van desde los adaptadores visuales, los convertidores de textos en sonido hasta la utilización de impresoras específicas para el sistema Braille. Razón por la cual es fundamental la implementación de un enfoque tiflológico, donde se estudian las condiciones y la problemática que rodea a las personas con discapacidad visual en el trabajo.

Mientras que el aprendizaje para para una persona vidente, principalmente se basa en la capacidad de imitar lo que observa, en las personas ciegas se debe implementar una metodología más específica y apropiada que se encargue de orientar y mejorar la percepción sensorial. Con la tiflogía se manejan un conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a brindar a las personas con discapacidad visual total los medios oportunos para la correcta utilización de los objetos a su alrededor, con el fin de favorecer su autonomía personal y plena integración social. Dichas herramientas van desde las más sencillas y de fácil manejo (bajo nivel de especialización) hasta las que requieren de una capacitación para su correcto manejo; entre las áreas tiflológicas se

encuentra: Sistema Braille, utilización del ábaco cerrado, orientación y movilidad, tiflotecnologías, habilidades de la vida diaria y rehabilitación visual. (Palomino, 2013)

- a) Sistema braille: las personas ciegas acceden a la lectoescritura a través del tacto, las letras se forman a partir de seis puntos (signo generador), los cuales permiten realizar 64 combinaciones diferentes.
- b) El ábaco cerrado o ábaco japonés: es un instrumento para realizar operaciones matemáticas, comúnmente utilizado por personas ciegas, permitiendo realizar desde las cuatro operaciones básicas, hasta mínimo común múltiplo y máximo común divisor.
- c) Orientación y movilidad: hace referencia al desplazamiento seguro por parte de personas ciegas o con discapacidad visual severa, tanto en espacios abiertos como en espacios cerrados. Comprende las técnicas prebastón y las técnicas de uso del bastón.
- d) Tiflotecnologías: a través de varios softwares de síntesis de voz, de magnificación de pantalla o de transcripción a Braille, las personas ciegas y con baja visión pueden acceder a las tecnologías de la información casi en las mismas condiciones que una persona vidente.
- e) Habilidades de la vida diaria: comprende las técnicas y estrategias para que las personas ciegas realicen de manera autónoma las actividades domésticas y de autocuidado. En esta área, se busca que las personas ciegas aprendan aspectos esenciales para adquirir autodependencia, como son: combinar su ropa, maquillarse, cocinar, utilizar los cubiertos correctamente, identificar productos de uso común en el hogar, lavar, planchar, y demás relacionados con el cuidado personal y del hogar.
- f) Rehabilitación visual: solo se trabaja con personas que tienen discapacidad visual severa. La idea es que aprendan a utilizar su remanente visual para la mayoría de las actividades

posibles, optimizando su uso de la visión y previniendo que estas personas se comporten como ciegos totales.

Los elementos que ya se tienen a la mano, hablando de herramientas que se utilizan para la elaboración de piezas cerámicas deben ser un punto de partida al establecer una metodología de Diseño centrado en el usuario (HCD). En el aspecto metodológico, las propuestas sobre el grado de usabilidad que ofrecen modelos HCD son una alternativa de desarrollo más aceptada, pues facilitan la incorporación de usuarios representativos al proceso de fabricación del producto para conseguir objetos usables; así que las herramientas cerámicas se han convertido en una tradición tanto como los mismos objetos que se pueden fabricar con ellas es indispensable crear guías que sean utilizables por las personas en la mayor medida posible, aplicando los principios y directrices esenciales del diseño universal.

Así mismo, la selección de herramientas para cerámica dependiendo del objeto a moldear es importante, todo ceramista tiene su palillo o su vaciador preferido, esa forma de madera para torno con la curvatura exacta, ese peine de madera que se ha convertido en fundamental; por eso se debe asumir la obligación de disponer de las herramientas nuevas y originales que los fabricantes en el mercado han concebido para facilitar la tarea diaria en un taller de cerámica. Actualmente las personas con discapacidad visual se valen de los kits tradicionales para su rehabilitación integral desarrollando su nivel sensorial, cognitivo y manual mediante el uso de: esculpidoras, cortadores de arcilla con alambre, herramientas de aguja metálica, esponjas, herramientas de lazo, costillas de alfarero, herramientas cortadoras de cinta y raspador en acero.

La cerámica es el arte de confeccionar objetos empleando como materia prima el barro o la arcilla. (Sánchez, 2013) Podemos clasificar el barro dependiendo del contenido de agua que tiene en diferentes etapas del proceso de la cerámica:

- a) Barbotina: es barro bastante húmedo, con consistencia como de mayonesa. Se usa como “pega” para unir piezas de barro.
- b) Barro plástico: es barro con suficiente humedad como para hacerlo modelable y que se sostenga la forma.
- c) Dureza de cuero: en este punto el barro está más firme, las piezas se sostienen mejor verticalmente, y aún se pueden unir partes. Si se marca al presionar un sello suavemente sobre barro firme, está en dureza de cuero.
- d) Dureza de hueso: es cuando toda la humedad se ha evaporado del barro. En este punto ya la pieza tendrá que estar terminada y no se pueden hacer cambios estructurales.

### **3.2 Marco de Referencia Histórico y Legal**

Antiguamente predominaba un enfoque mágico-religioso, donde se creía que la discapacidad se debía a la intervención de poderes sobrehumanos que ponían a prueba o castigaban a las personas con discapacidad por algún motivo desconocido. Esta idea llevaba a culpabilizar a estas personas y en muchos casos a sus familias, siendo objeto de rechazo; tanto la historia de la discapacidad como la historia cultural entorno a esta se han expandido significativamente como campos de investigación, pero a pesar de compartir intereses comunes en salud, bienestar y enfoque social, ha habido poca interacción para lograr un cambio. Un análisis de la historia entorno a la discapacidad sugiere un giro cultural de la aceptación, arrojando soluciones sobre la discapacidad, sobre el grado de adaptabilidad asociada de acuerdo con el contexto y el significado simbólico de ciertos impedimentos.

### **3.3 Antecedentes Internacionales**

En 1982, las Naciones Unidas, en la ciudad de Nueva York después de varias sesiones y en su propósito de defender los derechos humanos de las personas en situación de discapacidad, redacta un borrador único que contiene 26 artículos donde se vinculan las diferentes posiciones de sus países miembros, donde se define las obligaciones básicas de los estados para garantizar el efectivo cumplimiento de estos compromisos suscritos ante el estamento internacional.

En dicho Programa, la ONU centró sus objetivos en la búsqueda de la participación plena y la igualdad de las personas con discapacidad. A diferencia de enfoques previos que consideraban a las personas con discapacidad como personas "vulnerables" y la discapacidad como un problema del que tenían que ocuparse los servicios de atención médica, rehabilitación y bienestar social, el Programa sienta las bases de una perspectiva de la discapacidad en el contexto del desarrollo, que considera a dichas personas como agentes y beneficiarios del desarrollo de las sociedades en donde viven. En este contexto, se privilegian las acciones relacionadas con la promoción de la accesibilidad, el entorno físico, el entorno de la información y las comunicaciones y las estructuras institucionales, a fin de fomentar la equiparación de oportunidades para todos, entendida como el mejoramiento de la accesibilidad al sistema general de la sociedad, en especial, mediante la promoción de la participación plena de las personas con discapacidad en los procesos de toma de decisiones.

### **3.4 Antecedentes en Colombia**

En Colombia, con anterioridad a la Constitución Política de 1991, se habían dado algunas disposiciones con respecto a la discapacidad; sin embargo, a partir de la expedición de la Carta

Magna, se viene consolidando un marco jurídico que determina los derechos de la población con discapacidad y al mismo tiempo las obligaciones del Estado y la sociedad para con ellos.

En la Constitución Política de 1991, artículo 47 se hace mención expresa a la protección, atención, apoyo e integración social de las personas con discapacidad:

El Estado adelantará una política de previsión, rehabilitación e integración social para los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a quienes se prestará la atención especializada que requieran (Const., 1991, art 47).

En desarrollo del Mandato Constitucional, la Ley 361 de 1997 "Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se dictan otras disposiciones". Siendo reconocida como un importante avance en cuanto a la definición de un marco para el manejo de la discapacidad, puntualiza diversos aspectos en relación con los derechos fundamentales de las personas con limitación y establece obligaciones y responsabilidades del Estado en sus diferentes niveles para que las personas que se encuentren en esta situación, puedan alcanzar "...su completa realización personal y su total integración social..."; de esta manera se ocupa de asuntos como la prevención, la educación, la rehabilitación, la integración laboral, el bienestar social y la accesibilidad.

### **3.5 Antecedentes de la Situación de Estudio**

El Diseño para todos trata de concebir o proyectar entornos, procesos, actividades, bienes, productos, servicios, objetos, herramientas y dispositivos, de tal forma que puedan ser utilizados

por todas las personas, independientemente de la edad, el género, las capacidades o cultural, y con tanta independencia como sea posible.

En análisis entorno a la problemática abordada, se detectó escasez de resultados en herramientas inclusivas que pretendan desarrollar nuevas respuestas didácticas capaces de estimular y potenciar la participación de las personas con discapacidad visual total en la vinculación laboral, algunos avances tecnológicos alrededor de la problemática trata de solventar la falta de capacitación con trabajos de servicio al cliente, como por ejemplo el manejo de impresoras con tablero de mandos en sistema braille. Junto a la Red Santandereana de personas con discapacidad (REDES) cuyo objetivo principal es “promover la armonización de la política nacional en el ámbito departamental a través de alianzas estratégicas del gobierno, sector privado e instituciones que trabajan con discapacidad y comunidad en general para el logro de las metas propuestas en el plan nacional de intervención a la discapacidad” se pretende efectuar un proceso de articulación, una asociación que permita el desarrollo del presente proyecto.

REDES, desde el año 2009 hasta hoy es una organización que busca consolidar la inclusión como una política pública con el apoyo de entidades gubernamentales, ONG, y de la comunidad en general. La red santandereana está estructurada por un nodo central, el cual está conformado por 7 representantes, uno por cada provincia, quienes son personas con discapacidad. Los nodos provinciales, son siete en total, cada nodo provincial está integrado por un representante de los municipios. Dichos nodos trabajan en conjunto para:

- a) Atención integral en salud a las personas con discapacidad
- b) Educación incluyente
- c) Accesibilidad física, vivienda, transporte y comunicaciones

- d) Inclusión laboral y emprendimiento
- e) Arte, cultura, deporte inclusivo y aprovechamiento del tiempo libre
- f) Bienestar e inclusión social
- g) Transversalidad: Fortalecimiento institucional y divulgación, manejo en situación de emergencia para las personas con discapacidad
- h) Registro y caracterización

Según Yobanny Lizcano, veedor y conciliador en equidad de la red, quién adquirió la discapacidad visual hace 31 años al prestar servicio militar, a nivel departamental el proceso de rehabilitación presenta fallos en inclusión educativa y en capacitación. Desde su experiencia con la cerámica en el programa de rehabilitación sensoperceptual, cognitivo y manual, dirigido a personas ciegas mayores de 15 años en el Centro de Rehabilitación para Adultos Ciegos-CRAC, fundación privada sin ánimo de lucro dedicada a la rehabilitación integral para el desempeño ocupacional y la inclusión social de las personas en condición de discapacidad visual, que se encuentra habilitada como IPS por la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, la implementación de ésta alternativa artesanal favorece el desarrollo de habilidades cognitivas, motoras finas, de coordinación, tacto y orientación espacial, a través del manejo de la arcilla y óxidos, para mejorar el desempeño en la participación de tareas y demandas, además de ofrecer una alternativa ocupacional productiva y de utilización de tiempo libre.

#### 4 Diseño centrado en el usuario (HCD)

El HCD y el diseño universal aplicado en este proyecto es imprescindible para conseguir la accesibilidad ampliada, con un enfoque tiflológico. Es necesario tener en cuenta los recursos y herramientas que ofrece la referencia para el desarrollo de un protocolo al validar el producto referente (kit de herramientas cerámicas tradicionales) en la elaboración de la vajilla doméstica.

Dentro del estudio del diseño centrado en el usuario es necesario analizar las capacidades cognitivas, estas son aquellas funciones necesarias para procesar la información del entorno, con el objetivo de organizar el comportamiento y comunicarse con otras personas.

- a) Atención: seleccionar los estímulos del entorno y mantener la vigilancia.
- b) Memoria: capacidad de recordar información a corto o largo plazo.
- c) Funciones ejecutivas: controlar las propias emociones, planificar y ejecutar una conducta.
- d) Razonamiento: la capacidad de razonar de manera lógica, realizar cálculos matemáticos, comprender instrucciones o abstraerse.
- e) Lenguaje: percepción y producción del habla, reconocer sonidos y nombrar objetos.
- f) Leer y escribir: capacidad para reconocer símbolos, fonemas y sílabas a partir de la percepción visual y/o auditiva.
- g) Conocimientos: conocimientos culturales, científico-técnicos, lingüísticos, etc.
- h) Comportamientos: reconocer claves sociales en los comportamientos o lenguaje no verbal de otras personas.

Se hace necesario de esta manera ejecutar un pre saber en la elaboración de piezas cerámicas, donde se haga un acercamiento físico al usuario con los materiales y las herramientas existentes. Entre los recursos para facilitar la orientación en la fabricación de objetos

tridimensionales en arcilla destaca el sistema de placas, que puede ser usado en forma de moldes destinados a la señalización para facilitar el corte de la arcilla (proceso de orientación utilizando la información del entorno).

#### **4.1 Prueba primer proceso de elaboración de piezas**

##### ***4.1.1 Materiales***

- Kit tradicional de herramientas cerámicas
- Vajilla de referencia (plato hondo, pocillo, vaso)
- Arcilla
- Recipientes: tazas para el agua y bolsas plásticas para la arcilla
- 2 listones de madera de perfil cuadrado de 1x1 cm y 30cm de largo, para soporte
- Rodillo (tubo de cero)
- Planos de corte para la fase 2
- Trapos
- Delantal o bata
- Plásticos como individuales de protección
- Agua

##### ***4.1.2 Instrumentos de evaluación***

La evaluación inicial permitirá conocer al usuario y su contexto, para definir su capacidad motriz respecto a sus experiencias, aprendizajes previos y características concretas. Esta información recogerá de forma clara y precisa las características más relevantes de la evolución del usuario en el uso de las herramientas cerámicas.

Algunos de los instrumentos más útiles serán:

1. *Mapa de recorrido del cliente* o “Customer journey map”: es una forma de representar la experiencia del usuario con el espacio de trabajo y el producto. Los elementos que se incluirán son:
  - a. *Etapas*: se definen las etapas por las que pasa el usuario o cliente en su contacto con el espacio y producto. Las etapas que presentará el proyecto actual serán de comparación.
  - b. *Pensar*: se toma nota de lo que el usuario piensa, destacando especialmente la perspectiva de capacidades respecto al uso de las herramientas.
  - c. *Hacer*: se describen las acciones que realiza el usuario, se dividirán en siete fases de actividades.
  - d. *Sentir*: se plasman los sentimientos positivos o negativos relacionados con la experiencia, para esto se implementará una escala de satisfacción.
  - e. *Oportunidades*: se indican las oportunidades de mejora que surgen en cada una de las etapas, tanto al inicio para el mejoramiento de las herramientas tradicionales, como al finalizar el proyecto para el perfeccionamiento de la propuesta final.
2. *Mapa de empatía (Aplicando una ficha técnica persona)*: permitirá conocer más de cerca a los usuarios con el objetivo de identificar de manera más directa las características que permitirán realizar un mejor ajuste en el diseño de las herramientas cerámicas. Con la implementación de este instrumento se desean conocer las siguientes variables:

- a. ¿Qué ve? (cuál es su entorno y cómo es sin la capacidad de ver; qué propuestas le ofrece ya el mercado para el mejoramiento de su calidad de vida)
  - b. ¿Qué dice y hace? (cuál es su actitud en público, cómo se comporta, qué contradicciones tiene al momento de la prueba y el uso de las herramientas)
  - c. ¿Qué oye? (qué dicen (o le dicen) sus amistades, su familia, las personas influyentes de su entorno sobre el aprovechamiento de su tiempo libre; a través de qué canales multimedia le llega la información de programas para la rehabilitación y la capacitación)
  - d. ¿Qué piensa y siente? (qué es lo que realmente le importa; cuáles son sus principales preocupaciones, inquietudes, sueños y aspiraciones)
3. Escalas de observación de técnicas audiovisuales: *implementación de la cámara subjetiva y externa* (la observación externa usuario-evaluador *autoreferenciación*, interna usuario-herramienta *autopercepción*)

La evaluación individualizada debe entenderse como instrumento de orientación, adecuación y mejora en el proceso de fabricación que cada usuario realiza mediante el uso de las herramientas cerámicas, reiterando que el sistema de clasificación o comparación cualitativa de los resultados de la prueba no están determinados en una norma predefinida (bien-mal) descubriendo las necesidades reales del usuario.

1. *Escala de Likert*: La evaluación individualizada de satisfacción y percepción del confort de uso de las herramientas toma como referentes unos criterios o metas establecidos teniendo en cuenta la propia situación inicial de cada usuario; se le dará una puntuación de

1 a 5 en la escala de Likert siendo 1 (Nada satisfecho) a 5 (Totalmente satisfecho) respecto al uso de las herramientas cerámicas tradicionales.

La información será codificada en usuario 1, usuario 2, ... 3, ... 4 y ... 5 para ser objetivos en el tratamiento de datos y manteniendo en anonimato los participantes.

2. *La Guía de diseño*: será un documento que recoja todos los requisitos del espacio y producto que deben cumplirse para satisfacer las necesidades de los usuarios o clientes. Obteniendo de primera mano información sobre lo que esperan los participantes del producto en uso, solucionando la problemática de la mano de los implicados directos para determinar aspectos funcionales, estéticos y tecnológicos de acuerdo con el enfoque tiflológico.

#### **4.1.3 Metodología**

La metodología está dividida en dos fases, con la primera fase se realiza un acercamiento al material cerámico (arcilla) y de experimentación, luego se pasa a la fase experimental de diseño de la experiencia y según determinadas tareas del proceso de fabricación de la vajilla se determinan las necesidades del usuario respecto al uso de las herramientas cerámicas.

Las actividades desarrollan aspectos psicomotrices tanto para el mejoramiento del modelado, como para generar confianza en el uso de implementos. Estas actividades son importantes ya que en ellas expresan su bienestar emocional, y además desarrollan la motricidad fina, es decir, aquella que se relaciona con el movimiento de los dedos; lo cual facilitará los procesos posteriores, no sólo del uso de herramientas cerámicas, sino también en las tareas de la vida diaria.

#### 4.1.3.1 Fase 1

El método de la actividad que se plantea realizar es individual, el participante informador de la prueba determina el trabajo a realizar por el usuario y le asigna tareas concretas. Las herramientas que debe usar se observan en la figura 1.

#### Figura 1

*Kit de herramientas cerámicas para la fase 1*



*Nota.* Adaptado de Cerámica Bay. (s.f.). Una guía de herramientas cerámicas (<https://ceramicabay.com/materiales/una-guia-de-herramientas-ceramicas>)

#### Tarea 1:

**Figura 2**

*Desarrollo de tarea 1 con usuario*



1. Juegue con el barro libremente (mójelo un poco si lo desea)
2. Amase logrando plasticidad del material
3. Haga cinco bolas de arcilla, de manera que estas tengan el mismo tamaño
4. Amase de nuevo las bolas de arcilla creando una nueva del tamaño del puño
5. Haciendo uso del cortador de arcilla con alambre sustraiga material para que tome forma de cúbica (Se le detalla la forma de la herramienta para que sea identificada)
6. Verifique los bordes del cuadrado que acaba de elaborar
7. Perfeccione las aristas del cuadrado haciendo uso de la herramienta esculpidora (Se le detalla la forma de la herramienta para que sea identificada)
8. Verifique la pieza final que acaba de elaborar
9. Ubique la pieza elaborada sobre la mesa, distante al sitio de trabajo

El usuario juega con el barro libremente, estimulando la arcilla con agua para ablandarla, ante esta textura pastosa se espera un primer contacto de amasar, romper, sumergir los dedos, es decir, investigar el comportamiento del material e intentar representar algo desarrollando el sentido de la proporción y cantidad al elaborar cinco bolas de arcilla del mismo tamaño (se tomará registro fotográfico de cada pieza que el participante haga para tener una referencia comparable, representando el nivel de precisión en la ejecución de la tarea), la distinción de texturas y conceptos diversos: pegajoso, blando, delgado, ancho, etc. Donde se estimula la coordinación sensorial, al tener la concepción de proporcionalidad se espera que el participante pueda tomar formas que ha creado y transformarlas en otras totalmente distintas (de forma esférica a cúbica), aquí con la ayuda del cortador con alambre se le facilitará la tarea; luego procederá a examinar la pieza que ha elaborado dando un acabado más plano sobre los ángulos de las aristas del cubo, se espera que el participante reconozca la herramienta que debe utilizar para dicha tarea, esculpidora.

**Tarea 2:**

**Figura 3.**

*Desarrollo de tarea 2 con usuario*



1. Amase logrando plasticidad del material
2. Elabore una masa de arcilla en forma de bola del tamaño proporcional a dos puños
3. Ubique los dos listones de madera sobre el sitio de trabajo, uno a cada lado de la masa en forma de bola
4. Empiece por aplastar la masa y aplanar con ayuda del rodillo
5. Aplane hasta que obtenga una placa totalmente plana, del grosor dado por los listones de soporte
6. Retire listones de soporte, distantes al sitio de trabajo.
7. Coloque la mano no dominante sobre la placa que acabó de obtener y con la otra sostenga la aguja metálica  
(Se le detalla la forma de la herramienta para que sea identificada)
8. Ubique la aguja metálica al lado de la muñeca y proceda a seguir el borde de la mano cortando el plano que acaba de elaborar

9. Repase la figura sin quitar la mano para obtener un corte total
10. Retire el material sobrante
11. Verifique la pieza final que acaba de elaborar
12. Ubique la pieza elaborada sobre la mesa, distante al sitio de trabajo

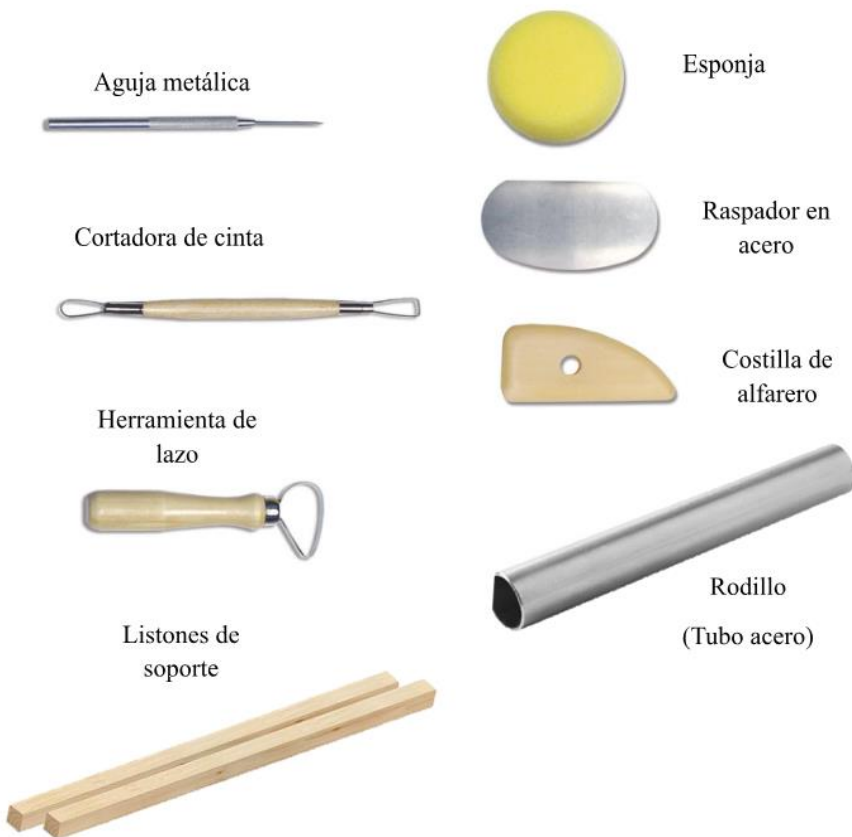
Para establecer un reconocimiento de la parte del cuerpo que estará en contacto con la arcilla y las herramientas cerámicas, se le pide al usuario la actividad de manipular la arcilla, después de haberla palpado hacer una bola que aplastará y aplanar con un *rodillo* ayudándose de dos *listones de madera* de perfil cuadrado de 1x1 cm y 30cm de largo como soporte tomando forma plana. Sobre esta superficie estampará y dejará impresa la huella de su mano no dominante con la ayuda de una de las herramientas cerámicas, en este caso la *aguja metálica*, para facilitar la marcación del borde de la mano dejando un corte de forma orgánica con material sobrante. Dejará la placa con forma orgánica sobre la mesa para que se seque y recogerá el material sobrante para ser almacenado.

#### **4.1.3.2 Fase 2**

El método de la actividad que se plantea realizar es individual, el participante informador de la prueba determina el trabajo a realizar por el usuario y le asigna tareas concretas. Las herramientas que debe usar se observan en la figura 4.

**Figura 4.**

*Kit de herramientas cerámicas para la fase 2*



*Nota.* Adaptado de Cerámica Bay. (s.f.). Una guía de herramientas cerámicas (<https://ceramicabay.com/materiales/una-guia-de-herramientas-ceramicas>)

**Tarea 3:**

**Figura 5.**

*Desarrollo de tarea 3 con usuario*



1. Amase logrando plasticidad del material
2. Una vez que el barro esté tibio y flexible, tome una cantidad proporcional a un puño
3. Haga una cuerda larga y enróllala (esto se llamará rollo, el diámetro del rollo determinará el espesor de las paredes de la vasija. Hacer rollos que sean un poco más gruesos que un lápiz)
4. Elabore aproximadamente 5 cuerdas largas (rollos) del largor de los listones de soporte, para tener material listo
5. Empiece por enrollar en forma de espiral (simulando el caparazón de un caracol) creando un plano que será el fondo del pocillo
6. Enrolle hasta que tenga el tamaño proporcional a la palma de la mano
7. Con la ayuda de la costilla de alfarero de un aspecto liso a los rollos para un mejor acabado, creando un plano en forma circular sin deformar la figura (simulando una arepa)

8. Moje el borde superior del plano que acaba de hacer
9. Coloque un rollo sobre el borde superior del círculo y empiece a apilarlo haciendo una pared
10. Apile los rollos sin aumentar o disminuir el diámetro, trate de hacerlo paralelo
11. Si se acaba el rollo, junte otro justo donde acaba de terminar el anterior (sin dejar espacios) hasta obtener una altura de 8 dedos
12. Suavice la parte interna y externa del pocillo para así reforzar su adhesión, se le recomienda usar el *raspador en acero* delicadamente, solo para juntar los rollos (Se le detalla la forma de la herramienta para que sea identificada)
13. Amase una vez más una cantidad de material proporcional a un puño
14. Haga una cuerda del grosor de un marcador y del largor de un palmo (cuarta)
15. Ubique una de las puntas de este rollo sobre la esquina del pocillo que acaba de elaborar y péguelo con un poco de agua, haciendo presión delicadamente para que el material de las dos piezas se junte
16. Con la ayuda de la mano no dominante determine el espacio del mango del pocillo, coloque los cuatro dedos debajo del rollo que acaba de pegar
17. Haciendo de soporte y limitando el espacio entre este doble el rollo hacia abajo y luego doble de nuevo hacia el pocillo (simulando un D mayúscula)
18. Pegue la punta inferior del sobrante del rollo con un poco de agua, haciendo presión delicadamente para que el material de las dos piezas se junte
19. Verifique la pieza final que acaba de elaborar
20. Ubique la pieza elaborada sobre la mesa, distante al sitio de trabajo

**Tarea 4:****Figura 6.**

*Desarrollo de tarea 4 con usuario*



1. Amase logrando plasticidad del material
2. Elabore una masa de arcilla en forma de bola del tamaño proporcional a dos puños
3. Ubique los dos listones de madera sobre el sitio de trabajo, uno a cada lado de la masa en forma de bola
4. Empiece por aplastar la masa y aplanar con ayuda del rodillo
5. Aplane hasta que obtenga una placa totalmente plana, del grosor dado por las varas de soporte
6. Retire los soportes distantes al sitio de trabajo
7. Ubique los planos que se le han entregado sobre la placa que acaba de elaborar, tenga en cuenta que son 5, es posible que necesite hacer nuevamente otra placa

8. Ubique la aguja metálica en una de las esquinas del plano (recuerde la fase 1, corte de la forma de la mano)
9. Proceda a seguir el borde de los planos, repase las figuras sin quitar los planos de muestra para obtener un corte total
10. Con la ayuda de la cortadora de cinta y uno de los listones a modo de regla, haga un corte largo sobre la placa de material sobrante, deslizando la herramienta para obtener una tira que se usará después b  
  
(Se le detalla la forma de la herramienta para que sea identificada)
11. Retire el material sobrante, obteniendo 4 piezas iguales y otra pieza en forma circular
12. Identifique el plato referente y analice su forma
13. Para facilitar la tarea ayúdese del plato referente, colóquelo sobre el sitio de trabajo volcado (con la parte inferior hacia arriba)
14. Identifique la parte inferior del plato y ubique sobre este la pieza circular que obtuvo.
15. Moje el borde de todas las piezas, incluida la circular que acaba de colocar sobre el plato
16. Ubique las otras 4 piezas también sobre el plato, la parte más ancha hacia abajo y la más angosta hacia arriba (simulando la forma del plato)
17. Verifique que el borde de todas las piezas se una sin dejar espacios
18. Suavice la parte externa del plato para así reforzar su adhesión, se le recomienda usar el raspador en acero o la costilla de alfarero delicadamente, solo para juntar los bordes de las piezas
19. Ubique su mano en la parte baja de la pieza, tocando la mesa, mantenga la mano sobre el plato y empiece a raspar desde el centro hacia su mano, sin quitarla, para impedir que quite material en esta parte usando la herramienta de lazo

20. Siga quitando ligeramente material en la unión de planos para que el fondo del plato sea más cóncavo, raspe hasta que sienta lisa esta parte de la pieza
21. Moje el área con agua
22. Proceda a ubicar la tira que cortó anteriormente en forma circular sobre esta área, tratando de que el tamaño de dicho círculo sea de 4 dedos, corte el material de tira sobrante
23. Suavice la unión para así reforzar su adhesión, presionando los bordes que las unen
24. Voltee el plato y separe el plato que acaba de elaborar, del plato referente
25. Ubique el plato referente sobre la mesa, distante al sitio de trabajo
26. Suavice la parte interna del plato para así reforzar su adhesión, se le recomienda usar el *raspador en acero* o la *costilla de alfarero* delicadamente, solo para juntar los bordes de las piezas
27. Verifique la pieza final que acaba de elaborar y suavice los bordes con la ayuda de la *esponja* y agua
28. Ubique la pieza elaborada sobre la mesa, distante al sitio de trabajo

#### **4.1.4 Resultados**

La mayor parte de la entrevista giró en torno a preguntas de concienciación particularmente relacionadas con el uso de las herramientas tradicionales y su nivel de satisfacción, las dificultades enfrentadas con las interacciones y las soluciones implementadas según las tareas propuestas.

La principal causa de malestar fue la falta de conocimiento sobre los implementos dispuestos en el espacio de trabajo, tanto para qué se iban a usar como cuántos. Curiosamente, este aspecto fue enfatizado principalmente en las múltiples respuestas de uso de determinadas herramientas. Por otro lado, a pesar de su experiencia en la rehabilitación, se evidenció

incomodidad con la falta de conocimiento sobre su ubicación y la relación espacial con los objetos y el espacio de trabajo que disponían sobre la mesa, ya que el desarrollo de la prueba implicaba mover y ajustar las herramientas mientras se realizaban tareas específicas. Algunos usuarios informaron que podían inferir información útil de lo que escuchaban, frases como “voy bien”, “así o más alto”, etc. Fueron de ayuda, pero se sentían perdidos al no recibir el estímulo de orientación, interrumpiendo su sentido de navegación y percepción. Como era de esperar, los usuarios informaron que los nuevos entornos eran más exigentes en lo que respecta a la atención y también la necesidad de buscar puntos de referencia.

La cantidad de espacio libre en estos nuevos entornos también es un factor, los grandes espacios de trabajo son más difíciles de navegar, así como los lugares desordenados, con demasiados objetos, que dañan la percepción y, por lo tanto, convierten la tarea en un proceso tardío e ineficiente.

Todos los participantes declararon estar ansiosos por aprender algo nuevo y tener un conocimiento más profundo sobre su entorno y lo que este proceso les permitiría hacer con su tiempo libre, aunque algunos enfatizaron que desearían que la herramienta no fuera un producto que acoplara soluciones ya propuestas con respuestas tal vez auditivas, sino que fueran herramientas adaptadas de forma sutil para ser usadas por ellos y por otros.

Basándonos en nuestros hallazgos, y teniendo en cuenta el estado de la investigación, centramos nuestra atención en el análisis tecnológico de soluciones de asistencia, encontrando nuevos entornos donde la tecnología convencional pudiera apoyarnos agregando capas de información y bases para la generación de ideas.

## 5 Tecnología existente

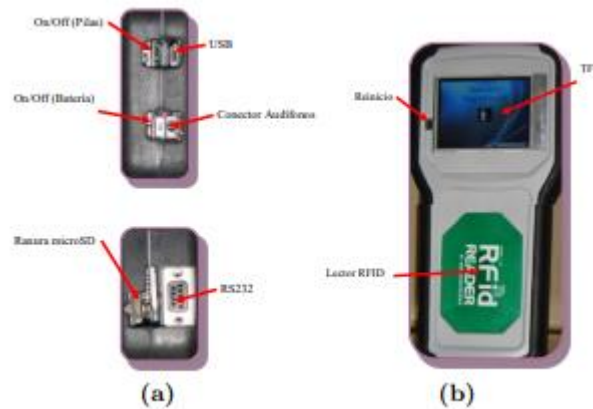
Otros proyectos han tratado de cerrar las brechas derivadas de la ausencia de visión a través de la tecnología. En particular, se han realizado esfuerzos para mejorar la orientación, la ubicación, el reconocimiento de objetos y la conciencia de proximidad (principalmente a los obstáculos).

- a) Una línea de investigación centrada en la identificación de objetos recurrió a la tecnología RFID para etiquetar y encontrar objetos, particularmente en un entorno doméstico. (Dionisi 2012) Ver tabla 1
- b) La Tecnología de Asistencia (AT) es un área de investigación interdisciplinaria que permite encontrar soluciones al individuo con discapacidad, (Domínguez 2011) diseñó un sistema que permite a una persona ciega identificar el color de un objeto mediante el uso de la cámara de un teléfono móvil.
- c) VizWiz como parte del diseño participativo de herramientas móviles interactivas, ayuda a las personas ciegas a resolver problemas generales de búsqueda visual. (Bigham 2010) Ver tabla 2
- d) En cuanto a las conexiones sociales y las comunidades, el trabajo presentado por (Stewart 2008) permite a las personas con discapacidad visual generar notas de orientación y compartirlas entre sí. Este proyecto lleva la orientación a otro nivel al agregar una base de datos en línea mantenida socialmente que contiene información sobre puntos de interés.

### **Tabla 2.**

*Brief del Sistema de identificación de objetos para personas invidentes usando la tecnología RFID*

Indicador	Detalle
Solución:	Sistema de identificación de objetos usando la tecnología RFID

**Figura 7.***Dispositivo IOI (a) Vistas laterales (b) Vista frontal*

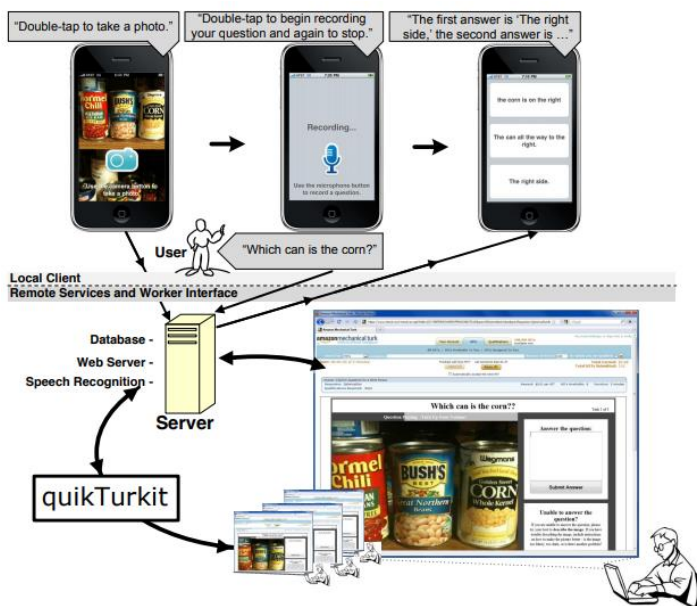
Descripción:	Este sistema permite identificar objetos mediante la reproducción de una descripción auditiva de los mismos
Objetivo:	El principal objetivo del sistema IOI es mejorar la calidad de vida de las personas invidentes e inmiscuir en este proceso a todas las personas que están a su alrededor. Se busca implementar el sistema en centros comerciales para facilitar las tareas de compra y venta de este sector vulnerable de la sociedad.
¿Qué problema soluciona?	La independencia de elección en muchas situaciones, siendo una de las más comunes no poder elegir los objetos que deben comprar en algún comercio.
Posicionamiento Stakeholders	Prototipo Personas con discapacidad visual.
Contexto (lugar, tecnología, etc.)	Se han desarrollado tecnologías como la RFID Identificación por Radiofrecuencia - Radio Frequency Identification, cuyo objetivo básico es el almacenamiento y recuperación de datos a través de ondas de radio desde dispositivos denominados tag's (etiquetas, llaveros, botones, etc.).  Debido a que cada etiqueta RFID posee un número único e irrepetible y a que no requieren línea de vista ni contacto físico con el lector, esta tecnología puede ser empleada para el desarrollo de aplicaciones de asistencia a personas con discapacidad visual.
Actividad (como funciona)	Este sistema posee dos partes, un dispositivo portátil que permite a los invidentes reconocer objetos al escuchar una descripción de los mismos y de un software que ayuda a los videntes a interconectar el dispositivo con un PC, recibir el ID-Identificador-Identifier de una tag RFID, grabar un archivo de audio MP3, verificar el audio mediante un reproductor y administrar una base de datos SQL Lenguaje de Consulta Estructurado - Structured Query Language para guardar información acerca de los objetos etiquetados.

*Nota.* Esta tabla muestra el análisis de una de las soluciones presentes en el mercado actual para personas con discapacidad visual, este sistema se apoya en la tecnología de identificación por radiofrecuencia.

**Tabla 3.**  
*Brief de Herramienta móvil interactiva que ayuda a las personas ciegas a resolver problemas generales de búsqueda visual*

Indicador	Detalle
Solución:	VizWiz, herramienta móvil interactiva que ayuda a las personas ciegas a resolver problemas generales de búsqueda visual.

**Figura 8.**  
*Funcionamiento herramienta móvil VizWiz*



*Nota.* Adaptado de CMUBigLab. (n.d.). quikTurkit. GitHub. (<https://github.com/CMUBigLab/quikturkit>)

Funcionamiento, procede en tres pasos: tomar una foto, hacer una pregunta y luego esperar respuestas. Los componentes del sistema incluyen un servidor web que sirve la pregunta a los trabajadores basados en la web, un servicio de reconocimiento de voz que convierte las preguntas habladas en texto y una base de datos que contiene preguntas y respuestas. quikTurkit es un servicio separado que publica adaptativamente los trabajos (HITS) a Mechanical Turk para mantener criterios específicos (por ejemplo, un número mínimo de respuestas por pregunta o un grupo de trabajadores en espera de un tamaño determinado).

---

Descripción:	Este proyecto está destinado a permitir a las personas ciegas reclutar trabajadores videntes remotos para ayudarlos con problemas visuales casi en tiempo real. Las personas ciegas usan VizWiz en sus teléfonos con cámara existentes. Los usuarios toman una foto con su teléfono, hacen una pregunta y luego reciben múltiples respuestas habladas.
Objetivo:	Ayudar a los usuarios ciegos y con baja visión en el mundo real, pero el trabajo futuro puede explorar cómo extender estos beneficios a otros dominios (como la web) o a otras poblaciones.
¿Qué problema soluciona?	Resolver problemas visuales casi en tiempo real mediante el reclutamiento de múltiples trabajadores humanos por pequeñas cantidades de dinero. Si bien VizWiz ha demostrado su potencial para admitir una amplia variedad de preguntas visuales importantes para los usuarios ciegos, se descubre que ciertos tipos de preguntas de identificación en realidad están motivadas por el deseo de los usuarios de localizar un objeto en particular.
Posicionamiento	Prototipo. Una dirección futura convincente es utilizar el enfoque de esta herramienta para ayudar a reducir la latencia de la transcripción y la descripción del audio para personas sordas y con problemas de audición. En términos más generales, se cree que la computación humana de bajo costo y fácilmente disponible se puede aplicar a muchos problemas.
Stakeholders	Personas con discapacidad visual.
Contexto (lugar, tecnología, etc.)	Su interfaz de asistente guía a los usuarios a través de la toma de una imagen, hablar una pregunta que les gustaría responder sobre la imagen y recibir respuestas de trabajadores remotos.
Actividad (como funciona)	Una vez que se toma la foto y se hace la pregunta, VizWiz las envía al servidor remoto. La imagen se comprime en el teléfono en un proceso de fondo mientras se graba el sonido para reducir la latencia (demora en la propagación y transmisión de información dentro de la red) requerida para enviar la imagen. El sonido se graba en formato mp4 utilizando la compresión de hardware en el teléfono. Cuando el servidor recibe la pregunta y la imagen, llama a un servicio de reconocimiento de voz (actualmente el motor de reconocimiento de voz de Windows) para convertir la pregunta en texto y agrega la imagen y la pregunta a su base de datos.  *Es importante destacar que el reconocimiento de voz no necesita funcionar (lo encontramos muy poco confiable) porque los trabajadores también pueden escuchar la pregunta original en un reproductor Flash incluido.  A los trabajadores reclutados se les muestra una página web que presenta la imagen y el texto de la pregunta reconocida, y reproduce la pregunta original.

---

*Nota.* Esta tabla muestra el análisis de una de las soluciones presentes en el mercado actual para personas con discapacidad visual, este sistema se apoya de terceros videntes que ayudan a solucionar las inquietudes de los invidentes a través de una interfaz móvil.

La mayoría de las aplicaciones mencionadas anteriormente se centran en problemas muy específicos. Estas soluciones proporcionan una base para calcular rutas satisfactorias, de uso, que coinciden con las preferencias y necesidades de nuestro usuario.

Es importante mencionar que dichas tecnologías deben ofrecer ayuda en diversas áreas, como obtener información visual del contexto, manipular y controlar objetos, brindar movilidad y orientación y otras aplicaciones. La tecnología de acceso actual utiliza enfoques automáticos para abordar algunos problemas en este espacio, pero la tecnología es propensa a errores, de alcance limitado y bastante costosa.

Por lo tanto, para las personas cuya condición no permite el uso de una interfaz con la tecnología mostrada anteriormente, por el manejo de implementos que probablemente se vean afectados en su uso por las limitaciones del espacio de trabajo, otro sentido, como las funciones táctiles, puede estudiarse como forma alternativa de solución eficiente.

“Diseñar para todos” resulta especialmente importante tratándose de implementos guías para personas con discapacidad visual, donde los factores de innovación son primordiales.

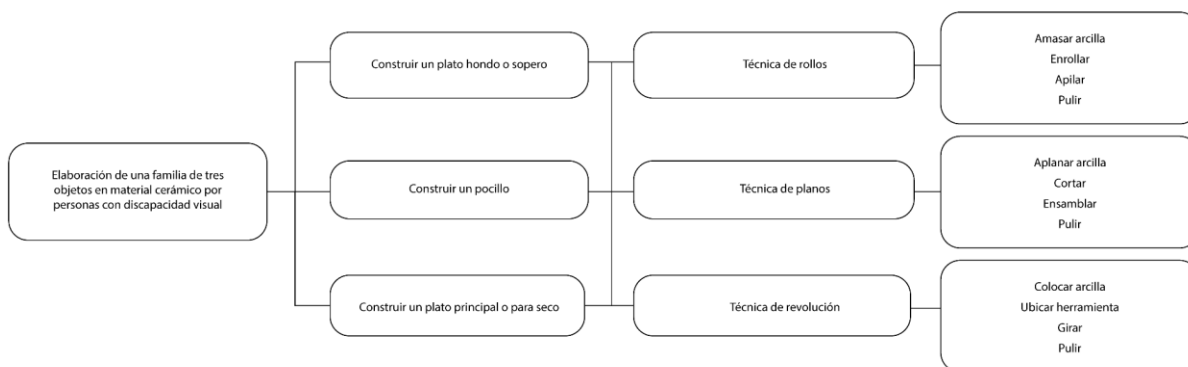
## **6 Directrices del Diseño universal**

Con el fin de obtener los parámetros de corte y moldeo que inciden directamente sobre la calidad del acabado y el tiempo de elaboración de las piezas cerámicas garantizando la replicabilidad del proceso, se hizo necesario identificar las tres técnicas más empleadas en la

elaboración de piezas cerámicas, técnicas de rollos, técnica de planos y técnica de revolución, ver figura 9, implementando diagramas de afinidad aprovechando las primeras etapas de ingeniería inversa con guías que sean aceptables para el manejo de material cerámico.

### Figura 9.

*Diagrama de afinidad para la elaboración de piezas cerámicas*



Como se puede observar en la anterior figura cada técnica se divide en una serie de procesos que permite resolver una pieza hasta su acabado final en dureza de cuero. Para llevar a cabo dicho procedimiento existen multitud de herramientas de uso alfarero, entre los tipos básicos de herramientas que se usan destacan: herramienta para aplanar (rodillo), para cortar (cortador de arcilla con alambre, aguja metálica), para separar y pulir (raspador de acero, costilla alfarero); anteriormente conocidas en la prueba primer proceso de fabricación de piezas.

La combinación de herramientas y materiales, permite reinventar estas técnicas, cabe destacar, que la técnica de rollos que data de miles de años, sigue estando vigente y presente y que a diferencia de las otras, su enfoque es más manual y artesanal, por lo que conviene realizar un análisis del valor en distintos niveles, aplicando el Diagrama FAST por cada técnica, con el

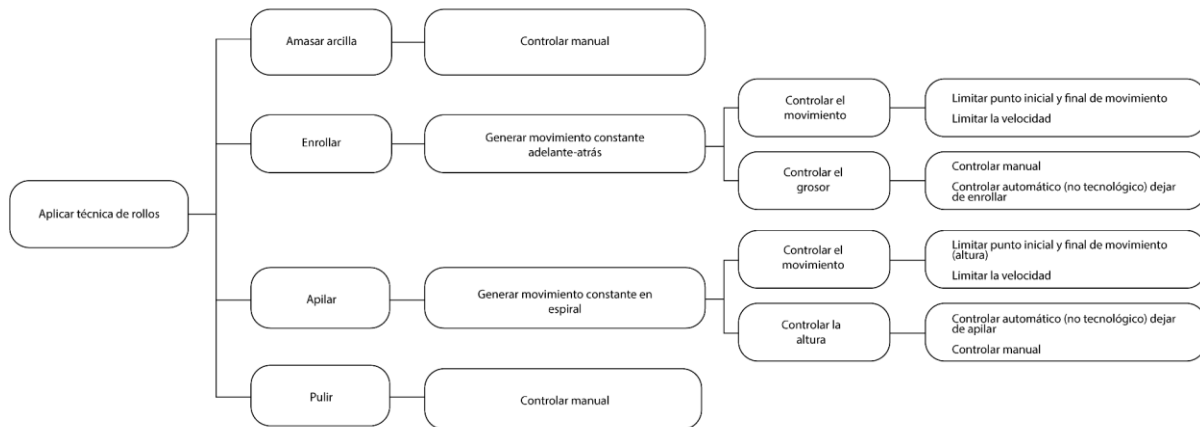
propósito de proponer y valorar las mayor cantidad de alternativas adecuadas a los requerimientos del sistema, integrando sus principios y directrices esenciales.

### 6.1 Diagrama Fast

Se desarrolló un diagrama FAST, ver Figura 10,11 y 12, en el que se observan las funciones que tiene cada técnica. En este diagrama no es necesario considerar el tiempo de elaboración, pero sí el tipo de material (arcilla). Se dividió el proceso de fabricación en tareas con el fin de observar cuáles herramientas intervienen en cual o cuales funciones. Aquí es necesario determinar a qué nivel se hará el análisis; a las funciones en general como se observa en el diagrama de afinidad o como subfunciones. En este caso se determinó hacerlo por subfunciones principales.

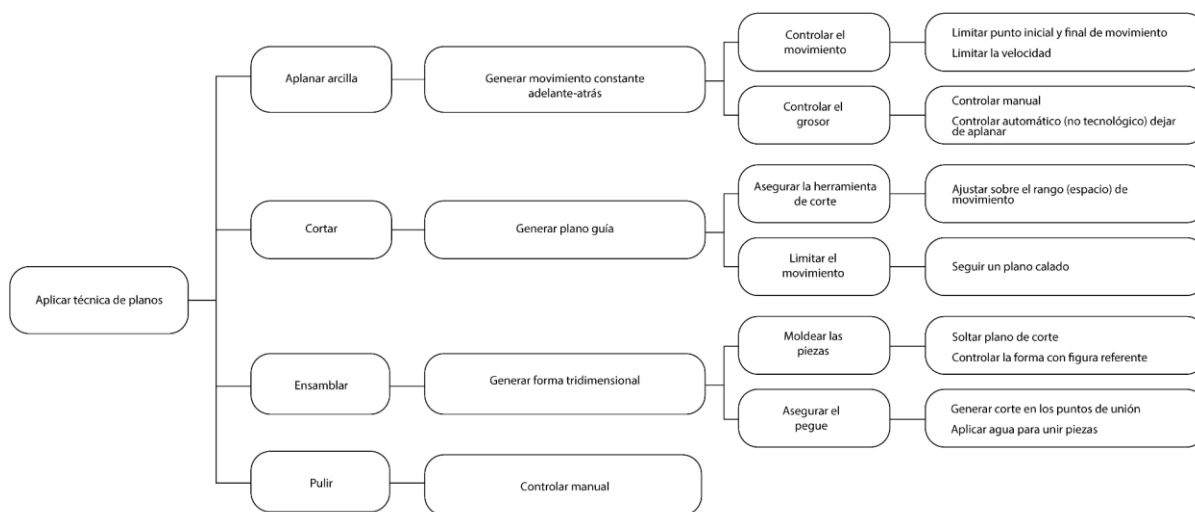
**Figura 10.**

*Diagrama Fast para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de rollos*



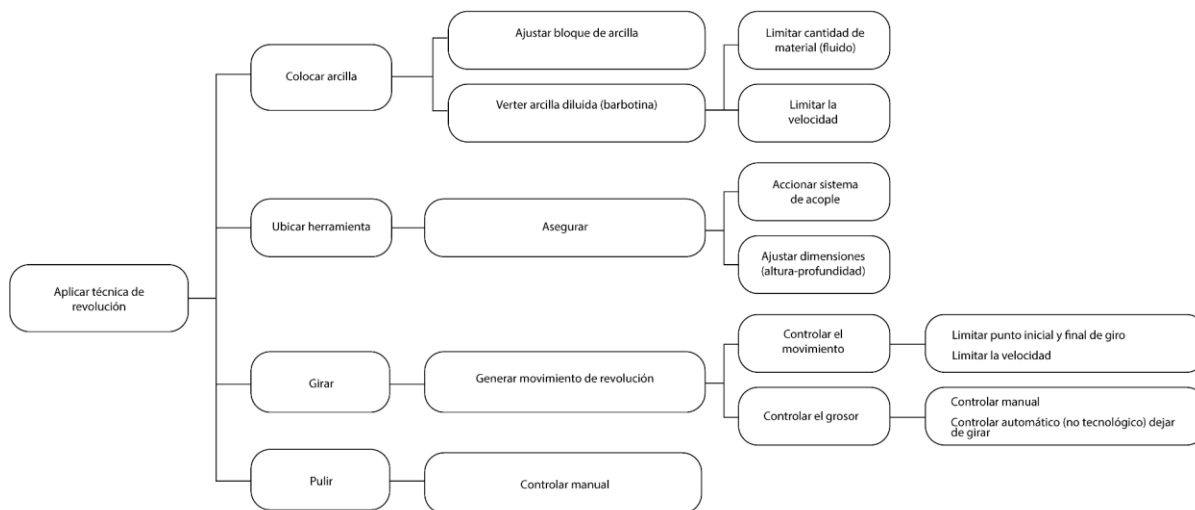
**Figura 11.**

*Diagrama Fast para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de planos*



**Figura 12.**

*Diagrama Fast para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de revolución*



Como se puede apreciar, aquí la oportunidad de mejora no es tan clara esto se debe a que se están considerando funciones muy genéricas de tres diferentes técnicas que incluyen varias


funciones comunes entre sí. Por lo tanto se decide trabajar con un Diagrama Morfológico, una de las actividades más visuales del diseño industrial, en donde se generan las propuestas objetuales para el desarrollo de la posible solución, en realidad puede verse, como el reordenamiento de componentes ya existentes para generar nuevas soluciones.

## **6.2 Diagrama Morfológico**

A continuación, se puede observar en las figuras 13, 14 y 15, cómo la implementación del análisis morfológico cuya finalidad es la exploración de alternativas y definición de componentes para la fabricación del kit de implementos guías con enfoque tiflológico, no tiene como objetivo principal llegar a combinaciones concretas, sino permitir la exploración de elementos formales y definir parámetros de diseño.





















**Figura 13.**

*Diagrama Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de rollos*

		Soluciones			
		1	2	3	4
Enrollar	A <sub>1</sub> Mover arcilla				
	A <sub>2</sub> Controlar grosor				
Apilar	B <sub>1</sub> Aglomerar rollos				
	B <sub>2</sub> Controlar altura				

**Figura 14.**

*Diagrama Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de planos*

Funciones		Soluciones			
		1	2	3	4
Aplanar	A <sub>1</sub> Mover rodillo				
	A <sub>2</sub> Controlar grosor				
Cortar	B <sub>1</sub> Asegurar herramienta				
	B <sub>2</sub> Limitar movimiento				
Ensamblar	C <sub>1</sub> Soltar plano				
	C <sub>2</sub> Moldear pieza				
	C <sub>3</sub> Generar pegue				

**Figura 15.**

*Diagrama Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de revolución*

		Soluciones			
		1	2	3	4
Distribuir arcilla	A <sub>1</sub> Limitar cantidad sólida				
	A <sub>2</sub> Limitar cantidad líquida				
Asegurar herramienta	B <sub>1</sub> Accionar acople				
	B <sub>2</sub> Ajustar dimensiones				
Girar	C <sub>1</sub> Controlar movimiento				
	C <sub>2</sub> Controlar grosor				

### 6.3 Producto Morfológico-Alternativas

Luego de consignar las funciones y alternativas en la matriz del diagrama morfológico, se combinaron de tal forma que las soluciones sean perpendiculares (en fila o columnas) a las funciones, como se observa en la figura 16, 17 y 18. Como resultado 5 alternativas para cada

técnica de elaboración de piezas cerámicas que pretende cumplir las funciones básicas y un criterio adicional como: factor de innovación, solución adecuada al ciclo de vida, uso de técnicas y materiales industriales o alternativas de manufactura manual.









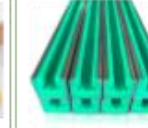
























**Figura 16.**

*Producto Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de rollos*

		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Enrollar	A <sub>1</sub> Mover arcilla					
	A <sub>2</sub> Controlar grosor					
Apilar	B <sub>1</sub> Aglomerar rollos					
	B <sub>2</sub> Controlar altura					








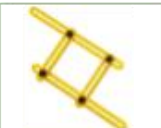









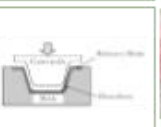

**Figura 17.**

*Producto Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de planos*

		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Aplanar	A <sub>1</sub> Mover rodillo					
	A <sub>2</sub> Controlar grosor					
Cortar	B <sub>1</sub> Asegurar herramienta					
	B <sub>2</sub> Limitar movimiento					
Ensamblar	C <sub>1</sub> Soltar plano					
	C <sub>2</sub> Moldear pieza					
	C <sub>3</sub> Generar pegue					

**Figura 18.**

*Producto Morfológico para la elaboración de piezas cerámicas, técnica de revolución*

		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Distribuir arcilla	A <sub>1</sub> Limitar cantidad sólida					
	A <sub>2</sub> Limitar cantidad líquida					
Asegurar herramienta	B <sub>1</sub> Accionar acople					
	B <sub>2</sub> Ajustar dimensiones					
Girar	C <sub>1</sub> Controlar movimiento					
	C <sub>2</sub> Controlar grosor					

Contrastar las funciones con los subsistemas del producto es útil para, entre otras cosas, identificar componentes críticos del kit de implementos guías, confirmando el requerimiento de estudio de técnicas de percepción, técnicas productivas y de materias primas.

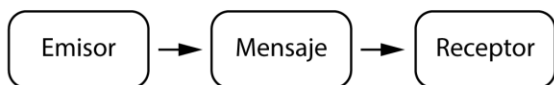
#### 6.4 Estudio del diseño desde el lenguaje de percepción

El diseño como lenguaje, es un sistema de expresión que representa contenidos

conceptuales. Como punto de partida es importante tomar en cuenta un proceso que se da a partir de un común de ideas, de lenguaje e imágenes.

**Figura 19.**

*Esquema de comunicación*

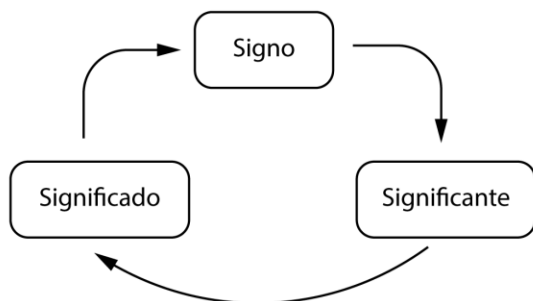


En la figura 19 se observa cómo este esquema está constituido por diversos elementos que interactúan entre sí, sin perder su autonomía. La presencia de cada uno de ellos hace indispensable a los otros, se complementan para organizar el punto común que es: la comunicación.

La herramienta más importante de la comunicación es el signo, el cual comprendemos como la representación mental de una forma o concepto real, asociado a otra imagen mental. Entendamos entonces al signo compuesto por la combinación de una doble articulación en un plano de expresión:

**Figura 20.**

*Relación circular entre signo, significante y significado*



- a) El significante: es la representación de objetos reales y de experiencias sensoriales. Puede ser un olor, un sabor, un sonido o una textura, etc. que se correlaciona con los elementos del contenido subjetivo.
- b) El significado: es la respuesta obtenida en la mente del estímulo codificado y traducido del significante. Puede ser la apreciación directa en este caso de la textura: suave o rugosa. El uso del tacto al percibir una textura es el significante y al obtener una asociación mental del anterior es el significado, en donde aparecen dos caras, la de expresión y la de contenido. Y es aquí donde se puede mencionar de una forma general a la semiología, la ciencia dedicada al estudio de los signos y las leyes que rigen su generación, transmisión e interpretación o niveles semánticos, sintácticos y pragmáticos. Todos los objetos son signos de su propia función, como consecuencia del signo aparece el símbolo.
- c) El símbolo: es un elemento iconográfico que permite la lectura del discurso establecido por el diseñador o el artista. Tras su descripción se llega a identificar la lectura de su contexto semántico. Los símbolos se pueden dividir en dos grupos:
- Símbolos arbitrarios: se les llama así, porque su forma no tiene relación con su significado, es decir, su morfograma no corresponde a su fonograma. Por ejemplo, las letras del alfabeto. En estos signos no existe una justificación lógica, sino aprendida, impuesta por el hombre.
  - Símbolos equivalentes: son llamados así porque su forma si corresponde a su significado, es decir, su morfograma es equivalente a su fonograma. Por ejemplo, los

números arábigos o las formas geométricas. Nos justifica implícitamente estos, o sea, en los números se sabe que su nombre es del número de ángulos con que cuenta cada uno.

Todos los símbolos son signos identificados por un número mayor de receptores, que les otorgan un mismo significado. Como consecuencia de la suma de los símbolos surge el código.

El Código tiene un valor ya explícito y se encuentra socializado, es decir, que un mismo grupo de personas maneja la suma de los símbolos con un mismo significado, entendiéndose entonces que manejan un mismo código. Este grado de codificación varía dependiendo de los géneros, las épocas, las culturas, etc. Los códigos se pueden dividir en cuatro grupos:

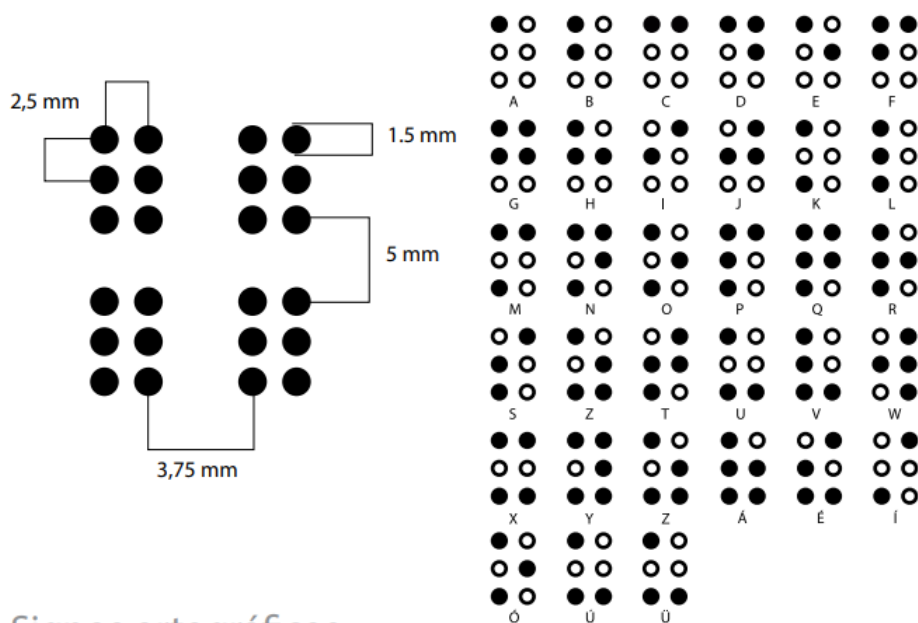
- a) Códigos Técnicos: su objetivo es el de significar una función real. Este tipo de código se encuentra en las ciencias, ya que estas poseen su propio lenguaje, basado en su propio sistema de significados.
- b) Códigos poéticos: crean un universo imaginario, cuya función es explicar una experiencia metafórica. Este tipo de código se manifiesta en las representaciones artísticas, ya sea en la pintura, en la poesía, en la danza, etc. En este código es subjetivo su significado.
- c) Códigos lógicos: estos relacionan la experiencia real, es decir, es la relación del hombre con el mundo. Estos códigos responden al estímulo respuesta, es decir, después de alguna acción, existe una reacción. Este código se da en un nivel pragmático.
- d) Códigos prácticos: son las señales y los programas. Los primeros coordinan la acción o los movimientos de circulación en espacios cerrados a personas. Los segundos, son las instrucciones para ejecutar la acción.

Todas las funciones para ejecutar algún trabajo, requieren de códigos, algunos simples y otros complejos; esto depende de la información y las órdenes a ejecutar. Por eso se hace necesario analizar uno de los códigos más representativos de las tecnologías tiflológicas, el Código Braille.

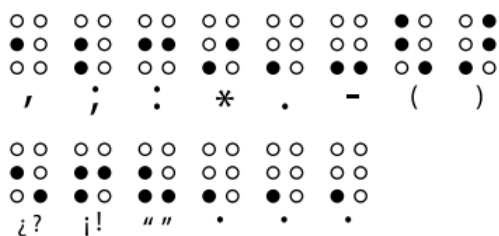
El código Braille es un sistema de escritura constituido por seis puntos en relieve, colocado en dos columnas paralelas verticales, con tres puntos cada una, logrando 63 combinaciones con las que se obtienen las letras, los números, los signos de puntuación.

Para memorizarlos fácilmente hay que considerar las reglas de composición de los puntos. La posición de estos puntos entre si se determina enumerándolos de arriba hacia abajo comenzando por la izquierda. Así la letra a se forma con el punto 1, la b con los puntos 1 y 2, la c con los puntos 1 y 4, etc. Ver figura 21

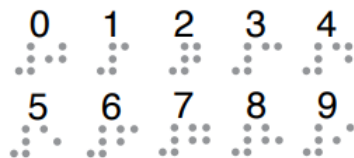
**Figura 21.**  
Sistema de lecto escritura, Código Braille



Signos ortográficos



Dígitos



*Nota.* El gráfico representa el sistema de lectoescritura implementado en la actualidad, así como sus signos ortográficos y dígitos. También presenta las dimensiones mínimas de los puntos y su espaciado para ser perceptibles al tacto

El código Braille es un sistema de comunicación por excelencia de las personas con discapacidad visual, que abrió la puerta a la cultura de la comunicación. Lo extraordinario de este sistema es la sencillez, 6 puntos diseñados para ser percibidos a través del tacto; siendo este sentido la capacidad sensorial que permite y hace posible el reconocimiento e identificación de los

caracteres del sistema braille, es imprescindible, como paso previo ineludible en este trabajo de grado, desarrollar al máximo esta aptitud sensorial fundamental.

Es así como el código iconográfico se convierte en una herramienta del lenguaje de percepción, utilizado por el sistema como signos comprensibles, sustituyendo los sistemas verbales por imágenes, llamadas señalización.

La Señalización tiene por objeto la regularización de los flujos humanos y motorizados en el espacio exterior. Se encarga de desarrollar y organizar grupos de signos, símbolos y señales, a partir de mensajes específicos.

Un aspecto para obtener una buena organización es la ubicación, el color y la forma. Es por eso que las señales se dividen en grupos:

- a) Señales preventivas: su color es amarillo, su forma es cuadrada, apoyado sobre uno de sus vértices. Su función es la de prevenir o anticipar algún hecho o acción a realizar.
- b) Señales restrictivas: su color es rojo, únicamente el contorno, su forma es circular y generalmente aparece con una diagonal dentro de éste, en dirección de izquierda a derecha, de arriba abajo. Su función es la de prohibir algún hecho o acción al receptor.
- c) Señales informativas de destino: su color es verde, su forma es rectangular y horizontal. Su función es la de orientar y guiar en vías de circulación automovilística.
- d) Señales de dispositivo de protección: su color es anaranjado, su forma es cuadrada, apoyado sobre uno de sus vértices, también aparece en su forma rectangular horizontal. Su función es la de prevenir y orientar a los usuarios con respecto a alguna alteración o anomalía del lugar a señalar.

- e) Señales informativas de servicios: su color es azul, su forma es cuadrada, apoyada sobre uno de sus lados. Su función es la de auxiliar y orientar a los usuarios en lugares cerrados, para facilitar su circulación y desplazamiento adecuado.

#### ***6.4.1 Elementos del lenguaje gráfico***

##### **6.4.1.1 El punto**

Es el origen de la forma, el inicio del alfabeto y del lenguaje gráfico, y para comprender la estructura, es necesario conocer el origen de este. El punto es la máxima expresión de la comunicación gráfica y es un elemento plástico básico. Se caracteriza por su tamaño y su forma.

##### **6.4.1.2 La línea**

Es el estado del punto en movimiento o la destrucción del reposo de este. La línea puede prolongarse indefinidamente gracias a la fuerza de tensión y dirección. Tiene un inicio u origen en su forma pero está puede ser infinita. Sus características son su forma y su tamaño, cuenta con una dimensión que es su longitud, a través de sus diferentes presentaciones nos reporta diferentes significados:

- a) Línea Horizontal: responde al plano sobre el cual el hombre se desplaza. Esta línea nos denota reposo, estaticidad, nos remite al descanso ya que es la misma posición que utiliza el hombre para dormir o morir.
- b) Línea vertical: opuesta a la anterior, evoca atención, dinamismo, actividad, movimiento, vida; ya que es la misma posición que utiliza el hombre para vivir.

- c) Línea diagonal: evoca movimiento, avance o retroceso, subir o bajar; esto depende de su colocación según el plano que la contiene.

#### ***6.4.2 Elementos del lenguaje en un entorno especial***

La discapacidad es una experiencia individual entre personas y entre el tipo de severidad de la deficiencia, con la manera de vencer o compensar las limitaciones funcionales, con la naturaleza de la tarea y con las condiciones del entorno en que se produce. En este sentido, resulta útil distinguir el concepto de discapacidad de sus antecedentes y consecuencias.

La mente es el instrumento de la percepción, ya que el conocimiento del mundo nos llega a través de los sentidos, el espacio y los cuerpos sólidos los adquirimos mediante el tacto y el movimiento. El cerebro capta la información en respuesta de los estímulos recibidos traduciéndose en imágenes, describiendo los datos, obteniendo así una respuesta como es la visión, el olfato, el tacto, el equilibrio, etc. Recordemos que cuando proyectamos algo agradable al sentido del tacto, el receptor volverá a utilizar este sentido (uno de los más postergados) en conjunto con los otros sentidos. (Munari, B. 1983)

#### **6.4.2.1 El tacto**

Todos poseemos la capacidad estereognóstica, es decir, la capacidad de percibir objetos o formas mediante el tacto, en un sentido metafórico, algunos ciegos llegan a ver a merced de su tacto. La piel tiene mayor capacidad de percepción que los demás sentidos, ya que no puede tener interrupciones, como cerrar los ojos o taparse los oídos; se considera el órgano sensitivo perceptual de mayor tamaño y sensibilidad.

#### **6.4.2.2 El sentido radio- estético**

Este sentido en el lenguaje de las personas con discapacidad visual también se le conoce como “el sentido del obstáculo”. Es una sensación producida por el mismo mecanismo de radar. Al rebotar los sonidos en superficies (objetos), estas ondas producidas, espontáneamente, artificial o natural, las perciben inmediatamente la piel o el sentido del tacto.

#### **6.4.2.3 Imagen auditiva**

Es la representación mental de la materia en forma de vibraciones denominadas: sonido. Sus características son: el volumen, el timbre, la intensidad, el tiempo, el ritmo, el matiz, el contraste, frecuencia, etc.

#### **6.4.2.4 Imagen táctil**

La representación de algo mediante la sensibilidad de la piel lo determina el volumen, la fuerza, la textura, el espacio, la forma, el relieve, el tamaño, etc.

#### 6.4.2.5 Imagen estática

Es la que se obtiene gracias a la persistencia de los sentidos, esto es otorgado a un proceso de educación llamado recuerdo, obtenido gracias a la memoria o capacidad de recordar, ya sea a corto o largo plazo.

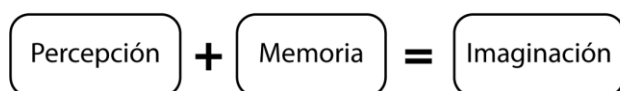
Estas sensaciones o percepciones dependen del valor o estímulo recibido o del umbral de percepción, es decir, de la capacidad de detener o detectar un estímulo. No existe para ningún soporte una solución absoluta y única, porque las razones no pueden delimitarse de forma absoluta.

#### 6.4.2.6 Memoria

Para que se lleve a cabo el proceso de percepción, es necesaria la memoria. Y la memoria o recuerdo nos conduce al último de los elementos del lenguaje en un entorno especial, el sentido de la imaginación.

#### **Figura 22.**

*Esquema de imaginación*



La memoria de la persona con discapacidad visual necesita de un mayor rendimiento, pues no dispone de la facilidad de tener presentes a los objetos de relación entre sí, debido a esto el ciego presenta una mayor capacidad de conservación en cuanto a sus experiencias, ya que las sensaciones percibidas por medio del tacto tienen una mayor vigencia en la memoria.

## 6.5 Factor Ergonómico

La ergonomía es la disciplina que se ocupa de estudiar las características, necesidades y capacidades de los seres humanos, para establecer los criterios que deben cumplir los diseños de productos y procesos con los que las personas interactuamos durante nuestra vida.

En los ámbitos de aplicación de la ergonomía encontramos: Ergonomía del trabajo y Ergonomía del producto.

### 6.5.1 La ergonomía del trabajo

En la actualidad, son diversos los estudios y aplicaciones de la ergonomía en este campo del trabajo:

**Puesto de trabajo:** su objetivo es configurar equipos y espacios que faciliten la realización de las tareas, son numerosos los trabajos donde se ofrecen datos de dimensiones recomendables.

- Herramientas y útiles: estos elementos tienen un impacto ergonómico en tareas industriales con las siguientes finalidades:
  - Adaptarlos a la tarea considerando los requisitos de agarre (de fuerza o de precisión) en las operaciones.
  - Adaptarlos a los usuarios teniendo en cuenta la antropometría de la mano, la capacidad de fuerza y de movilidad y otras características de las personas al elegir formas, dimensiones, materiales y modo de operación de las herramientas.
  - Disminuir la sobrecarga en las articulaciones, ligamentos y músculos de los miembros superiores evitando posturas forzadas y movimientos repetitivos, minimizando la fuerza necesaria para utilizar la herramienta y evitar la transmisión de vibraciones.
  - Analizar los riesgos de accidente y disponer de los sistemas de seguridad pertinentes.

- Mandos e indicadores: su objetivo es cubrir los aspectos de interacción entre la máquina y el usuario, está condicionada por los elementos de comunicación entre ellos cubriendo los siguientes objetivos:
  - Ubicación adecuada en las zonas de mejor visión, en el caso de los indicadores, o de mejor alcance, es el de los mandos.
  - Facilidad de manejo mediante las formas y dimensiones adaptadas al usuario.
  - Ofrecer mensajes claros, fáciles de interpretar e inequívocos.
  
- Condiciones ambientales: es uno de los aspectos más estudiados por la Ergonomía y uno de los pocos que ha dado lugar a normativa y reglamentación sobre seguridad e higiene destinada a establecer las condiciones mínimas que aseguren el bienestar y seguridad de los usuarios.
  
- Carga mental: se ha desarrollado a partir del estudio sobre tareas monótonas o estresantes y la percepción de fatiga asociada.
  
- Carga Física: la introducción de tareas en cadena semiautomatizadas, el incremento de los ritmos de producción, asociado a los factores de envejecimiento determina un incremento en las lesiones debido a una carga física:
  - Lesiones por sobreesfuerzo
  - Lesiones por movimiento repetitivo
  - Lesiones por postura inadecuada

### ***6.5.1 La ergonomía del producto***

El estudio ergonómico adquiere importancia primordial, especialmente para las personas con capacidad funcional disminuida que requieren productos especiales o adaptaciones para usar con eficiencia productos convencionales. Un planteamiento ergonómico correcto permitirá incorporar al diseño los requisitos específicos de este grupo de población, dando lugar a soluciones compatibles con cualquier tipo de usuario o a desarrollos específicamente adaptados a necesidades concretas.

## **7. Caso de estudio**

El estudio de herramientas cerámicas tradicionales para personas con discapacidad visual, determinadas por el tamaño de la muestra de tres (3) participantes representativos, ubica el desarrollo de dicho proyecto en el área de diseño universal, generando la necesidad de analizar cada una de las herramientas para entender las necesidades que afrontan los usuarios con discapacidad visual.

Basados en su propia experiencia, conocimientos y dependiendo de la capacidad para descubrir errores de accesibilidad autónomamente, se descubrieron problemas no solo de uso, sino también de acceso (reconocimiento del espacio de trabajo). Entorno al aprendizaje temático que aportan las herramientas cerámicas se realiza una inspección de:

a) Conceptos de cantidad: favorece la comprensión de conceptos matemáticos

- Seriación
- Numeración
- Simetría

- Volumen
  - Asociación
  - Geometría
  - Equivalencias cuantitativas entre área y volumen
  - Superficies, caras, perímetros, áreas
- b) Relaciones espaciales: desarrollo de orden y habilidades espaciales
- Movimiento espacial, relación: causa/efecto
  - Direccionalidad: arriba/abajo, derecha/izquierda
- c) Desarrollo sensorial: táctil y experiencias de manipulación/perceptuales
- d) Desarrollo de habilidades psicomotoras: coordinación y destreza motora
- e) Autonomía e independencia
- f) Aspectos socioafectivos
- Aprendizaje de rutinas cotidianas
  - Identifica vínculos sociales de rol, ámbito laboral
  - Desarrolla habilidades sociales
- g) Desarrolla la creatividad: percepción y construcción de formas
- h) Memorización: favorece el razonamiento: identificar, clasificar, relacionar, razonar.
- i) Favorece la comprensión de contrastes:
- Tamaño: grande/pequeño
  - Textura: áspero/liso
  - Forma: amorfo/armónico

- Figura/fondo

Cada herramienta contiene signos que permiten acceder de forma dinámica a los diferentes significados y de la misma forma, ubica las etapas de uso y características del material. Para la persona con discapacidad visual, el sentido del tacto es capaz de proporcionar la experiencia simultánea de diferentes objetos y de las diferentes partes de un todo; son las puntas de los dedos las que constituyen el principal canal a través del cual se percibe el mundo en el que vive.

El objetivo de este trabajo es desarrollar guías adaptadas al usuario con enfoque tiflológico para elaborar una familia de tres objetos en material cerámico, de manera satisfactoria con características: útil, eficiente, fácil de usar, seguro, durable y asequible.

Para alcanzar este objetivo, diseñar y facilitar el uso de productos dentro del marco de diseño universal se deben tener en cuenta siete características o siete marcos de criterios inclusivos que puedan orientar el desarrollo de las nuevas herramientas cerámicas:

1. Debe de ser simple, deben reducir al máximo los elementos y operaciones.
2. El diseño debe ajustarse a las capacidades de interacción del usuario, la percepción, procesamiento de la información y acción. Teniendo en cuenta su fuerza, su destreza, sus dimensiones, hábitos y cultura que variarán en función de la edad, grado de capacidad, etc.
3. Debe permitir una percepción rápida e inequívoca de qué es y cómo se debe empezar a utilizar.
4. Debe responder a un modelo conceptual de funcionamiento que se ajuste a la experiencia previa y a las expectativas del usuario.

5. Debe existir una clara relación entre los sistemas de activación a disposición del usuario y el resultado que éstos producen.
6. Debe de preverse un sistema de retroalimentación (feed-back) que informe del estado y actividad del producto.
7. Debe de considerar la posibilidad de que el usuario se equivoque o utilice el producto para un fin no previsto sin que esto tenga consecuencias nefastas.

### 8. Exploración para el desarrollo del producto

Luego de determinar los marcos de criterios inclusivos para orientar el desarrollo de las nuevas herramientas cerámicas, se realizó una valoración por funciones y requerimientos de las alternativas de herramientas generadas que darán como resultado un modelo tridimensional de implementos guías con enfoque tiflológico. Ver tabla 4 y 5

**Tabla 4.**

*Valoración por funciones, selección del concepto por cumplimiento de la función*

<b>Técnica</b>	<b>Categoría</b>	<b>Funciones</b>	<b>Parámetro</b>
Rollos	Técnicos	Enrollar la arcilla	Movimiento 360° del material
		Controlar grosor	Máximo 1.5 cm diámetro
		Mantener unión	Distribución uniforme de arcilla
	Seguridad	Ser resistente	Permeabilidad mínima
	Uso	Ser cómoda	P50 de manos
		Ser ligera	<1 kg
	Imagen	Ser ordenada	No induce al error
		Ser inclusiva	Presenta indicadores táctiles
	Técnicos	Aglomerar rollos	Control manual de apilamiento
		Controlar altura	Desde la base hasta 10 cm altura

Técnica Planos	Seguridad	Ser resistente	Permeabilidad mínima
		Mantener estabilidad	Peso en la base
	Uso	Ser ajustable	Adaptable a las 3 piezas
		Ser ligera	<1 kg
	Imagen	Ser ordenada	No induce al error
		Ser inclusiva	Presenta indicadores táctiles
	Categoría	Funciones	Parámetro
	Técnicos	Aplanar arcilla	Movimiento 360° del cilindro
		Controlar grosor	Máximo 1 cm de grosor
		Seguridad	Ser resistente
		Mantener estabilidad	Peso distribuido en el rodillo
	Uso	Ser cómoda	P50 de manos
		Ser ligera	<1 kg
	Imagen	Ser ordenada	No induce al error
		Ser inclusiva	Presenta indicadores táctiles
	Técnicos	Asegurar acople	Fijación manual
		Limitar movimiento de corte	0.5 cm de error
		Soltar plano	Levantamiento total sin rotura
	Seguridad	Ser resistente	Inoxidable
		Ser seguro	Presenta sistema de protección
		Mantener estabilidad	Peso distribuido en el mango
	Uso	Ser cómoda	P50 de manos
		Ser eficiente	Corte limpio
		Ser ligera	<1 kg
		Ser delgada (herramienta para soltar plano)	<0.5 cm de grosor
	Imagen	Ser ordenada	No induce al error
		Ser inclusiva	Presenta indicadores táctiles
	Técnicos	Moldear pieza	Adaptable a las 3 piezas
		Generar pegue	Cortes de unión
	Seguridad	Ser resistente	Permeabilidad mínima
	Uso	Ser cómoda	P50 de manos
		Ser ligera	<1 kg
		Mantener estabilidad	Peso en la base
	Imagen	Ser ordenada	No induce al error
		Ser inclusiva	Presenta indicadores táctiles
Técnica Revolución	Categoría	Funciones	Parámetro
	Técnicos	Limitar cantidad de arcilla sólida	Peso específico
		Limitar cantidad de arcilla	Volumen específico

	líquida	
Seguridad	Ser resistente	Permeabilidad mínima
Uso	Ser eficiente	Genera medida exacta
	Ser ligera	<1 kg
	Ser manual	Maneja tecnología mínima
Imagen	Ser ordenada	No induce al error
	Ser inclusiva	Presenta señales tiflológicas
Técnicos	Asegurar acople	Fijación manual
	Controlar altura	Desde la base hasta 10 cm altura
Seguridad	Ser resistente	Permeabilidad mínima
	Mantener estabilidad	Peso en la base
Uso	Ser ajustable	Adaptable a las 3 piezas
	Ser ligera	<1 kg
Imagen	Ser ordenada	No induce al error
	Ser inclusiva	Presenta indicadores táctiles
Técnicos	Generar silueta	Movimiento 360° sobre un eje
	Controlar grosor	Máximo 1 cm de ancho
Seguridad	Ser resistente	Permeabilidad mínima
	Mantener estabilidad	Peso distribuido en un eje
Uso	Ser cómoda	P50 de manos
	Ser eficiente	Acabado limpio
	Ser ligera	<1 kg
Imagen	Ser ordenada	No induce al error
	Ser inclusiva	Presenta indicadores táctiles

**Tabla 5.**

*Valoración por requerimientos, selección del concepto por cumplimiento de los parámetros de requerimientos*

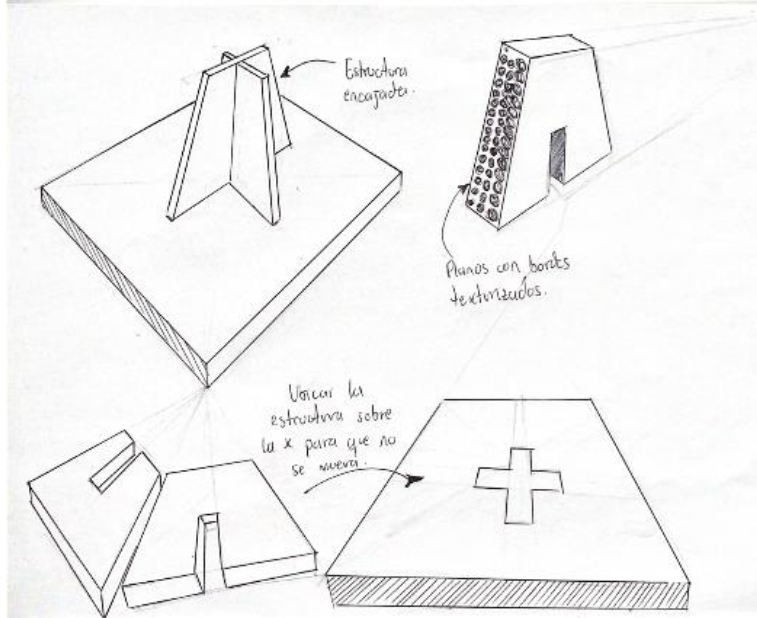
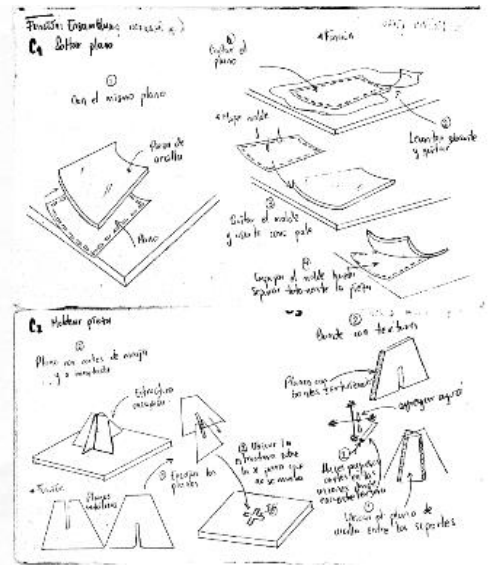
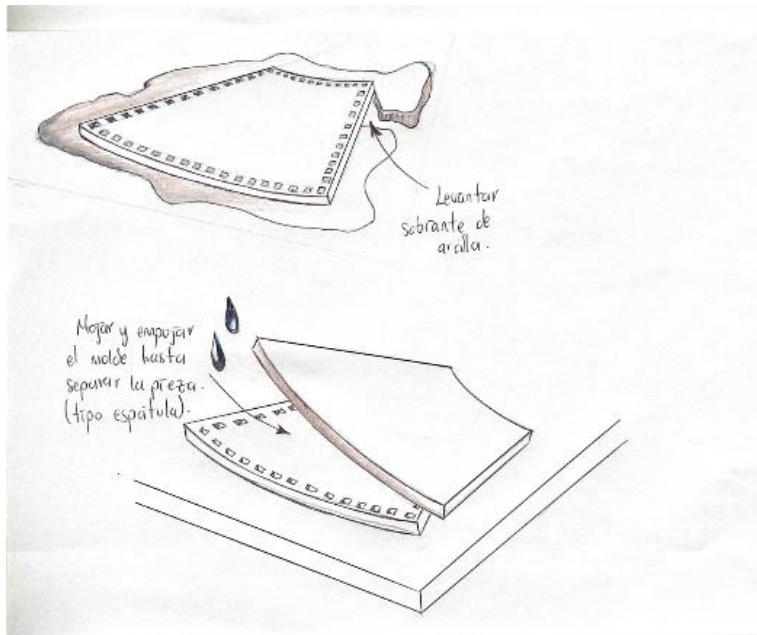
<b>Categoría</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Parámetro</b>
Materiales	Resistencia del material al contacto con el agua y la arcilla	Mínimo porcentaje de corrosión y/o degradación
	Resistencia de elementos de fijación	(Selección del material según sus propiedades físicas (acero, polímero, madera)

Mantenimiento	Fin de vida útil del producto	Durabilidad, poco mantenimiento y reparación
	Control y sustitución por daño	Facilidad de cambio de piezas
Almacenamiento	Empaque de acuerdo al tamaño de las herramientas	Dimensiones de cada una (no superior a 30 cm)
Diseño Universal		
Seguridad	Todos los usuarios cuentan con las mismas garantías de seguridad	No causa daño al usuario y su acompañante
Apariencia y Estética	Respuesta favorable al uso del producto	Su forma es perceptible satisfactoriamente para su uso
Usabilidad	Ofrece opciones en la forma de uso	Diestros y Zurdos
	Tiempo en realizar la tarea de hacer rollos	Eficacia, menor tiempo posible
Estándares y especificaciones	Señalización perceptible y distinguible	Percepción rápida de uso, menos de 20 seg
	Proporciona compatibilidad con varias técnicas o dispositivos usados por personas con limitaciones sensoriales	Uso de sistema braille, texturas específicas, etc
Confiabilidad	Los elementos más usados están más accesibles; los elementos peligrosos son eliminados, aislados o cubiertos	No induce al error y/o incidente
	La herramienta proporciona una señal auditiva que mejore el resultado de su uso	Tiene señal audio parlante
Desempeño	Minimiza las acciones repetitivas y el esfuerzo físico constante	Eficiencia, mejora el resultado del proceso tradicional
Ergonomía	Ubicación respecto a la relación producto-usuario	Permite la libre movilidad del usuario en el espacio de trabajo

A continuación, se puede observar un total de cinco alternativas finales, dos de la técnica de rollos (una por función y otra por requerimientos), dos de la técnica de planos (una por función y otra por requerimientos) y una por revolución.

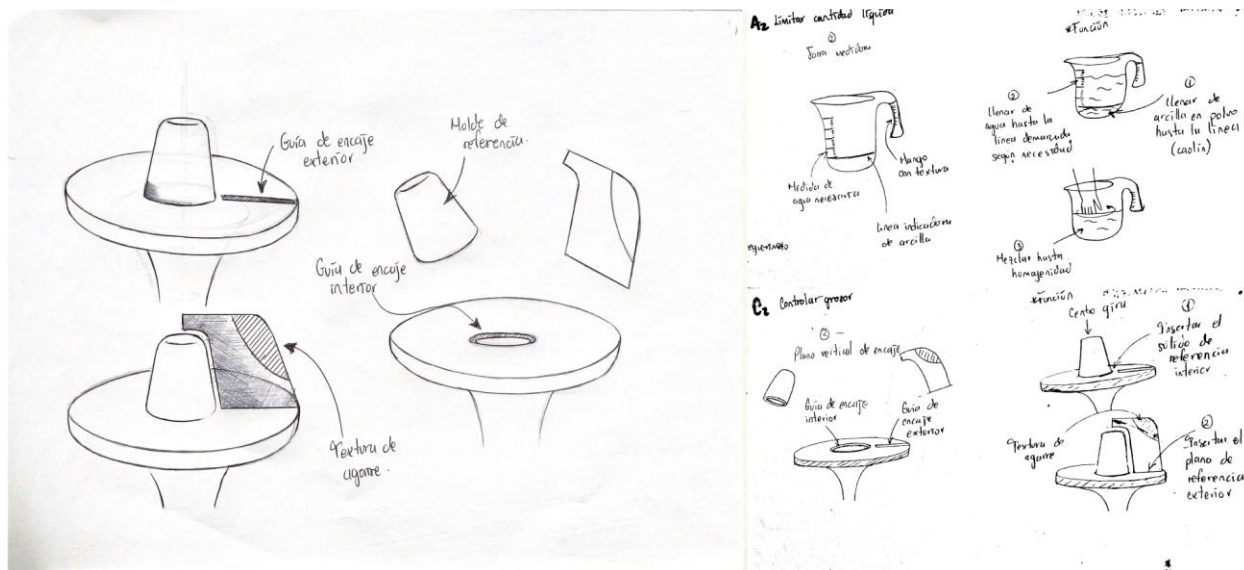






**Figura 25.**

*Alternativas obtenidas de la valoración por funciones y requerimientos de la técnica de revolución*



### 8.1 Pruebas de comprobación de los modelos tridimensionales

Para verificar las alternativas respecto a los marcos de criterios inclusivos que orientan a la fabricación final del kit de implementos guías con enfoque tiflológico, se optó por elaborar cuatro modelos rápidos, de las alternativas obtenidas de la valoración por funciones y de requerimientos. Para ello hubo que realizar modelos a escala 1:1 que permitieran comprobar con exactitud los requerimientos ergonómicos, ya que los percentiles de nuestros usuarios son un factor clave en el proceso de desarrollo y diseño.

Después de garantizar la mayor fidelidad de los modelos se realizaron pruebas de uso y estética, verificando las condiciones y las problemáticas que rodean a las personas con discapacidad visual, con el fin de desarrollar la mejor solución que cumpla con todos los criterios técnicos y tiflológicos.

Esta primera comprobación debe entenderse como instrumento de orientación, adecuación y mejora en la fabricación del producto, cuyo objetivo es detectar cuanto antes los componentes y/o soluciones con problemas. Con el fin de garantizar la replicabilidad del proceso de evaluación en las tres etapas o técnicas se generan dos métodos:

1. Inspección: examinar el modelo utilizando uno o varios de los cinco sentidos, teniendo en cuenta el enfoque tiflológico.
2. Demostración y prueba: manipulación del modelo para garantizar que el rendimiento sea el esperado verificando su rendimiento y los valores esperados.

El instrumento de evaluación más eficiente en este caso es generar una escala de Likert que evalúe los criterios inclusivos. Esta información recogerá de forma clara y precisa las características más relevantes para la evolución del diseño de las herramientas cerámicas.

- *Escala de Likert*: La evaluación de satisfacción y percepción del confort de uso de las herramientas toma como referentes unos criterios o metas establecidos teniendo en cuenta las alternativas iniciales; se le dará una puntuación de 1 a 5 en la escala de Likert siendo 1 (Nada satisfecho) a 5 (Totalmente satisfecho) respecto al uso de los modelos rápidos generados. Ver anexo Prueba de satisfacción para verificación-Escala de Likert

Debido a que los datos de los elementos de Likert son discretos, ordinales y tienen un alcance limitado, se ha optado por cuantificar los resultados del proceso de verificación en una matriz de valoración de satisfacción, el cumplimiento de los criterios se puede observar en el Anexo 4, Valoración de satisfacción por criterios inclusivos.

### 8.1.1 Etapa 1, técnica de rollos-función enrollar y apilar

#### Figura 26.

Prueba de verificación técnica de rollos-función enrollar



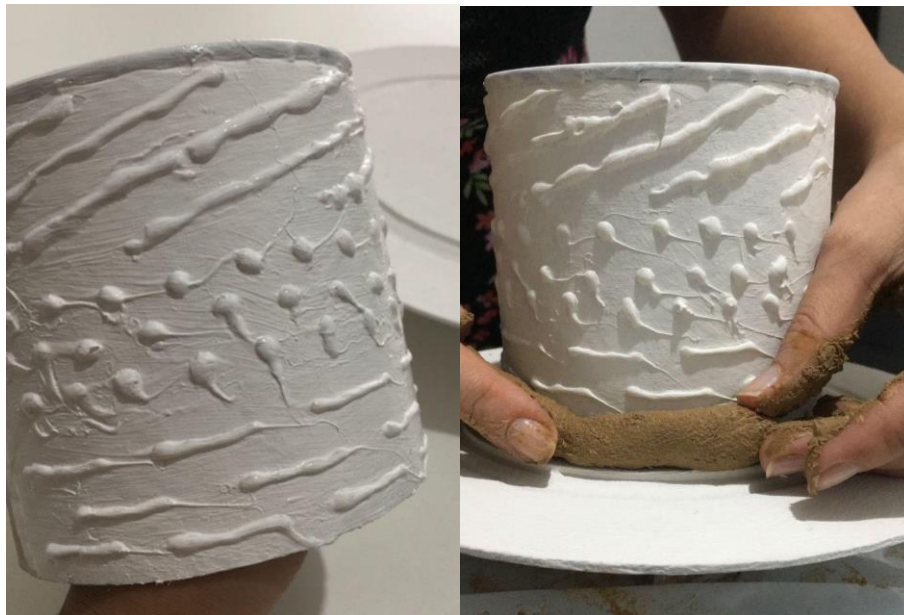
En la primera etapa o técnica se inspeccionó el modelo sobre la apariencia y estética de la herramienta que cumple con la función técnica de enrollar y controlar el grosor, es decir, el diámetro mínimo y máximo de la arcilla. Obteniendo como resultado de la valoración de

satisfacción para el ítem “Es de percepción rápida e inequívoca” una calificación de insatisfacción, de 2 entre 5 valores probables.

Luego se hizo manipulación del modelo con arcilla en barro plástico (barro con suficiente humedad como para hacerlo modelable y que se sostenga la forma) para garantizar que el rendimiento sea el esperado, como resultado de la valoración de satisfacción para los otros 4 ítems que comprenden los criterios inclusivos como: es simple de usar, reduce al máximo las operaciones, su uso es similar a las herramientas tradicionales, presenta una retroalimentación y no genera ningún daño al usuario y/o pieza a elaborar.

**Figura 27.**

*Prueba de verificación técnica de rollos-función apilar*



En la figura 27 se puede observar la inspección del modelo respecto al enfoque tiflológico de la herramienta que cumple con la función técnica de aglomerar los rollos y controlar la altura de cada una de las piezas. Así mismo, se observa la manipulación de los rollos de arcilla de manera

apropiada gracias a los indicadores táctiles de puntos y líneas inclinadas vistas anteriormente como “Elementos del lenguaje gráfico” que evocan movimiento, avance o retroceso, subir o bajar.

### ***8.1.2 Etapa 2, técnica de planos-función aplanar y cortar***

En el caso de la etapa 2 o técnica de planos, se generaron dos modelos para las funciones de aplanar y controlar el grosor del material, y limitar el movimiento de corte.

#### **Figura 28.**

*Prueba de verificación técnica de planos-función aplanar, Modelo por requerimientos*



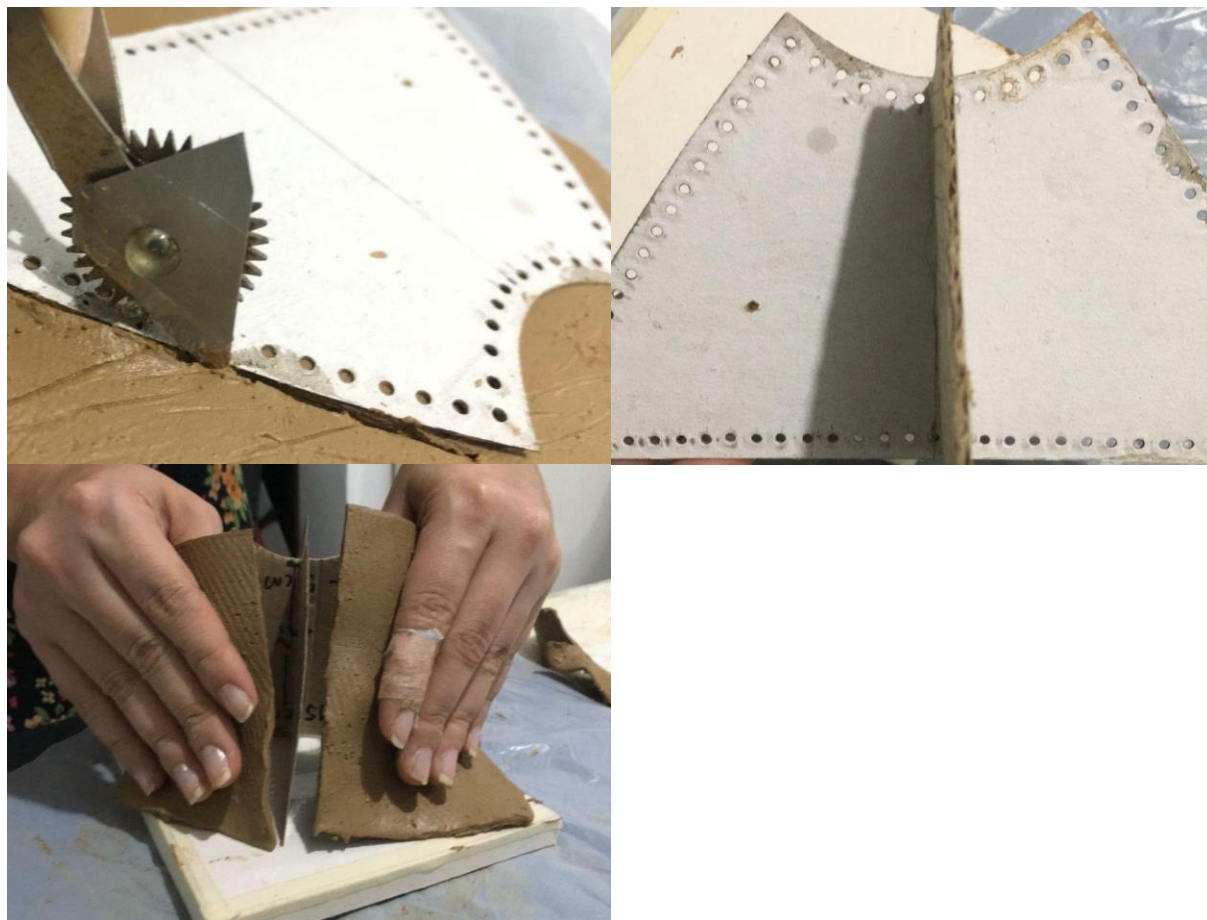
Con el primer modelo correspondiente al cumplimiento de la valoración por requerimientos se pudo identificar un nivel medio de satisfacción. Los parámetros de durabilidad, poco mantenimiento y facilidad de cambio de piezas para controlar el grosor del material, generan una alternativa atractiva de diseño que permite tanto la identificación rápida de uso como una retroalimentación que informa el estado del plano de arcilla y de la herramienta.

Cabe recalcar que el alcance de desarrollo de este modelo se ve reducido ya que genera el mismo problema del rodillo tradicional, ver anexo Tabla de análisis de herramientas. Adhiriendo arcilla al rodillo que dificulta la tarea, como resultado obtenemos un plano con desperfectos donde la arcilla se enrolla y no permite un adecuado deslizamiento de la pieza cilíndrica.

**Figura 29.**

*Prueba de verificación técnica de planos-función aplanar, cortar y ensamblar, Modelo por funciones*



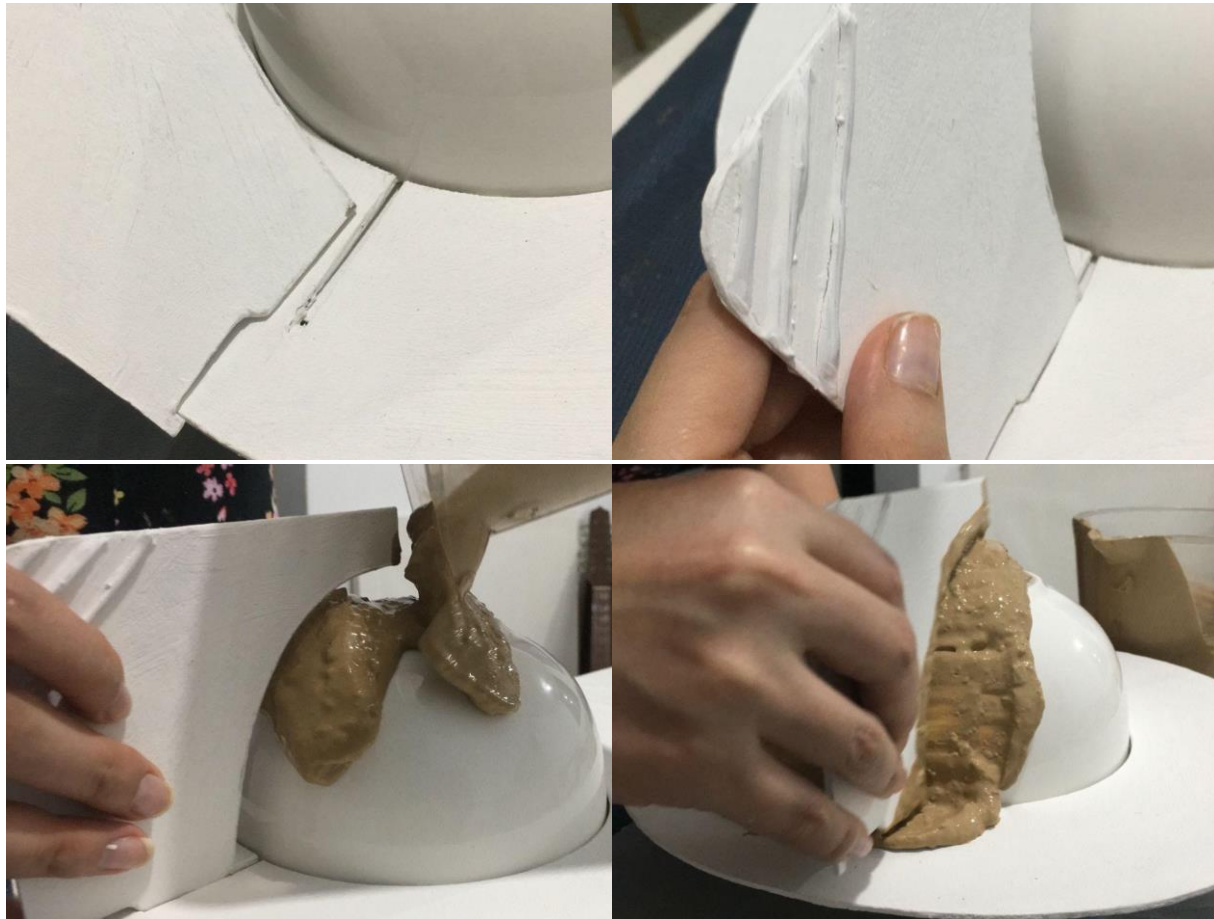


Por el contrario, el modelo correspondiente al cumplimiento de la valoración por funciones cuyas propiedades técnicas y de uso cumplen con el parámetro de movimiento  $360^\circ$  del cilindro y no induce al error, presenta indicadores táctiles en el soporte superior de la herramienta que permite la libre movilidad del usuario en el espacio de trabajo. Si bien la estructura de este modelo no permite una comprobación mecánica supone una alternativa atractiva, en este caso se evidencia solo la inspección al examinar el modelo utilizando los sentidos de la vista y el tacto.

### 8.1.3 Etapa 3, técnica de revolución

**Figura 30.**

*Prueba de verificación técnica de revolución*



Los resultados de satisfacción obtenidos para el modelo rápido 4 generado para la fabricación de piezas en arcilla mediante la técnica de revolución revelaron una respuesta media general. Destacaron la facilidad de uso, la eficiencia en la producción y la calidad de las piezas resultantes como aspectos sobresalientes. Aunque se identificaron áreas para posibles mejoras en el tiempo de aprendizaje y el soporte técnico, ya que no se presenta como un recurso de percepción rápida e inequívoca.

De los datos obtenidos, se pudo identificar que para la generación del modelo tridimensional de comprobación para el kit de herramientas con enfoque tiflológico destinado a la elaboración de herramientas para trabajo cerámico prevalecen los aspectos fundamentales para la accesibilidad. Los criterios inclusivos seleccionados abarcan la simplicidad de uso, la minimización de operaciones, la provisión de retroalimentación y la ausencia de riesgos para el usuario o la pieza en elaboración. El modelo de la “Etapa técnica de planos-función aplanar y cortar, Modelo por funciones”, no solo se destacó por su eficacia, sino también por su compromiso con la accesibilidad y seguridad, proporcionando así una solución inclusiva y amigable para los usuarios con discapacidad visual.

Ya que no se obtuvieron resultados favorables para la función de ensamblar, se ha optado por estudiar nuevamente el Benchmarking de herramientas para la obtención rápida y en masa de piezas cerámicas, donde la solución puede estar propuesta por una alternativa tradicional.

## **9. Materiales y procesos**

Para obtener más datos que enriquezcan el diseño de dicho kit de herramientas, hay que analizar los requerimientos técnicos que deriven en los materiales elegidos que aseguren su cumplimiento.

En primer lugar, se considera la resistencia del material al contacto con el agua y la arcilla, priorizando un mínimo porcentaje de corrosión y degradación para asegurar la integridad del kit durante su uso. Para los elementos de fijación, se estudia la posibilidad de implementar materiales como acero y polímeros, evaluados según sus propiedades físicas para garantizar una resistencia adecuada.

La durabilidad y la facilidad de mantenimiento se convierten en requisitos clave para el fin de la vida útil del producto, buscando minimizar la necesidad de reparaciones y asegurar una larga vida operativa. Además, se valora la facilidad de control y sustitución por daño, favoreciendo la posibilidad de cambiar piezas de manera sencilla.

En cuanto a los materiales usados para las herramientas en contacto con agua y sujetas a fabricación en masa, la literatura científica y las prácticas industriales sugieren el uso de aceros inoxidable, polímeros de alta resistencia y aleaciones no ferrosas.

Aunque las herramientas para elaborar piezas cerámicas tradicionales son una alternativa eficiente, tienen una limitada vida útil por su material de fabricación. Como se observa en la imagen 4, la mayoría de las herramientas del kit de implementos con los que se realizaron las primeras pruebas de validación son de madera, una de las materias primas más versátiles de la naturaleza y que más se han utilizado en la historia. Es fácil de obtener, se encuentra disponible en diversos ambientes, se puede trabajar con facilidad y sus propiedades hacen de ella un material que se puede utilizar para fines muy diversos.

A continuación, se muestran los resultados de un estudio para conocer la absorción de agua en maderas comerciales: Loro blanco (*Bastardiopsis densifolia*), Cinamomo (*Melia azedarach*) y Pino (*Pinus taeda*). En la Tabla 6 se presentan los valores promedios de absorción de las maderas con diferente porosidad, como se puede observar en la especie no porosa se obtuvo valor de absorción superior al de maderas porosas; de estos resultados podemos concluir que la mejor elección sería seleccionar una madera con porosidad circular, ya que, entre las especies de Loro blanco y Cinamomo, esta última es la menos penetrable. (Suirezs, T. M. 2009)

**Tabla 6.**

*Valores promedios de absorción, coeficientes de variación y pesos específicos aparentes en especies con diferentes tipos de porosidad*

<b>Especies</b> <b>Nombre científico</b>	<b>Tipo de porosidad</b>	<b>Absorción</b>	<b>CV</b>	<b>PEE</b>
<b>Bastardiopsis densifolia</b>	Difusa	382,64	13,47	0,677
<b>Melia azederach</b>	Circular	190,74	21,55	0,610
<b>Pinus taeda</b>	No porosa	482,31	28,6	0,448

*Nota.* Esta tabla muestra las características de tres diferentes especies de maderas comerciales: Loro blanco, Cinamomo y Pino para determinar su absorción de agua, PEE=Peso específico aparente estacionado, CV=Coeficiente de variación

Sin embargo, al ser un material higroscópico que absorbe y desprende agua en forma de vapor con mucha facilidad debido al elevado contenido en celulosa y a la doble vía de acceso capilar y micelar, se debe recurrir a aplicar recubrimientos orgánicos semipermeables a “poro abierto”, que forman una película microporosa por donde puede salir el vapor de agua de la madera. Así mismo la entrada de agua en la madera en forma de vapor queda impedida, ya que la película no le permite su entrada y la presión exterior es insuficiente para atravesar. (Diéguez, J. M. 1997)

Las escasas evidencias de artefactos de madera en contacto directo en entornos húmedos nos sugiere investigar a más detalle la producción y tecnología de los materiales actuales en la industria, sin dejar de lado la importancia de este trabajo en las estrategias socioeconómicas para presentar una solución económica y de bajo costo a la problemática. Hasta el momento, la mayor parte de las investigaciones realizadas en este campo se ha centrado en el estudio de las propiedades mecánicas comparando el material seco con el mojado con agua. (Jimenez, M. 2000).

Uno de los principales problemas que se presentan en la elección de materiales en entornos húmedos es el de la corrosión en los materiales metálicos, produciéndose perforaciones y obstrucciones de los sistemas de acople. Para lograr un mínimo porcentaje de corrosión y/o degradación se suele utilizar una técnica de revestimiento de los elementos con una capa protectora, estos revestimientos se aplican mecánicamente cuando se encuentran en fabricación o antes de ensamblarse. Los revestimientos más comunes son los esmaltes, las pinturas epóxicas y el polietileno. (De Sousa, C. 2010)

Mientras menos reactivo sea el material con su ambiente tendrá más resistencia a la corrosión, por eso se descarta la alternativa de implementar materiales metálicos o altamente corrosivos. Es pertinente aclarar, que no se pueden seleccionar los materiales basándose solamente en la resistencia a este proceso natural de degradación, ya que además de este aspecto, la selección de materiales alternativos frecuentemente debe ser evaluada incluyendo el costo, la disponibilidad en el mercado, la facilidad de instalación y el mantenimiento. (Bilurbina et al., 2003)

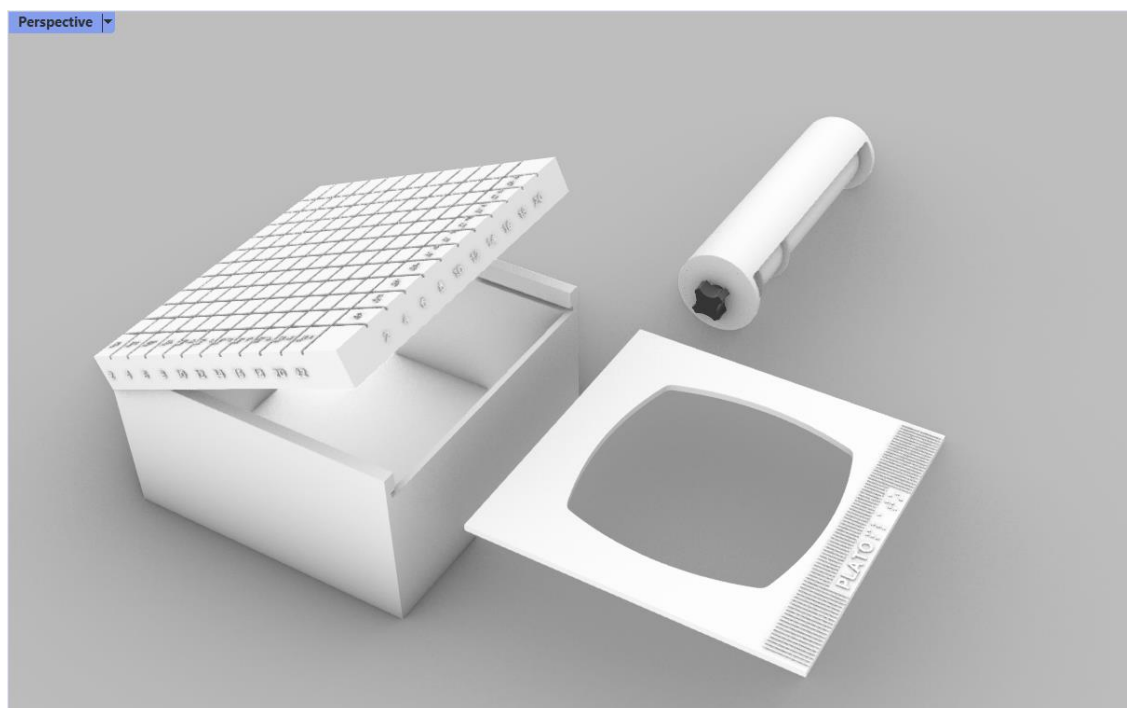
En estos momentos el polietileno tereftalato (PET) es uno de los materiales más implementados en la producción de productos industriales, posee una producción mundial de aproximadamente 12 millones de toneladas métricas y su creciente importancia como material se debe a que en las últimas décadas ha sustituido al vidrio y al policloruro de vinilo (PVC) debido a que es ligero, fuerte, impermeable, irrompible y reciclable. (Cobos, R. R. 2016)

### 10. Modelo-Prototipo

Tras verificar la efectividad del proceso de elaboración de piezas cerámicas con los modelos rápidos de los implementos guías diseñados, se precisan detalles del modelo funcional y se establece el protocolo de comprobación para la validación del uso del caso de estudio.

**Figura 31.**

*Modelo 3D kit de implementos guías con enfoque tiflológico*



**Figura 32.**

*Modelo funcional kit de implementos guías con enfoque tiflológico*



## 11. Validación

El desarrollo de este proyecto de grado busca establecer una mejora en los procesos de elaboración de piezas cerámicas orientados en la satisfacción y percepción del confort de una necesidad específica de uso por parte de personas con discapacidad visual total, midiendo la eficiencia (el cumplimiento funcional) y la eficacia (el tiempo empleado) de fabricación de una familia de tres objetos tipo vajilla, que contribuyan al mejoramiento de las características mecánicas y formales de herramientas cerámicas. El kit de guías con enfoque tiflológico definitivo se evalúa con casos de estudio de la Red Santandereana de persona con discapacidad (REDES).

Para validar la valoración de satisfacción del usuario es indispensable ver las expresiones faciales y el lenguaje corporal al momento del uso de las herramientas, por tanto, cada participante recibió una orientación personal para contribuir a recrear el ambiente del taller de trabajo en su casa, archivando material filmográfico de las reuniones obtenidas con el equipo de investigación.

Las pruebas incluyen el registro fotográfico, documentación, test de percepción, piezas físicas de vajilla doméstica referente y piezas de vajilla elaborada usando las herramientas tradicionales en la primera fase para comparación y kit de implementos guías con enfoque tiflológico. La sistematización morfológico-funcional se realizó a través del análisis de atributos de la forma (estabilidad dimensional, puntos de unión, contorno, variabilidad de forma referente, etc.)

De igual manera es pertinente resaltar que dentro del mismo grupo de discapacidad visual se observaron unas diferencias entre la relación de su espacio de uso con la actividad manual a realizar, evidenciando la posible variabilidad en la unidad productiva (el uso recurrente del kit de implementos) a través del tiempo, ya que dicho proyecto pretende a través de la solución de diseño dada contribuir a la integración laboral de personas con discapacidad visual total.

## **11.1 Prueba segundo proceso de elaboración de piezas**

### ***11.1.1 Materiales***

- Kit de implementos guías con enfoque tiflológico
- Vajilla de referencia (plato hondo, pocillo, vaso)
- Arcilla
- Recipientes: tazas para el agua y bolsas plásticas para la arcilla
- Espuma del mismo tamaño del espacio de trabajo
- Planos de corte

- Trapos
- Delantal o bata
- Plásticos como individuales de protección
- Agua

### ***11.1.2 Instrumentos de evaluación***

Al igual que en la primera prueba del proceso de elaboración de piezas, la validación permitirá recoger de forma clara y precisa las características más relevantes de la evolución del usuario en el uso del nuevo kit de implementos guías.

La evaluación individualizada debe entenderse como instrumento de orientación, adecuación y mejora en la fabricación de cada usuario con herramientas cerámicas, reiterando que el sistema de clasificación o comparación cualitativa de los resultados de la prueba no está determinado en una norma predefinida (bien-mal) descubriendo las necesidades reales del usuario.

Es por esto que también se hace necesario en esta etapa el uso de la evaluación individualizada de satisfacción y percepción del confort de uso de las herramientas, tomando como referentes unos criterios o metas establecidos teniendo en cuenta el previo encuentro con las herramientas tradicionales; se le dará una puntuación de 1 a 5 en la escala de Likert siendo 1 (Nada satisfecho) a 5 (Totalmente satisfecho) respecto al uso del kit de implementos guías con enfoque tiflológico.

La información será codificada en usuario 1, usuario 2, ... 3, ... 4 y ... 5 para ser objetivos en el tratamiento de datos y manteniendo en anonimato los participantes.

### ***11.1.3 Metodología***

La metodología se divide en dos fases, con la primera se acerca a los implementos guías, ya que son herramientas que necesitan capacitación y entrenamiento; luego se pasa a la fase experimental de diseño de la experiencia y, según determinadas tareas del proceso de fabricación de la vajilla, se evalúa la satisfacción del usuario respecto al uso de las nuevas cerámicas.

Las actividades desarrollan aspectos psicomotrices tanto para el mejoramiento del modelado, como para generar confianza en el uso de implementos. Estas actividades son importantes ya que expresan su bienestar emocional y desarrollan la motricidad fina, o sea, la relacionada con el movimiento de los dedos; lo que facilitará los procesos posteriores, no solo del uso de herramientas cerámicas, sino también en las tareas de la vida diaria.

#### **11.1.3.1 Fase 1**

El método de la actividad que se plantea realizar es individual, el participante informador de la prueba determina el trabajo a realizar por el usuario y le asigna tareas concretas. Las herramientas que debe usar se observan en la figura 33.

**Figura 33.**

*Kit de implementos guías con enfoque tiflológico para la fase 1*

Tabla de aplanado  
con riel



Herramienta  
de aplanar

**Tarea 1:****Figura 34.**

*Desarrollo de tarea 1 con usuario*



1. Localice la herramienta de aplanar sobre el espacio de trabajo (Se le detalla la forma de la herramienta para que sea identificada)
2. Desplace el rodillo de adelante hacia atrás y viceversa, sobre la mesa
3. Localice guías del riel y sus puntos de encaje
4. Ensamble a presión las guías del riel sobre los puntos de encaje que se encuentran en la tabla de aplanado

5. Ubique la herramienta de aplanar sobre el riel
6. Desplace el rodillo de adelante hacia atrás y viceversa, sobre la tabla de aplanado
7. Desmonte la herramienta del riel, y el riel de la tabla de aplanado

Una vez adquirida e interiorizada la estructura espacial del implemento guía para aplanar y conseguida la suficiente madurez dígito manual, mediante la realización de las actividades propuestas en anteriormente, proponemos aquí actividades relacionadas directamente con el aprendizaje del funcionamiento:

## Tarea 2:

### Figura 35.

*Desarrollo de tarea 2 con usuario*



*Nota.* Las figuras presentan el desarrollo de las actividades solicitadas al usuario, de izquierda a derecha, aplanado de arcilla y corte del plano de la mano no dominante

1. Amase la arcilla logrando plasticidad del material
2. Elabore una masa en forma de bola del tamaño proporcional a dos puños
3. Ubique las guías del riel sobre los puntos de encaje que se encuentran en la tabla de aplanado, como en la actividad anterior

4. Empiece por aplastar la masa sobre el plástico y aplanar con ayuda de la herramienta para aplanar en forma de aplanadora
5. Aplane hasta que obtenga una placa totalmente plana, del grosor dado por la altura de los rieles
6. Retire las guías del riel, distantes al sitio de trabajo.
7. Coloque la mano no dominante sobre la placa que acabó de obtener y con la otra sostenga la herramienta de corte (Se le detalla la forma de la herramienta para que sea identificada)
8. Ubique la herramienta de corte al lado de la muñeca y proceda a seguir el borde de la mano cortando el plano que acaba de elaborar
9. Repase la figura sin quitar la mano para obtener un corte total
10. Retire el material sobrante
11. Verifique la pieza final que acaba de elaborar
12. Ubique la pieza elaborada sobre la mesa, distante al sitio de trabajo

El objetivo aquí es que el usuario aprenda el uso de cada herramienta y su ubicación en el entorno de trabajo. Con señales realizadas especialmente, en las que sólo aparezcan combinaciones de 1 o 2 puntos. El objetivo inicial es que sólo discrimine cuántos puntos hay en cada sistema de encaje y si están uno al lado del otro, coordinando su debido emparejamiento.

Una vez que la persona con discapacidad visual conoce los nombres de las herramientas, los sistemas de encaje y su localización, es el momento de comenzar a darles significado (como en cualquier otro método de lectura y aprendizaje).

**11.1.3.2 Fase 2**

El método de la actividad que se plantea realizar es individual, el participante informador de la prueba determina el trabajo a realizar por el usuario y le asigna tareas concretas. Las herramientas que debe usar se observan en la figura 36.

**Figura 36.**

*Kit de implementos guías con enfoque tiflológico para la fase 2*

**Tarea 3:**

**Figura 37.**  
*Desarrollo de tarea 3 con usuario*



*Nota.* Las figuras presentan el desarrollo de las actividades solicitadas al usuario, de izquierda a derecha, fila 1: aplanado de arcilla y ubicación de herramienta de corte, fila 2: corte de plano y corte con herramienta de corte circular, fila 3: ensamble de la placa en cilindro, fila 4: pulir pegues

1. Amase la arcilla logrando plasticidad del material
2. Elabore una masa en forma de bola del tamaño proporcional a dos puños
3. Ubique las guías del riel sobre los puntos de encaje que se encuentran en la tabla de aplanado, como en la actividad anterior
4. Empiece por aplastar la masa sobre el plástico y aplanar con ayuda de la herramienta para aplanar en forma de aplanadora
5. Aplane hasta que obtenga una placa totalmente plana, del grosor dado por la altura de los rieles
6. Retire la herramienta para aplanar, distante al sitio de trabajo
7. Ubique la placa que acaba de elaborar sobre la tapa del kit de implementos guías, tenga en cuenta que la tapa está dividida en cuadrados de 2 cm, separados por 0,5 cm, lo que permite que la herramienta de corte se deslice proporcionando una retícula que sirve como guía de corte y medición
8. Ubique la herramienta de corte en una de las esquinas del plano (recuerde la fase 1, corte de la forma de la mano)
9. Proceda a seguir el borde de los cuadrados guías de la primera columna del lado derecho, repase las figuras sin q mover la placa de arcilla para obtener un corte total
10. Retire el material sobrante, obteniendo una pieza de gran tamaño con un lado recto, continúe pasando la herramienta de corte por la primera columna, pero ahora del lado izquierdo. Obteniendo una pieza de gran tamaño con dos lados rectos

11. Identifique ahora la fila de cuadrados de la parte superior, proceda a deslizar la herramienta de corte sobre esta fila, obteniendo una pieza de gran tamaño con tres lados rectos
12. Ahora para determinar la altura del plano que servirá como pocillo, cuente 4 cuadrados hacia abajo desde el corte que acabó de hacer. La medida fijada será de 10 cm
13. Identifique el canal guía y ubique allí la herramienta de corte, realice el corte hasta obtener una pieza de 4 lados rectos con una medida de 10 \* 18 cm
14. Retire la herramienta de corte y la placa que acaba de generar, distante al sitio de trabajo
15. Ahora para generar el asa del pocillo cuente 1 cuadrado hacia abajo desde el corte que acabó de hacer. La medida fijada será de 2 cm
16. Identifique nuevamente el canal guía y ubique allí la herramienta de corte, realice el corte hasta obtener una pieza de 4 lados rectos con una medida de 2 \* 18 cm
17. Retire la herramienta de corte y la placa que acaba de generar, distante al sitio de trabajo
18. Ubique la herramienta de corte circular sobre la placa sobrante, recuerde que debe realizar presión para generar el corte de material
19. Retire la herramienta de corte circular y la arcilla sobrante, desmolde el círculo
20. Tome nuevamente la placa que se generó anteriormente 10 \* 18 cm y empiece a pegarla al círculo que servirá como base
21. Moje el borde de la unión de ser necesario para terminar de fusionar las dos piezas
22. Cierre la placa, obteniendo un cilindro
23. Verifique que el borde de toda la pieza se una sin dejar espacios
24. Suavice la parte externa del cilindro para así reforzar su adhesión
25. Ubique la pieza elaborada sobre la mesa, distante al sitio de trabajo


**Tarea 4:****Figura 38.**

*Desarrollo de tarea 4 con usuario*



*Nota.* Las figuras presentan el desarrollo de las actividades solicitadas al usuario, de izquierda a derecha, fila 1: aplanado de arcilla y ubicación de la guía de corte, fila 2: ubicación de placa de arcilla y moldeo con guía de corte, fila 3: desmonte de pieza obtenida

1. Amase la arcilla logrando plasticidad del material
2. Elabore una masa en forma de bola del tamaño proporcional a dos puños

3. Ubique las guías del riel sobre los puntos de encaje que se encuentran en la tabla de aplanado, como en la actividad anterior
4. Empiece por aplastar la masa sobre el plástico y aplanar con ayuda de la herramienta para aplanar en forma de aplanadora
5. Aplane hasta que obtenga una placa totalmente plana, del grosor dado por la altura de los rieles
6. Retire la herramienta para aplanar, distante al sitio de trabajo
7. Desmonte la placa que acaba de generar de la tapa del kit que sirve como guía de la herramienta para planar
8. Identifique la guía de corte que está etiquetada como “plato”, con enfoque tiflológico:  

9. Ubique la guía en los rieles de la caja, deslice la guía de corte hasta el fondo. Esta debe quedar totalmente encajada dentro de la caja
10. Coloque la placa que había generado anteriormente sobre la guía de corte
11. Identifique el plato referente y analice su forma
12. Para facilitar la tarea ayúdese del plato referente, colóquelo sobre la placa de arcilla, recuerde hacer presión (con la parte inferior hacia abajo)
13. Identifique el borde superior del plato y haga presión hasta que el borde quede a la misma altura de la guía de corte, tenga en cuenta que debajo de la guía de corte y dentro de la caja se encuentra una espuma que ayudará de soporte
14. La guía de corte deberá trozar el material sobrante, retire el plato referente y la arcilla sobrante

15. Moje el borde de toda la pieza verificando que no tenga rebaba o esquinas desprolijas de material
16. Desmante la pieza halando el plástico que sirve como protector
17. Ubique la pieza sobre un espacio despejado sobre el sitio de trabajo, la parte más angosta hacia abajo y la más ancha hacia arriba (simulando la forma del plato)
18. Verifique la pieza final que acaba de elaborar y suavice los bordes
19. Ubique la pieza elaborada sobre la mesa, distante al sitio de trabajo

#### ***11.1.4 Protocolo de validación***

Al igual que en el proceso de la selección del modelo para las alternativas se optó por realizar una matriz de valoración por satisfacción para el cumplimiento de los marcos de criterios inclusivos por medio de una entrevista oral. Aplicando a cada una de las herramientas propuestas los 5 ítem propuestos:

1. ¿Es simple de usar, es decir, reduce al máximo las operaciones?
2. ¿Es de percepción rápida e inequívoca?
3. ¿Maneja un sistema de uso similar a las herramientas cerámicas tradicionales?
4. ¿Presenta un sistema de retroalimentación (feed-back) que informe el estado y actividad de la herramienta?
5. ¿Si se equivoca en el uso de la herramienta ésta no le genera ningún daño al usuario o al producto en fabricación?

Es de resaltar que no se encuentra literatura para la validación de este tipo de herramientas con enfoque tiflológico para la elaboración de piezas cerámicas, pero sí se tiene una referencia

sobre el sistema de inspección de defectos de integridad en piezas cerámicas, donde se hace un estudio comparativo de métodos de reconocimiento geométrico de formas. Esto nos permite dotar a este prototipo de un protocolo clasificador de la mayor calidad posible, comparando los defectos en las piezas cerámicas de la *Prueba primer proceso de elaboración de piezas* con instrumentos de evaluación tradicionales y de la *Prueba segundo proceso de elaboración de piezas* con instrumentos de evaluación con enfoque tiflológico.

De esta manera se clasifican en cuatro grupos dependiendo del tamaño del defecto observado. De mejor a peor calidad la clasificación es la siguiente:

1. Calidad alta: ausencia de defecto, pasan a dureza de hueso
2. Calidad media: tienen pocos defectos, pasan a dureza de cuero
3. Calidad baja: tienen defectos, pasan a inspección por segunda vez
4. Desechos: se reduce a partes pequeñas e hidrata para usar como materia prima

Para este estudio se usaron diez piezas cerámicas correspondientes a los pocillos fabricados por cada uno de los cinco participantes, dos por cada usuario. Se tomaron imágenes de la vista superior, inferior y lateral, estas imágenes fueron obtenidas en dureza de hueso dando la posibilidad de una segunda inspección si la calidad era baja, conservando así la naturaleza del proceso a estudiar. Posteriormente se segmentan extrayendo los defectos de integridad como objetos 2D dentro de figuras geométricas, ver figura 39.

De cada pieza se calcularon 5 medidas o características geométricas:

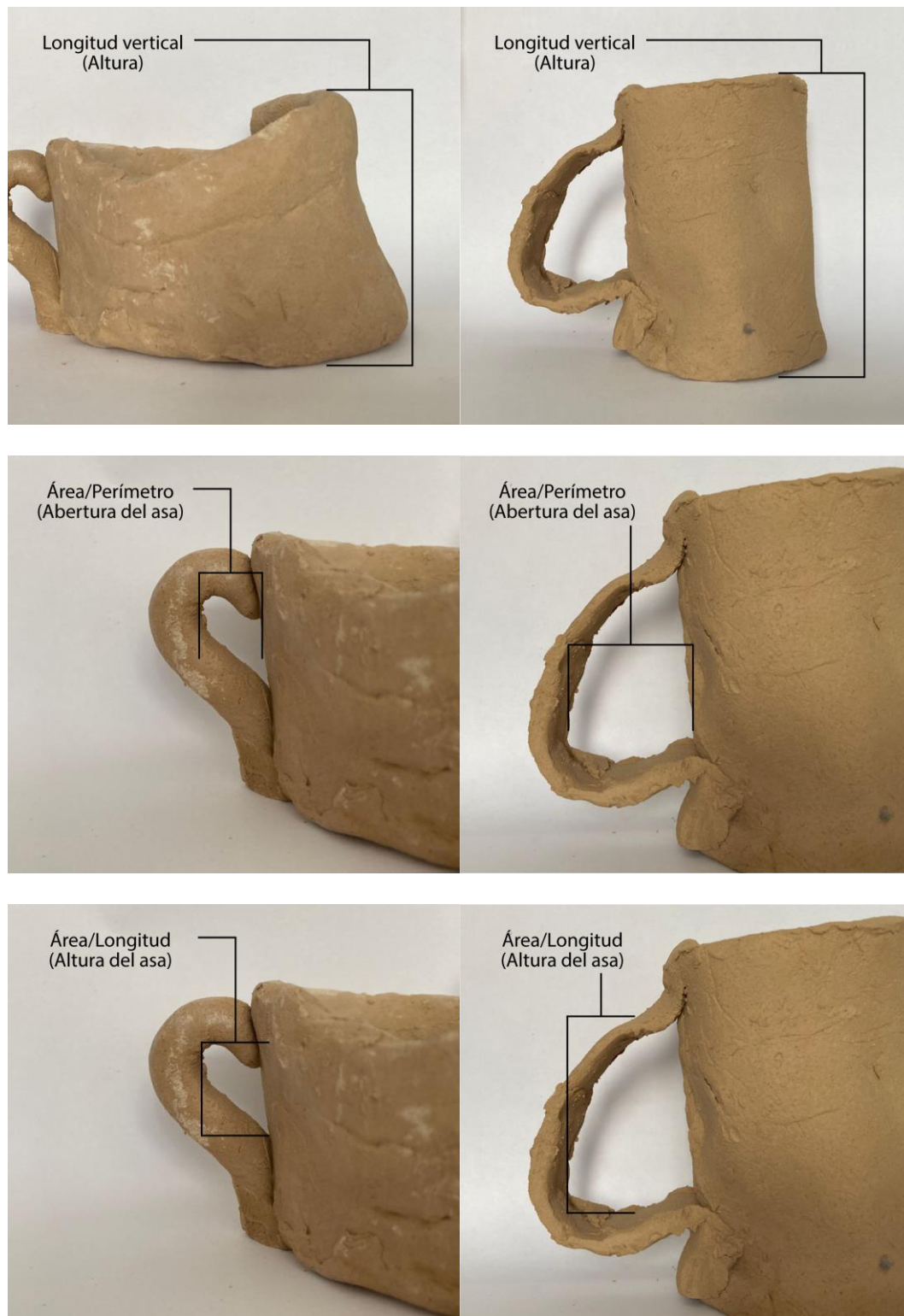
1. Diámetro 1 (borde superior)
2. Diámetro 2 (borde inferior-base)

3. Longitud vertical (altura)
4. Área/Perímetro (abertura del asa)
5. Área/Longitud (altura del asa)

**Figura 39.**

*Sistema de inspección de defectos de integridad en piezas cerámicas*





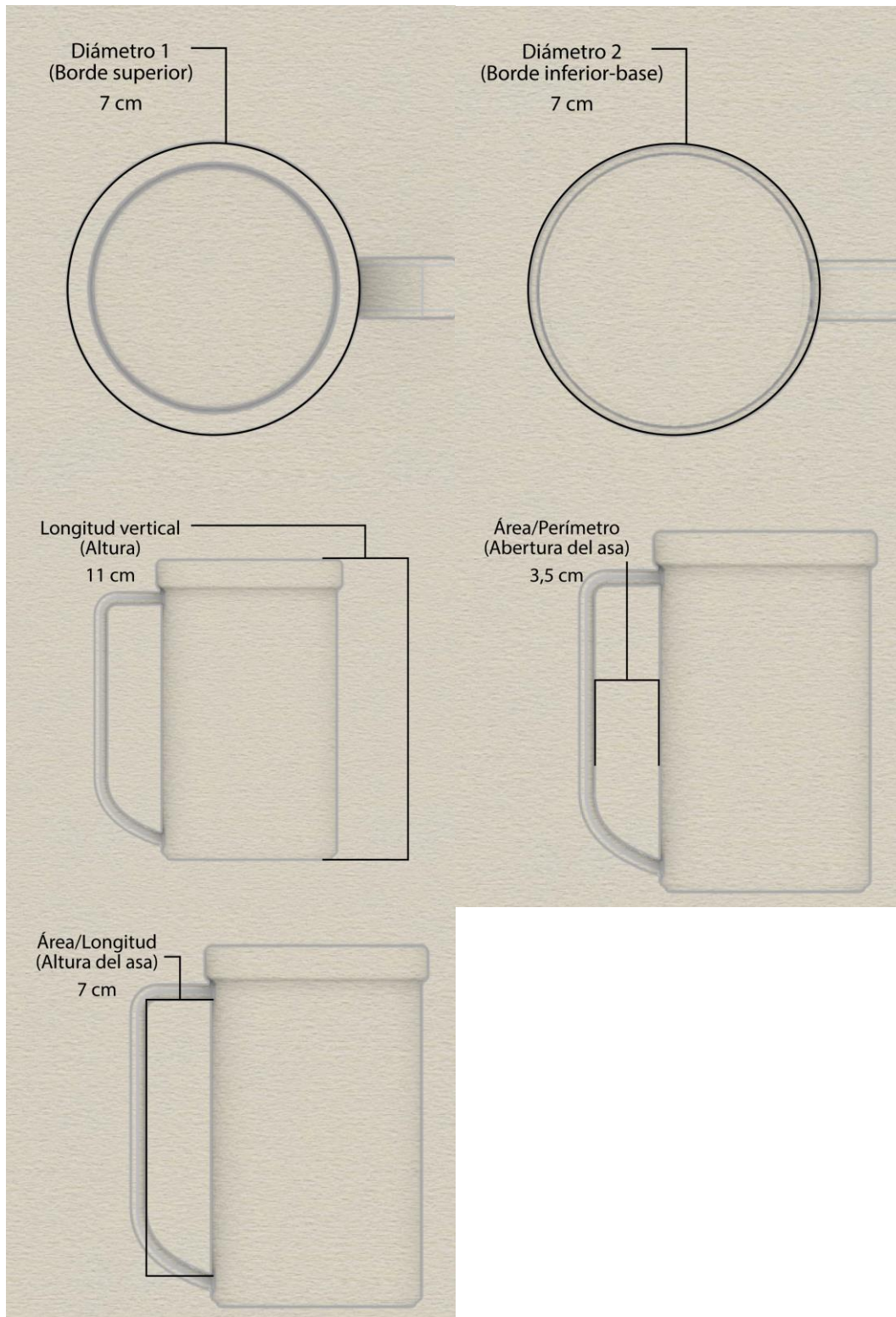
*Nota.* Las figuras presentan un estudio comparativo de métodos de reconocimiento geométrico de formas para las piezas cerámicas fabricadas por el mismo usuario, de izquierda a derecha, fila 1: diámetro 1, pocillo primera y segunda prueba, fila 2: diámetro 2, pocillo primera y segunda prueba,

fila 3: longitud vertical, pocillo primera y segunda prueba, fila 4: área/perímetro, pocillo primera y segunda prueba, fila 5: área/longitud, pocillo primera y segunda prueba

La selección de características se ha realizado con reconocimiento geométrico de formas y variando la calidad de 1 a 4 según la clasificación mostrada anteriormente; es necesario tener en cuenta que los valores de Acierto (Calidad) se otorgan comparando las medidas estándar de una pieza referente modelada en base al percentil 50 de la mano Latinoamericana actual, con los parámetros de dichas características, ver figura 40.

**Figura 40.**

*Modelo referente pieza de vajilla “pocillo”*



*Nota.* Las figuras presentan las medidas estándar de una pieza referente modelada en base al percentil 50 de la mano Latinoamericana actual, de izquierda a derecha, fila 1: diámetro 1 y diámetro 2, fila 2: longitud vertical y área/perímetro, fila 3: área/longitud

La matriz para cada una de las piezas y sus respectivas características han sido las representadas en la siguiente tabla:

**Tabla 7.**

*Valores comparativos de características geométricas y de calidad en diez piezas cerámicas respecto a la figura referente*

Usuario	Piezas	Características	Parámetro referente (cm)	Parámetro de validación (cm)	Acierto (Calidad)	Porcentaje de precisión (%)		
1	Pocillo primera prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	6	2	85,7		
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	7	1	100		
		Longitud vertical (altura)	11	5	3	45,4		
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	1	4	28,5		
		Área/Longitud (altura del asa)	7	2	4	28,5		
		Diámetro 1 (borde superior)	7	6	1	85,7		
	Pocillo segunda prueba	Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	6	2	85,7		
		Longitud vertical (altura)	11	8	2	72,7		
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	3	1	85,7		
		Área/Longitud (altura del asa)	7	5	2	71,4		
		2	Pocillo primera prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	8	2	86
				Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	8	2	86
Longitud vertical (altura)	11			5,5	3	50		
Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5			2	4	57,1		
Área/Longitud (altura)	7			3,5	4	50		

		del asa)				
	Pocillo segunda prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	6,5	2	92,8
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	6	2	85,7
		Longitud vertical (altura)	11	10	1	90,9
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	3,5	1	100
		Área/Longitud (altura del asa)	7	9	2	71,4
3	Pocillo primera prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	7,5	1	92,8
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	7	1	100
		Longitud vertical (altura)	11	9	2	81,8
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	-	-	-
		Área/Longitud (altura del asa)	7	-	-	-
	Pocillo segunda prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	6	2	85,7
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	6	2	85,7
		Longitud vertical (altura)	11	9	2	81,8
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	4	2	85,7
		Área/Longitud (altura del asa)	7	6	2	85,7
4	Pocillo primera prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	8	2	85,7
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	9	3	71,4
		Longitud vertical (altura)	11	6	3	54,5
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	2	4	57,1
		Área/Longitud (altura del asa)	7	4	4	57,1
	Pocillo segunda prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	7	1	100
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	7	1	100
		Longitud vertical (altura)	11	10	2	90,9
		Área/Perímetro	3,5	3	2	85,7

		(abertura del asa)				
		Área/Longitud (altura del asa)	7	6	2	85,7
5	Pocillo primera prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	9,5	4	64,2
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	10	4	57,1
		Longitud vertical (altura)	11	6	3	54,5
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	4	2	85,7
		Área/Longitud (altura del asa)	7	4	4	57,1
	Pocillo segunda prueba	Diámetro 1 (borde superior)	7	8	2	85,7
		Diámetro 2 (borde inferior-base)	7	8	2	85,7
		Longitud vertical (altura)	11	10,5	1	95,4
		Área/Perímetro (abertura del asa)	3,5	4	2	85,7
		Área/Longitud (altura del asa)	7	7	1	100

*Nota.* Esta tabla muestra las características geométricas de los pocillos elaborados en la primera y segunda prueba de validación, y su clasificación de calidad comparadas con las medidas estándar de una pieza referente modelada en base al percentil 50 de la mano Latinoamericana actual

### **11.1.5 Resultados**

La mayor parte de la entrevista giró en torno a preguntas de concienciación relacionadas con los implementos guías con enfoque tiflológico y su nivel de satisfacción, las dificultades con las interacciones y las soluciones implementadas según las tareas propuestas.

Como se esperaba una de las dificultades fue la falta de conocimiento sobre los implementos guías del espacio de trabajo, para qué se usarían y cuántos. Aunque, se obtuvo una respuesta positiva por la disminución en la cantidad de implementos para realizar las diferentes funciones de la técnica de planos, enfatizando en lo agradable que fue tener una herramienta con múltiples respuestas de uso. Por otro lado, a pesar de ser una nueva solución donde se hace

necesaria cierta experiencia en la rehabilitación, se evidenció comodidad sobre la identificación de los encajes y las texturas implementadas en los diferentes componentes, ya que el desarrollo de la prueba implicaba mover y ajustar las herramientas mientras se realizaban tareas específicas. Algunos usuarios informaron que podían inferir información útil de lo que escuchaban, frases como “lo ubico aquí”, “debo moverlo como un rodillo de pintura”, etc., fueron de ayuda, pero que se sentían perdidos al no recibir un mayor estímulo de orientación. Como era de esperar, los usuarios informaron que los nuevos entornos eran más exigentes en lo que respecta a la interacción entre los componentes, pero que se solventan con los puntos de referencia y la señalización presente.

Respecto a la comparación de acabado en las piezas elaboradas con las herramientas tradicionales y el kit propuesto en el presente trabajo de grado, se puede observar en la figura 41 que los implementos guías con enfoque tiflológico permitieron a las personas con discapacidad visual crear piezas cerámicas con mayor precisión y destreza utilizando la técnica de planos (ver pieza resultante de la derecha) en comparación a la técnica de rollos (ver pieza resultante de la izquierda). La validación realizada mostró mejoras significativas en las habilidades manuales y la confianza en el manejo de los materiales en los cinco usuarios, logrando un acabado de calidad en las piezas. Evidenciando la efectividad de los implementos en fomentar la autonomía y la productividad en un entorno de trabajo inclusivo.

**Figura 41.**

*Comparación de acabados en el proceso de validación final*



La cantidad de espacio libre en estos nuevos entornos también es un factor, por esta razón al presentar un diseño compacto donde el empaque funcione como parte de la solución propuesta para el moldeo de las piezas permite disminuir el desorden, la cantidad de objetos y herramientas empleados para las tareas de fabricación y la dificultad en la percepción, convirtiendo el proceso de elaboración de piezas en arcilla en un proceso eficiente.

Todos los participantes declararon estar ansiosos por aprender algo nuevo y tener un conocimiento más profundo sobre su entorno y lo que este proceso les permitiría hacer con su tiempo libre, aunque algunos enfatizaron que no esperaban y/o deseaban que la herramienta fuera un producto que acoplara soluciones ya propuestas con respuestas tal vez auditivas, sino una propuesta de implementos con adaptaciones de forma sutil para ser usadas por ellos y por otros.

Basándonos en nuestros hallazgos, y teniendo en cuenta el estado de la investigación, centramos nuestra atención en el análisis tecnológico de soluciones de asistencia, encontrando nuevos entornos donde la tecnología convencional pudiera apoyarnos agregando capas de información y bases para la generación de ideas.

### 13. Conclusiones

Para interpretar los resultados en un contexto más detallado es importante abordar cada uno de los objetivos específicos mencionados anteriormente, analizando cómo el kit de implementos guías con enfoque tiflológico mejora y resuelve los problemas planteados, tomando en cuenta el contexto de la discapacidad visual y la metodología propuesta.

1. Para identificar el proceso de fabricación de la vajilla de tres elementos, el enfoque de Diseño centrado en el usuario (HCD) debe ser adaptado considerando las necesidades específicas de personas con discapacidad visual.

El kit de implementos guías actúa como una herramienta esencial para realizar un diagnóstico de la accesibilidad del diseño, promoviendo que el usuario sea capaz de identificar y clasificar las piezas por sus propiedades táctiles, y facilitando la creación de las especificaciones de diseño del producto (PDS).

2. La metodología de Diseño Universal y el enfoque tiflológico buscan soluciones inclusivas y accesibles.

En este caso, el enfoque tiflológico ayuda a integrar las características táctiles en el diseño de las piezas, permitiendo que las alternativas de diseño sean fácilmente interpretadas y utilizadas por personas con discapacidad visual, logrando una integración efectiva de la accesibilidad en el proceso creativo. Las herramientas guías permiten a los usuarios medir, cortar, y moldear la arcilla de manera eficiente.

3. El desarrollo de un modelo tridimensional de las piezas de vajilla implica considerar tanto los aspectos estéticos como funcionales.

El enfoque tiflológico permite percibir las características de las piezas mediante el tacto, mejorando su comprensión de las propiedades mecánicas y formales, logrando ajustar el modelo y verificar la viabilidad de los materiales y el diseño en función de la resistencia y la facilidad de fabricación.

4. El protocolo de investigación que mide la precisión de los acabados de las piezas cerámicas ofrece una referencia precisa de las dimensiones y detalles de cada pieza.

El enfoque tiflológico en el kit de implementos guías como herramienta de calibración táctil, es clave para validar la precisión de las piezas, ya que proporciona a los usuarios una solución mejorada que se alinea con sus necesidades sensoriales y su capacidad motriz de forma eficaz. Este proceso de validación se enfoca en la adaptabilidad del sistema para usuarios con diferentes grados de discapacidad visual.

## **14. Mejoras y Sugerencias**

Existen algunas variables que condicionan la situación de capacitación-uso de los implementos guías con enfoque tiflológico y que se refieren al usuario con discapacidad visual severa:

- a) Edad y nivel de alfabetización: no es igual enseñar a un usuario con ceguera de una AV igual o mayor 1/60 (cuenta dedos a 1 metro), por ejemplo, con unas capacidades táctiles intactas, que a un adulto que acaba de perder la vista con una ceguera donde solo percibe

la luz, que tiene un código de lectoescritura previo en vista pero que no está acostumbrado a percibir a través del tacto.

- b) Perspectivas de uso: si lo utilizará en su trabajo o contribuye al mejoramiento de su integridad laboral, si solo lo utilizará para rehabilitación motriz o para divertimento, etcétera.
- c) Características psicofísicas del usuario: el tiempo que ha transcurrido desde la pérdida visual, su grado de ajuste a la discapacidad visual, la destreza motriz y manual, el desarrollo madurativo, etcétera.
- d) Tiempo de dedicación al aprendizaje y a la práctica individual para el perfeccionamiento.
- e) Apoyo del entorno: familia, amigos, centro de rehabilitación REDES, etcétera.
- f) Motivación del usuario: este es un aspecto esencial, por ello se procurará fomentarla al máximo, haciendo ver a las personas con discapacidad visual que el empleo del kit de implementos guías es para él/ella útil y provechoso. Entre las fórmulas que podemos adoptar como medio de motivación, podemos mencionar las siguientes:
  - Organizar sesiones de elaboración de piezas en arcilla en grupo de varios usuarios con diferentes niveles de capacidad visual, con el fin de auto compararse.
  - Organizar unas sesiones de mejoramiento del proceso de manufactura, buscando nuevas soluciones de fabricación y mejoras en los implementos guías. Como encajes más amigables, mejores sistemas de ensamble entre los componentes de cada herramienta y disminución de errores en el moldeo de planos.
  - Utilizar diferentes materiales como apoyo para la capacitación de uso y la generación de propuestas creativas como un manual de uso didáctico que también cumpla con tecnologías tiflológicas (instrucciones y planos rotulados en braille).

## 15. Manual de uso

En cuanto a la didáctica del sistema, hemos de tener en cuenta que no es igual enseñar a usar la solución propuesta a una persona con discapacidad visual de nacimiento (que está muy motivado y aprende al mismo tiempo que sus pares videntes), que a un adulto con ceguera reciente (que seguramente no habrá asumido aún el problema, no tiene costumbre de rehabilitar sus destrezas motrices, sin motivación para aprender, etcétera). Hay que considerar que el adulto con discapacidad visual esté alfabetizado o no. Aunque estas situaciones tienen elementos comunes, presentan diferentes procesos y se necesitan destrezas previas y requisitos distintos para lograr el desempeño esperado.

Habrá que analizar cada situación y darle la respuesta oportuna, buscando estrategias que refuercen el proceso:

Será preciso simultanear el proceso de capacitación y uso con el fin de contribuir al mejoramiento de su integridad laboral, pues es más motivante, se refuerza lo aprendido y se pueden ejercitar actividades relacionadas con la creatividad, generando nuevas piezas fuera de los tres objetos en material cerámico propuestos.

Habrá que evitar desde el primer momento posturas incorrectas a la hora de colocar los dedos y las manos en los implementos guías: la palma deberá quedar fija sobre la herramienta de aplanado, apoyada sobre la parte superior señalizada con textura rugosa. Los dedos han de entrar en contacto solo para generar direccionamiento y movilidad (flexionados mínimamente y ejerciendo presión para realizar la actividad de aplanado).

Será preciso seguir lo aprendido en el nuevo sistema de medición propuesto con cuadrados en una retícula de 2 \* 2 cm, facilitando al usuario nuevos objetos de referencia acordes con sus intereses y con su progreso. En general, es necesario desarrollar una mínima capacidad táctil previa, que se puede alcanzar con ejercicios de motricidad fina.

### Referencias

- Acheson, J. (2010). Blindness in neurological disease: A short overview of new therapies from translational research. *Current Opinion in Neurology*, 23(1), 1–3.  
<https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328335df5c>
- Bigham, Jeffrey P., et al. *VizWiz: nearly real-time answers to visual questions*. Proc. Of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, 2010.
- Bilurbina, L., Liesa F. & Iribarren J. (2003). *Corrosión y Protección. 1ª edición*. Ed. UPC., Barcelona, España.
- Bourne, R. R. A., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., Das, A., Jonas, J. B., Keeffe, J., Kempen, J. H., Leasher, J., Limburg, H., Naidoo, K., Pesudovs, K., Resnikoff, S., Silvester, A., Stevens, G. A., Tahhan, N., Wong, T. Y., Taylor, H. R., Bourne, R., ... Zheng, Y. (2017). Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(9), e888-e897. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30293-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30293-0)
- Dandona, L., & Dandona, R. (2006). Revision of visual impairment definitions in the International Statistical Classification of Diseases. *BMC Medicine*, 4, 7.  
<https://doi.org/10.1186/1741-7015-4-7>
- Cobos, R. R. (2016). *El polietilén tereftalato (PET) como envase de aguas minerales*. Bol Soc Esp Hidrol Méd, 31(2), 179-190.
- Comité sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. (2016). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*. Naciones Unidas.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Recomendaciones-comite-colombia-2016.pdf>

DANE. (2015). *REGISTRO PARA LA LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/discapacidad>

DANE, I. para todos. (2020). *Medición de empleo informal y seguridad social*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE Bogotá, Colombia.

De Sousa, C., Correia, A., & Colmenares, M. C. (2010). *Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control*. *Boletín de malariología y salud ambiental*, 50(2), 187-196.

Diéguez, J. M. (1997). Acabado de la madera. *Duración al exterior y temperatura de transición vítrea*. AITIM, 186, 60-64.

Dionisi, Alessandro, Emilio Sardini, and Mauron Serpelloni. *Wearable object detection system for the blind*. Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2012 IEEE

Eckert, K. A., Carter, M. J., Lansingh, V. C., Wilson, D. A., Furtado, J. M., Frick, K. D., & Resnikoff, S. (2015). A Simple Method for Estimating the Economic Cost of Productivity Loss Due to Blindness and Moderate to Severe Visual Impairment. *Ophthalmic Epidemiology*, 22(5), 349-355. <https://doi.org/10.3109/09286586.2015.1066394>

Instituto Nacional para Ciegos. (2018). *Instituto Nacional para Ciegos*. <http://www.inci.gov.co/>

Jimenez, M., González Benito, F. J., Aznar Jiménez, A., & Baselga Llidó, J. (2000). *Degradación hidrolítica de recubrimientos polisiloxánicos de fibras de vidrio*.

López, F. & González, José M. & Acebrón, F.. *SISTEMA AUTOMÁTICO DE INSPECCIÓN ÓPTICA DE DEFECTOS DE INTEGRIDAD EN PIEZAS CERÁMICAS : "ESTUDIO COMPARATIVO DE MÉTODOS DE RECONOCIMIENTO GEOMÉTRICO DE FORMAS*.

Munari, B. (1983). *Como Nacen los Objetos—Bruno Munari* (Apuntes para una metodología proyectual, Vol. 1). Gustavo Gili.

[https://www.academia.edu/4298284/Como\\_Nacen\\_los\\_Objetos\\_-\\_Bruno\\_Munari](https://www.academia.edu/4298284/Como_Nacen_los_Objetos_-_Bruno_Munari)

Organization, W. H. (2005). *State of the world's sight: VISION 2020 : the Right to Sight : 1999-2005*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43300>

Padilla-Muñoz, A. (2010). *Discapacidad: Contexto, concepto y modelos\* Disability: Context, concept and models*. 35.

Palomino, M. del C. P. (2013). Tiflotecnología e inclusión educativa: Evaluación de sus posibilidades didácticas para el alumnado con discapacidad visual. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*, 9, Article 9.

<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/reid/article/view/1180>

Ramundo, P. S. (2010). Cerámica y procesos sociales: implicaciones metodológicas para su estudio en la Quebrada de La Cueva, Humahuaca, Jujuy, *Temas de historia argentina y americana*, 17, 181-198. Recuperado de

<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/ceramica-procesos-sociales-implicaciones-metodologicas.pdf>

Ríos, M. I. H. (2015). El Concepto de Discapacidad: De la Enfermedad al Enfoque de Derechos. *Revista CES*, 6(2), 14.

Sánchez, L. (2013). *Nociones generales sobre cerámica*. 6.

Sarker, D. (2013). Microfinance for Disabled People: How is it Contributing? *Research Journal of Finance and Accounting*, 9.

Saunders, P. (2007). The Costs of Disability and the Incidence of Poverty. *Australian Journal of Social Issues*, 42(4), 461-480. <https://doi.org/10.1002/j.1839-4655.2007.tb00072.x>

Schkolnik, S. (2010). *América Latina: La medición de la discapacidad a partir de los censos y fuentes alternativas* (N.º 59). Comisión Económica para América Latina y el Caribe

(CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6954>

Sickness, *Disability and Work: Breaking the Barriers* / *READ online*. (2010). OECD ILibrary.

[https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/sickness-disability-and-work-breaking-the-barriers\\_9789264088856-en](https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/sickness-disability-and-work-breaking-the-barriers_9789264088856-en)

Stewart, J., et al. *Accessible contextual information for urban orientation*. Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing. ACM, 2008.

Suirezs, T. M., Magnago, S., Pereyra, O., Bobadilla, E. A., Weber, E. M., Bernio, J. C., ... & Vera, L. A. (2009). *Absorción de agua en maderas con porosidad difusa, circular y no porosa impregnada por los métodos sin presión ya presión*.