

Diseño de un dispositivo de escritura con materiales amigables con el medio ambiente

Design of a writing device with materials friendly with the environment

SUÁREZ, Andrés F.¹

CONTRERAS, Leonardo E.²

FUENTES, Héctor J.³

Resumen

En el presente artículo, se propone el desarrollo conceptual de un dispositivo encargado de realizar una de las actividades más importantes y frecuentes del ser humano como lo es la escritura. Es rediseñado con elementos y materiales amigables con el medio ambiente. Satisface la escritura mediante una nueva tinta de calidad basada en agua, y un rediseño con características ergonómicas utilizando herramientas de ingeniería como la casa de la calidad (QFD) Función Despliegue de la Calidad y simulación CAD Computer-aided design

Palabras clave: Bolígrafo recargable, CAD, medio ambiente, QFD

Abstract

In this article, we propose the conceptual development of a device in charge of performing one of the most important and frequent activities of the human being such as writing. It is redesigned with environmentally friendly elements and materials. Satisfy writing using a new water-based quality ink, and redesign with ergonomic features using engineering tools such as quality house (QFD) and CAD simulation

key words: Rechargeable pen, CAD, environment, QFD

1. Introducción

La acumulación de residuos plásticos en los hábitats pelágicos de los giros subtropicales es un fenómeno mundial de creciente preocupación, en particular con respecto a la vida silvestre. Cuando los animales ingieren desechos de plástico asociados con contaminantes químicos, corren el riesgo de bioacumular contaminantes peligrosos y la humanidad ha tenido la necesidad de buscar y adquirir conocimiento sobre los factores que intervienen en el daño ambiental (Rochman et al., 2014). Por ejemplo, el área del Mar del Norte densamente poblada e industrializada es principalmente una fuente de escombros marinos, principalmente de plásticos, donde los vientos y las corrientes exportan escombros flotantes y evitan la acumulación local (Van Franeker & Law, 2015)

¹ Estudiante de Ingeniería Industrial. Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). anfsuarezl@udistrital.edu.co

² Docente de planta. Facultad de ingeniería. Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). lecontrerasb@udistrital.edu.co

³ Docente de planta. Facultad de ingeniería. Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). hjfuentesl@udistrital.edu.co

Entre los contaminantes más fuertes se encuentran los polímeros sintéticos, que debido a que no son biodegradables, tienen una larga vida, lo que ha provocado daños ecológicos alarmantes (Huisman & Welssing, 1999). Peor aún es saber que la producción de plástico en todo el mundo está creciendo a un ritmo de alrededor del 5% por año (Cózar et al., 2014). Además, estudios estiman que hasta el año 2017 se han producido 8300 millones de toneladas métricas de plásticos vírgenes (Geyer, Jambeck, & Law, 2017). Sin embargo, falta información global sólida sobre su destino al final de la vida (Rochman et al., 2014).

En la actualidad, se llevan a cabo una gran cantidad de trabajos de investigación destinados a reducir el desperdicio de plástico y fabricar productos que tienen un menor impacto en el medio ambiente, ya que existen aproximadamente 100 millones de plásticos que forman parte de nuestra vida diaria y cuyo uso es esencial (Maldonado, 2009). También el uso diario de productos químicos ha tenido una demanda creciente, pues se utilizan alrededor de 60.000 productos químicos diferentes cada día, entre 100 y 150 nuevos productos químicos se sintetizan cada año (Julák, et al., 2003).

A partir de 2015, se habían generado aproximadamente 6300 Mt de residuos plásticos, de los cuales aproximadamente el 9% se había reciclado, el 12% se había incinerado y el 79% se había acumulado en vertederos o en el entorno natural. Si continúan las tendencias actuales de producción y gestión de residuos, para 2050 aproximadamente 12,000 Mt de residuos plásticos estarán en vertederos o en el medio ambiente natural (Geyer et al., 2017).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, y teniendo en cuenta los avances tecnológicos y de tecnologías limpias, surgen diversas preguntas tales como: ¿Cómo se puede contribuir a un medio ambiente más saludable, partiendo de una de las necesidades más esenciales del hombre, como es la escritura? ¿Sería posible crear un implemento de escritura con materiales que afecten menos el entorno medio ambiental?

Para el desarrollo de este implemento de escritura se requiere abordar diversos campos de la ingeniería así como conocer y aplicar herramientas que permitan un producto innovador en el cual se aborde el análisis de diseños, de ergonomía e impacto ambiental, como también análisis químicos para una tinta eficaz como herramientas indispensables para el diseño de cualquier instrumento que involucre alguna actividad biomecánica; tal es el caso de la escritura (Rosenblum, et al., 2006).

2. Marco teórico

2.1. Aproximación de escritura y el medio ambiente

Una de las actividades más cotidianas llevadas a cabo por el ser humano es escribir, independientemente de la cultura o la naturaleza de la misma, la escritura acompañada al hombre desde tiempos inmemoriales como única fuente de comunicación del pasado Ávila, (2012). Así mismo en la actualidad el uso de la escritura es esencial sin importar las tendencias económicas y tecnológicas. Por lo cual se observa que la escritura no se ha apartado de las actividades de la humanidad, y es por medio del bolígrafo (principalmente) que se cubre esta necesidad diaria.

El bolígrafo por lo general es un producto desechable. Según la EPA (United States Environmental Protection Agency) alrededor de 1.6 billones de bolígrafos son desechados solo en América latina. Si se multiplica esta cantidad por el número de décadas que sea usado este producto en el planeta se puede entender mejor el fenómeno de las islas de basura del tamaño de Texas (USA) que se encuentran en el océano. Así mismo manifiesta que este producto posee en su composición un plástico no biodegradable (difícil de reciclar), por lo que contribuye a la acumulación de tóxicos en el medio ambiente.

Los bolígrafos usualmente están compuestos por resina termolábil (plástico) y aleaciones metálicas. La decisión de utilizar polímeros se basa en la propiedad de plasticidad de las piezas, su bajo costo e impermeabilidad. El uso

generalizado del lapicero y la acumulación de materiales tóxicos para el medio ambiente han generado la necesidad de crear un bolígrafo recargable con materiales más biodegradables y económicos para el consumidor con un diseño económico y cómodo en su uso.

A partir de lo mencionado, puede afirmarse que la escritura es una de las actividades más importantes para el desarrollo del conocimiento del hombre, que sumada al interés por preservar los recursos del planeta ha venido desarrollando productos que faciliten el diario vivir y nuevas técnicas y tecnologías que a su vez generen poco o nulo efecto dañino sobre el planeta. Por tanto, se plantea este trabajo con un factor innovador el cual es, el poder generar una tinta para un bolígrafo a diseñar, la cual está basada en materiales orgánicos que produzcan trazos e intensidad similar a los comerciales.

2.2. Aproximación a creatividad e innovación

Antes de abordar el desarrollo del trabajo, es conveniente definir o tener claro algunos conceptos como el de creatividad y el de innovación. El primer término, a través de los años ha recibido varias interpretaciones dependiendo el campo de acción al que se pretenda aplicar, tanto así que (Díaz, 2011), describe el concepto de la creatividad como “extremadamente polivalente” y que “se resiste, por su propia naturaleza, a ser acotado mediante el sistema habitual de definición” (Díaz, 2011). Otros autores afirman que; la creatividad es un término que depende desde la perspectiva en que es concebida. Para muchos autores, ésta se puede definir desde varios puntos de vista, algunos la suelen definir como destreza, aptitud, capacidad y otros tantos como un proceso para resolución de problemas o como el resultado de algo nuevo Camacho & Fuentes, (2013). Al hablar de creatividad también es necesario diferenciarla de otros conceptos que pueden generar confusiones. Como es el caso de los conceptos: imaginación e innovación. Al respecto, (Robinson, 2011) enfatiza la diferencia entre imaginación, creatividad e innovación. Para él, la imaginación es la habilidad de evocar en la mente cosas que no se presentan a nuestros sentidos. Así pues, es posible que las imaginaciones no lleguen a plasmarse en el mundo real. La creatividad, por el contrario, implica hacer algo. “To call somebody creative suggests they are actively producing something in a deliberate way. People are not creative in the abstract; they are creative in something [...]. Creativity involves putting your imagination to work. In a sense, creativity is applied imagination” ((Robinson, 2011), p. 142). Bajo esta perspectiva, Robinson define la innovación como el proceso de la puesta en práctica de nuevas ideas. Según el autor, la innovación es la creatividad aplicada.

Así pues, el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior es susceptible de evolucionar para formar ingenieros creativos, capaces de desempeñarse en diferentes campos, de abordar trabajos impredecibles en un futuro debido a las condiciones del medio y la tecnología, y capaces de tomar decisiones (Villa, et al., (2018) . Muchos consideran que el ser humano es por naturaleza creador, pero ha de desarrollarse, ha de crecer; en definitiva, ha de hacerse progresivamente a sí mismo para integrarse en un mundo sometido a un proceso de cambio continuo, donde ya no basta aprender la cultura elaborada, sino que por todas partes se demandan respuestas nuevas a problemas urgentes. (Del Moral, 1999).

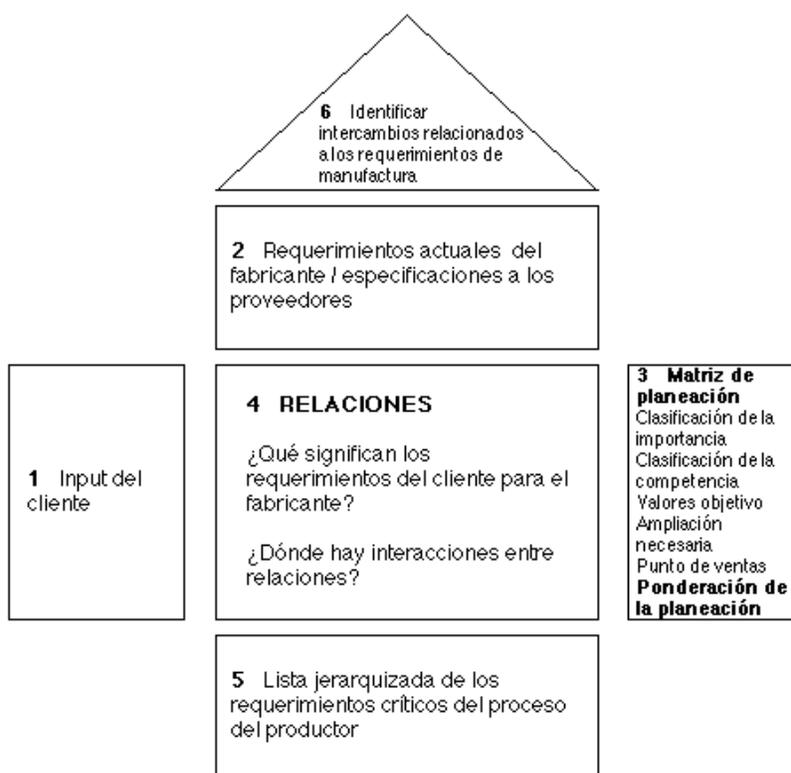
2.3. Generalidades de la casa de la calidad QFD

Para la elaboración del prototipo se establece una planificación que permita conocer una ruta lógica y certera para el diseño, fabricación y comercialización de un bien tangible que cumpla con las necesidades de los consumidores. La información acerca de los requerimientos de los clientes crea las bases para una matriz llamada la casa de la calidad (Chase, et al.,

(2009) que recoge las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en pasos sucesivos, a características técnicas y operativas satisfactorias

La casa de la calidad es un tipo de mapa conceptual que proporciona los medios para la planificación y las comunicaciones interfuncionales. Esta consta de seis matrices o campos (Figura 1); la matriz 1 es la entrada del cliente; es aquí donde se analizan y determinan los requerimientos del cliente. El campo 2 se usa para comparar las características técnicas en la matriz 1 con sus con sus tecnologías aplicadas asociadas. Sirven para contestar preguntas como: ¿Qué quiere el cliente?, ¿Cuáles son los requisitos técnicos relacionados con las características que quiere el cliente?, ¿Qué tecnologías son necesarias para satisfacer o sobrepasar los requisitos del cliente? (Granados & Contreras, 2014). Posteriormente, se analiza la competencia como forma de conocer las características más relevantes en el benchmarking en el costado derecho de la casa (matriz 3). La matriz 4 se usa para comparar los procesos de manufactura de la matriz 3 con sus procesos de control de calidad asociados. En la matriz 5 se comparan los procesos de control de calidad con sus procesos de control estadístico del proceso. Finalmente, en la matriz 6, se puede apreciar una comparación de los parámetros del control estadístico del proceso con las especificaciones que se han desarrollado para el producto a elaborar.

Figura 1
 1Estructura de la matriz Q.F.D. Fuente: (Goetsch D., 1994)



2.4. Diseño asistido por computador – CAD

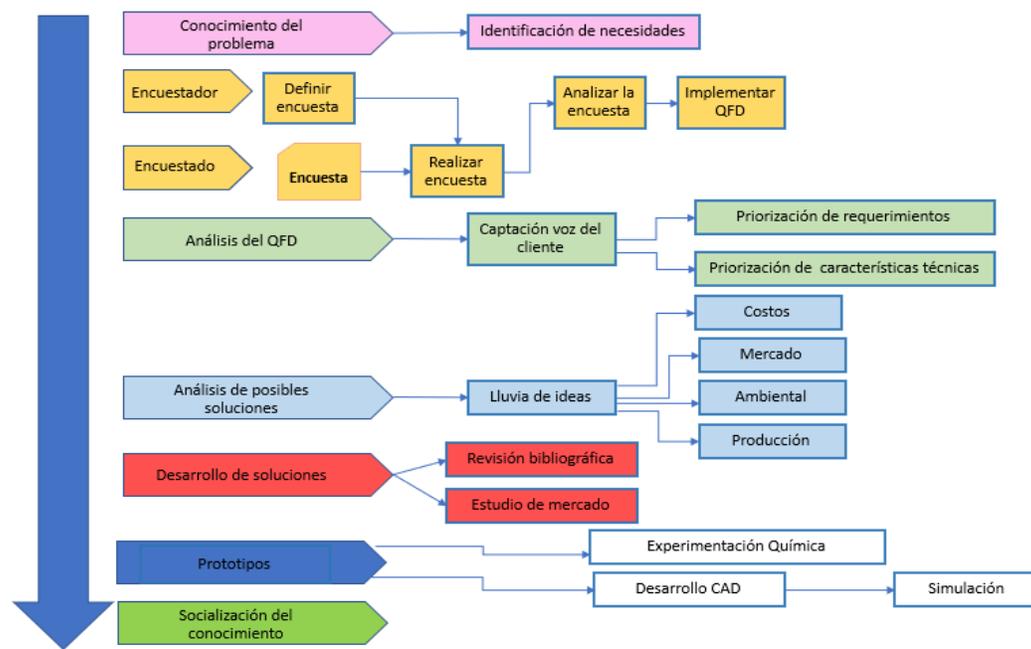
El diseño asistido por computadoras o diseño CAD, es una técnica que usa un software de diseño (mecánico, eléctrico o arquitectónico) por computador para representar dibujos en 2D y 3D, los cuales pueden ser simulados posteriormente según el campo de aplicación del producto o dispositivo que se halla diseñado. En estos programas es posible crear una representación gráfica de la pieza en tres dimensiones que permite visualizar todos los aspectos del diseño propuesto desde cualquier ángulo lo que ayuda a generar productos económicos y con una mayor calidad (Morales & Candal, 2006). Para el diseño del bolígrafo, se usará la herramienta CAD

denominada como Solidworks que cuentan con diversas funciones que permiten al usuario añadir componentes prediseñados y adaptarlos a su diseño, así como funciones de extrusión, redondeado, revolución, agujeros, etc. Permiten, además, obtener información sobre el modelo de forma rápida y sencilla: medidas, masa, componentes, ensamblaje, etc.

3. Metodología

Este proyecto nace de la integración de las TIC y ABP (aprendizaje basado en problemas) en la búsqueda de creatividad e innovación en los estudiantes de ingeniería industrial dentro de la asignatura procesos de manufactura. Diferentes autores han abordado el tema para identificar las razones por las cuales no se fomentan estas competencias en los ingenieros. Tal es el caso de (Reyes, 2004) quien plantea la necesidad de utilizar estrategias creativas que contrasten con las tradicionales a fin de lograr una mayor motivación en los alumnos, de tal manera que el proceso de aprendizaje resulte más estimulante. La metodología usada para el diseño del producto se describe brevemente en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 2
Flujograma de actividades a realizar

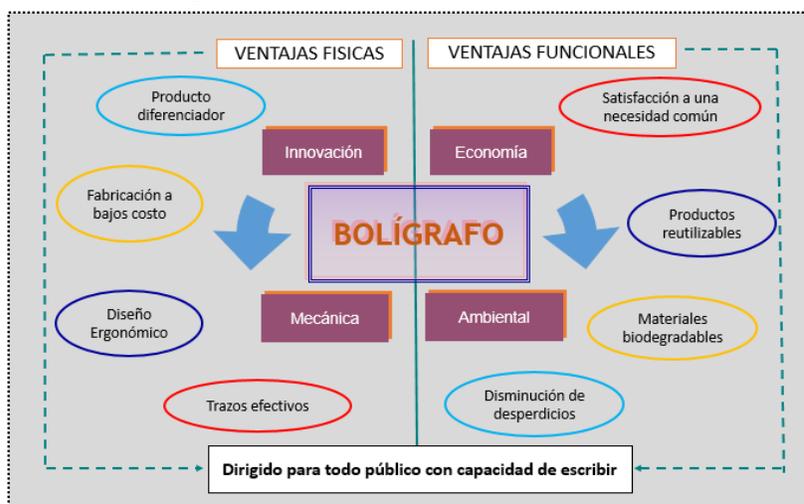


3.1. Estrategia planteada para el desarrollo del proyecto

Este trabajo partió, de una necesidad real de contribuir a la mejora medioambiental. Se observa en la necesidad básica de la escritura la oportunidad para darle solución a la gran cantidad de desecho plástico que generan los lapiceros. Se procede a establecer el objetivo de un nuevo producto para crear un dispositivo que genere una escritura eficaz, que favorezca el medio ambiente, y por medio de la lluvia de ideas, se plantea crear un lapicero con tinta soluble al agua, generando un bolígrafo recargable por medio de un insumo abundante, lo que genera bastantes beneficios para el público. Este trabajo abarca para su desarrollo la integración de diferentes áreas de la ingeniería industrial (mecánica, materiales, economía, procesos de manufactura e innovación) con el fin de identificar algunos de los posibles beneficios (Figura 3) **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** tales como:

- Menor costo para los clientes, pues un bolígrafo con esta capacidad, puede durar mucho más que un bolígrafo convencional, por lo tanto, se reduce los niveles de compra de esta herramienta.
- Menores costos de producción, debido a que se puede generar un producto eliminando el plástico como fuente principal para su forma, esto permite la idea de crear un bolígrafo con materiales abundantes y biodegradables que disminuyen costos de producción, tal es el caso del papel o el cartón.
- Satisfacción de los clientes, pues la idea no solo busca un producto ecológico si no que su uso genera resultados efectivos en trazos de calidad y diseño ergonómico para la comodidad de la persona.
- Tinta sostenible, al generar un componente químico que al reaccionar con el agua me genere una tinta de calidad, permite mayor facilidad a la hora de reciclar el papel para el proceso de limpieza y tamizado, pues una tinta en la cual el agua es su insumo principal, los procesos de reciclaje del papel o el cartón serán más fáciles y generaran residuos menos contaminantes.

Figura 3
Integración de áreas e identificación de beneficios



3.2. Captación de la voz del cliente

Con el fin de identificar necesidades, se realizó un estudio de mercado con una población considerable para evaluar la aceptación de un mercado que pueda demandarlo en un futuro (como es el caso de estudiantes y trabajadores de la Universidad Distrital- Colombia). Estas necesidades pueden subdividirse en necesidades del cliente y necesidades medioambientales (que involucran el diseño de la tinta y la selección de materiales para el “bolígrafo” o dispositivo de escritura. Para intentar solucionar las primeras, se plantearon entrevistas que incluyeron preguntas tales como las mostradas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1
Ejemplos de algunas preguntas de la encuesta

Preguntas
¿Usa frecuentemente lapiceros?
¿Compra frecuentemente bolígrafos?
Si existiera un bolígrafo que se recargue a base de agua ¿Cree que le generaría algún beneficio?
Si el producto se pone a la venta ¿Usted lo compraría?
¿Qué aspectos son los que más le gustan o considera positivos de un bolígrafo u dispositivo para escritura?
¿Qué aspectos son los que no le gustan o considera negativos un bolígrafo u dispositivo para escritura?
¿Si tuviera la oportunidad de realizar algún cambio a un bolígrafo o un dispositivo para escritura modificación al mobiliario, cuáles haría?

3.3. Priorización de los requisitos del cliente y características técnicas

Las demandas de los clientes pueden ser de tres clases: necesidades básicas, que son aquellas que el usuario siempre esperaría tener y le causarían insatisfacción en caso de no contar con ellas; necesidades explícitas, que son aquellas que entre mayor cumplimiento más satisfacción producirán en el usuario; y necesidades atractivas, que son fuente de sorpresa para el usuario y le generan valor agregado.

Un aspecto importante que se debe analizar antes de proceder a plantear posibles soluciones al problema de diseño, es identificar cual son los requisitos del cliente (RC) más importantes a los ojos de los mismos clientes. Esta tarea se realiza teniendo en cuenta el método de análisis jerárquico (AHP).

La selección y organización de las características técnicas, también pueden ser organizadas por el método de análisis jerárquico. Luego de realizar una tormenta de ideas con el fin de traducir los requisitos del cliente en términos y unidades de ingeniería (preferiblemente). El resultado de esta actividad será mostrado más adelante.

3.4. Experimentación química y diseño CAD

Posteriormente, el problema se trasladó al proceso de la tinta. En esta donde los estudiantes y el docente inician la búsqueda de materiales que faciliten su fabricación y que al mismo tiempo se realice con materiales que no generen daño al medio ambiente. Así mismo, los autores buscan un diseño del dispositivo que pueda facilitar esta tarea basado en los requisitos previos. La siguiente etapa de este trabajo, consiste en el análisis de la información suministrada por los futuros usuarios, por medio del método de función de calidad (QFD - Quality Function Deployment). De esta manera se traducirán algunos requisitos del cliente a especificaciones de diseño del nuevo producto que serán la base para generar diferentes modelos realizados por medio del Software Solidworks, y que posteriormente serán evaluadas por diversas metodologías de diseño tales como el método de análisis morfológico para finalmente seleccionar nuestro producto más óptimo con las características que demandan los clientes y el medio ambiente. Finalmente, la última etapa se denomina socialización del conocimiento, luego de simular el producto en software, se deberán realizar la evaluación formal por parte de jurados académicos que evaluarán el proyecto y se dará solución de dudas que surjan en esta etapa, como objetivo, se busca mostrar los conocimientos adquiridos a lo largo de este proceso, más allá de fijarse en el conocimiento basado en la memorización y demostrar un conocimiento basado en el contexto de la realidad y como ingenieros generar soluciones a problemas involucrados en la sociedad con base a la innovación, la prospectiva y la investigación.

4. Resultados

A continuación, se resumen los resultados encontrados en la investigación acerca de la viabilidad y elaboración de un producto novedoso que busque satisfacer una necesidad identificada en el área académico, donde se usó técnicas como la observación, estudio de mercado, experimentación, entre otras actividades.

4.1. En cuanto a la Tinta

Esta primera parte del desarrollo del proyecto presenta algunos resultados del estudio de mercado realizado a personas por medio de encuestas que buscan conocer el interés de las personas para evaluar la viabilidad sobre la fabricación y comercialización del producto expuesto. El estudio fue realizado para personas con un rango de edad de 18 y 50 años de edad, en su mayoría estudiantes universitarios, profesores y trabajadores del campo educativo. Según los datos del estudio, la gran mayoría (67% de los encuestados), manifiestan que el producto a generar no tendría inconveniente alguno, pues aseguraban que podía economizar el gasto de estos productos. Su principal temor, podría ser el hecho que la tinta generada sea de una baja calidad.

Otro de los datos relevantes del estudio está en que el 43% ven beneficios en este dispositivo recargable en el favorecimiento ambiental, a su vez el 32% piensan que es significativo este invento por el ahorro que les puede brindar y el 13% de las personas estudiadas afirman que es significativo porque puede generar una vida útil más extensa. Además, el 80% de la población encuestada suele utilizar lapiceros más de 5 días a la semana y solo el 5% de los encuestados no suelen utilizar este producto, lo que permite concluir que es un producto de consumo masivo.

Por otro lado, en cuanto a la experimentación química, se desarrollaron diferentes ensayos con el fin de identificar los materiales que podrían mezclarse con agua (para hacer el “dispositivo de escritura” recargable. Por medio de experimentos en el laboratorio fue posible realizar cambios en las proporciones de los materiales iniciales para mejorar la calidad de este insumo y obtener beneficios más precisos en su uso, como fuente de escritura. El procedimiento de la tinta de agua y los trazos finales de la tinta aceptable para el dispositivo de escritura, son mostrados en la Figura 4.

Figura 4
Ensayos de materia prima y trazos



Cabe mencionar que, para iniciar el procesamiento de la tinta, fue necesario pesar los materiales con un dispositivo de alta exactitud y con el mortero se procedió a moler los cristales del compuesto iónico hasta convertirlo en un polvo fino, con el fin de permitir una homogeneización más rápida en el agua de este material. La mezcla de los materiales para hacer las pruebas de escritura, se llevaron a cabo en un recipiente al que se agregó el agua, el ácido gálico y el polisacárido para luego introducir el compuesto iónico, la mezcla fue agitada para una disolución y homogeneización completa. Una vez se tiene una solución líquida, sin «grumos» se realizó

pruebas con la tinta obtenida, que arrojó al usar un bolígrafo comercial trazos finos, consistentes y con un secado de tinta en el papel inferior a 5 segundos. Luego de 12 meses de las pruebas de tinta, se observa que el papel no ha generado ninguna señal de oxidación que deteriore la superficie y por ende se cumple con una proporción ideal de materiales para una tinta de calidad.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta los materiales necesarios para la fabricación de la tinta y la cantidad necesaria de cada uno, especificando su tipo de medida. A su vez se indica el porcentaje que cada material significa para el producto total, entendiéndose que la suma de cada porcentaje es el 100 % del producto final. Es de tener en cuenta, que el agua (insumo que representa más del 88% de la mezcla) es el insumo proporcionado por cada cliente, pues su abundancia representa una ventaja en el ahorro del consumidor y en el poco procesamiento industrial, minimizando la contaminación y generando una industria ecológica.

Tabla 2
Materiales y proporciones de la propuesta

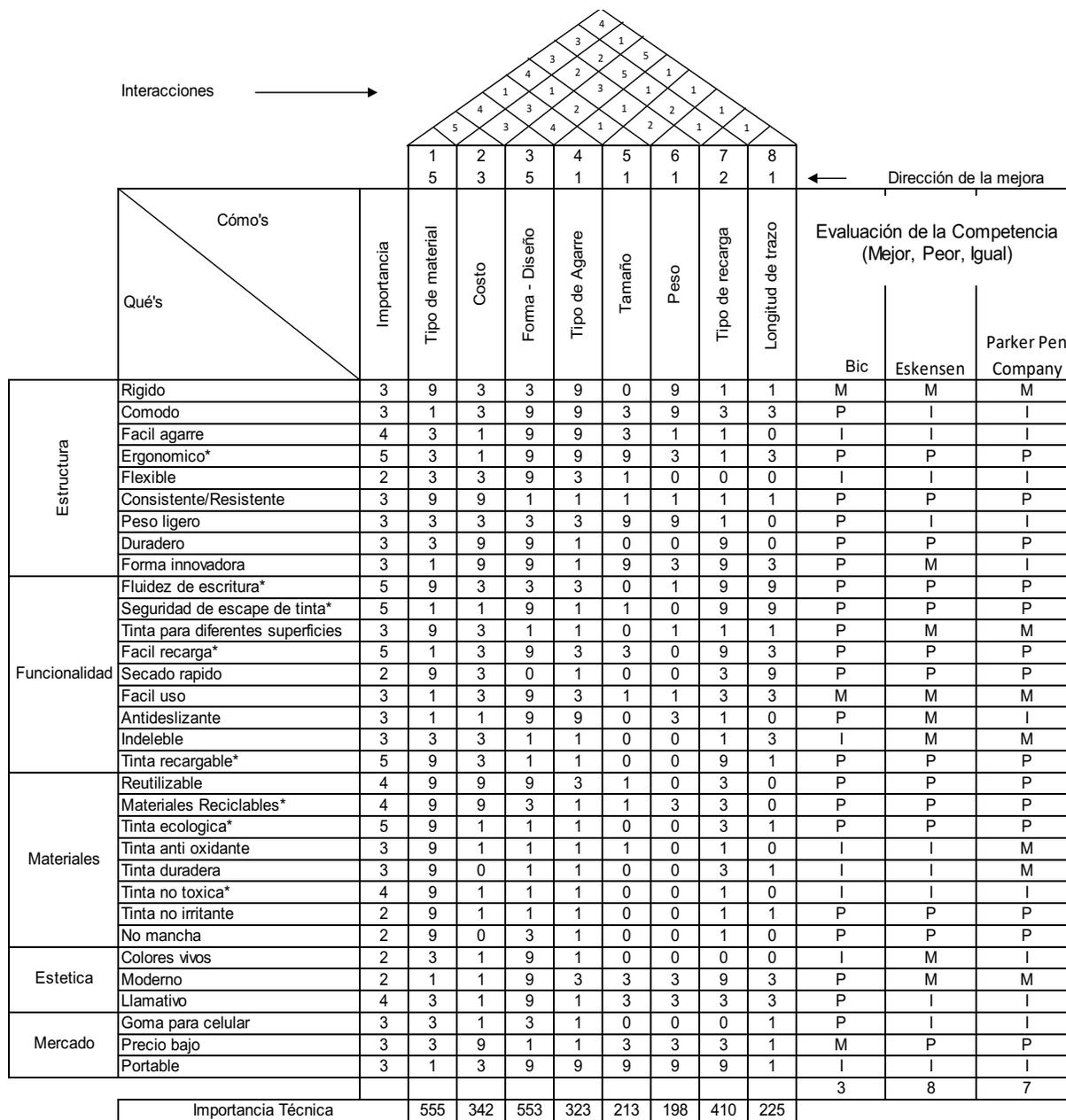
Material	Descripción	Cantidad (g)	Porcentaje
Agua (ml)	Disolvente	40	88,69%
Compuesto iónico (g)	Acelera el secado en el papel al tener contacto con el oxígeno	2,1	4,66%
Ácido gálico (g)	Al reaccionar con el agua, es el encargado de darle el color a la tinta.	1	2,22%
Polisacárido (g)	Genera textura y espesor en la tinta.	2	4,43%
TOTAL		45,1	100%

4.2. En cuanto al diseño

El segundo resultado obtenido es la casa de la calidad (

Figura 5). En ella se describen las Características Técnicas que más influyen o pueden solucionar los Requisitos del cliente (RC). Esta primera matriz arrojó como resultado 36 Características Técnicas. Obtienen el mayor valor el tipo de material y la forma o el diseño del bolígrafo, seguidas por el tipo de recarga en el tercer lugar.

Figura 5
Casa de la calidad o Q.F.D



4.2.1. Características morfológicas

Las características morfológicas son cualidades (puntuales o peculiares) que van a ayudar a promover diseños que satisfagan los requerimientos establecidos en los Como's de nuestra casa de la calidad. El criterio con el cual se determinan las características se hace con la ayuda de un método analítico-combinatorio denominado análisis morfológico, cuyo objetivo es resolver problemas mediante el análisis de las partes que lo componen. El tipo de material, forma y diseño del bolígrafo, tipo de carga, tipo de agarre y longitud de trazo son las características para la elaboración del producto. La característica de costo no se tuvo en cuenta en esta evaluación ya que, al

ser un producto reutilizable y cargable con agua, esta necesidad se satisface en gran manera (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 3
Explicación de las características del diseño del bolígrafo como parte del análisis morfológico

Características Morfológica	Explicación
Tipo de agarre	La comodidad y un buen agarre es un elemento que aporta de manera significativa, debido a que puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas como el síndrome del Túnel carpiano o tendinitis.
Longitud de trazo	Consiste en el tipo de punta que cada prototipo irá a tener y su importancia se debe a que es importante la fluidez de escritura como un criterio importante por los usuarios, para realizar trazos suaves y extensivos.
Tipo de recarga	Los usuarios identificados en las encuestas manifiestan lo importante y novedoso que puede ser un bolígrafo con recarga para el agua, ya que, esto beneficia el costo de compra por un producto más duradero, algo que a su vez favorece la conservación del medio ambiente al reutilizar el lapicero cuantas veces sea necesario sin desecharlos continuamente.
Forma- Diseño	Es un aspecto que se tiene en cuenta para que pueda impactar de una manera llamativa, visible y que a su vez genere confianza para su uso.
Tipo de Material	Aunque un lapicero recargable da la facilidad de ser usado en varias ocasiones, tendría mejores resultados ambientales si sus componentes están fabricados con materiales reciclables y duraderos.

4.2.2. Bocetos de dispositivos

Se realizaron diferentes bocetos por medio de los Software Solidworks y Autodesk Inventor, a partir de las características técnicas obtenidas de la casa de la calidad y el análisis morfológico. En todas las propuestas de diseños se tiene en cuenta la característica en común que es el uso de la tinta experimental como innovación para la realización del bolígrafo. Tres de los mejores diseños propuestos contemplan las mejores características morfológicas y se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 4
Variaciones de las características del diseño del bolígrafo como parte del análisis morfológico

Característica	Variación boceto 1	Variación boceto 2	Variación boceto 3
Tipo de material	Materiales metálicos y plásticos	-	Materiales de madera y plásticos
Forma-Diseño	La forma de una pluma estilográfica	Con la forma de un micropunta	Con la forma de un micropunta
Tipo de agarre	Antideslizante en gel	Agarre liso	Antideslizante en goma
Tipo de recarga	Recarga la tinta mediante una jeringa interna, solución externa	Se introduce el agua por la parte superior y el polvillo en la intermedia para la mezcla de la solución al interior del prototipo	Recarga por la parte superior desprendiendo la tapa introduciendo la tinta ya preparada, solución externa

Longitud de Trazo	Punta estilográfica	Micropunta	Micropunta
-------------------	---------------------	------------	------------

4.2.3. Objetivos Ponderados

Para la elección del diseño final se utilizó el método de objetivos ponderados, el cual brinda la posibilidad de realizar una evaluación cuantitativa de cada uno de los tres bocetos propuestos, lo que permitió una elección del bolígrafo que supliera en mayor proporción las necesidades establecidas en la casa de la calidad. Para esto, se asignó una ponderación según como se cumplan los requerimientos, la cual se multiplicó con la importancia del requerimiento para el usuario, según la casa de la calidad. Para realizar esta valoración se tuvo en cuenta un puntaje similar al utilizado en la Casa de la Calidad en la cual se asigna 5 si se cumple totalmente el requerimiento, 3 si lo cumple de forma parcial, 1 si lo cumple de una forma deficiente y 0 si definitivamente no lo cumple o el diseño no funciona para esta necesidad.

Se realizó una sumatoria de los datos obtenidos para cada uno de los bocetos con el fin de obtener el mayor puntaje. El boceto 2 arroja una puntuación de 171, lo que nos indica un cumplimiento del 92.43% de las necesidades del cliente (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 5
Elección de la propuesta usando objetivos ponderados – parte del análisis

							
		Propuesta 1		Propuesta 2		Propuesta 3	
Necesidad del Cliente	Importe	Calificación	Valor	Calificación	Valor	Calificación	Valor
Fluidez de escritura	5	3	15	5	25	5	25
Comodidad	5	5	25	5	25	1	5
Seguridad de escape de tinta	5	1	5	5	25	1	5
Tinta recargable	5	5	25	5	25	5	25
Fácil Recarga	5	3	15	5	25	3	15
Materiales Reciclables	4	1	4	3	12	5	20

Tinta Ecológica	5	5	25	5	25	5	25
Llamativo	3	1	3	3	9	3	9
TOTAL		Diseño 1	117	Diseño 2	171	Diseño 3	129

4.2.4. Diseño seleccionado

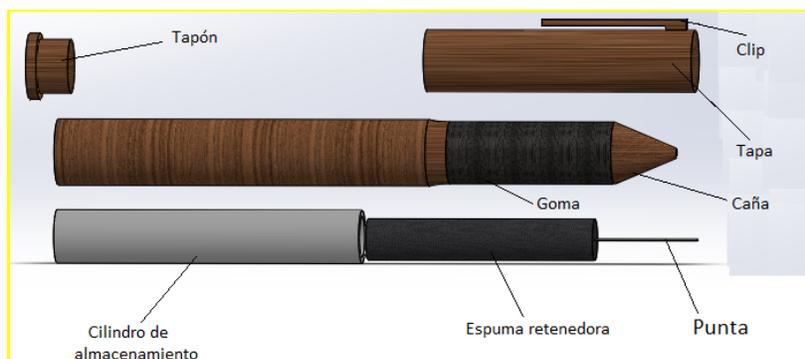
El diseño seleccionado cumple con los criterios establecidos después de realizar la casa de la calidad y alguna de las características del diseño se encuentran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 6
Características del diseño final

Elemento	Título	Función
1	Punta	Salida de Tinta
2	Cilindro	Almacenar tinta
3	Espuma	Controlar flujo de tinta
4	Caña	Proteger
5	Clip	Sujetador
6	Goma	Antideslizante
7	Tapón	Cerrado de la caña
8	Tapa	Proteger la punta

Este es el resultado de la combinación de las características entre el boceto 2 y el boceto 3 (con la forma de un micropunta). El bolígrafo está hecho en su mayoría a base de guadua, (material orgánico y fácil de reciclar), con un antideslizante de goma, un cilindro interno de plástico y una espuma retenedora de tinta, características extraídas principalmente del boceto dos. Según el estudio de la casa de la calidad, las personas prefieren introducir la tinta ecológica ya elaborada o disuelta para evitar posibles derrames internos o manchas en sus manos durante el proceso. En este caso, la tinta se introduce quitando el tapón del esfero e introduciéndola hacia el cilindro de plástico interno, característica del boceto número 3.

Figura 6
Detalles del diseño del prototipo del bolígrafo





5. Conclusiones

En el transcurso de la elaboración del proyecto, se ha concluido que la creatividad e innovación están inmersos en un mundo necesitado de ideas que busquen, no solo resolver problemas que demanda la humanidad, si no que hoy día el medio ambiente demanda productos caracterizados por materiales biodegradables y capaces de funcionar con energías renovable.

Este proyecto en particular, satisface una de las mayores necesidades del hombre y a su vez las necesidades del medio ambiente, pues permite la comunicación escrita de una manera sostenible y ecológica con un producto duradero que no requiere de procesos industriales dañinos para su elaboración y genera un dispositivo de carga, duradero y con una tinta en polvo soluble al agua. Este trabajo que se ha llevado hasta el momento deja la puerta abierta para continuar su construcción de elaboración y perfeccionamiento con la simulación CAD para lograr un prototipo ergonómico y eficaz en su funcionamiento de carga y escritura.

Finalmente se logra concretar un dispositivo ecológico para el uso de una de las actividades más realizadas por el ser humano como lo es la escritura, tanto en el boceto del bolígrafo como en la elaboración de la tinta, se logra un producto muy viable y futurista con herramientas de ingeniería como el estudio de mercado, la casa de la calidad y herramientas CAD.

Referencias bibliográficas

- Ávila, E. (2012). *Cronología de la escritura, la lectura y el Libro*. (Gobernación del estado de Mexico, Ed.) (Segunda). Mexico: Consejo editorial dela administracion publica estatal.
- Camacho, I., & Fuentes, J. (2013). Desarrollo de la creatividad de los docentes en formación mediante el uso de metáforas en entornos virtuales de aprendizajes. *EduTec, 1*, 14. Retrieved from https://www.uned.ac.cr/academica/edutec/memoria/ponencias/camacho_fuentes_116.pdf
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones, producción y suministros* (Duodecima). Mexico: Editorial Mc. Graw Hill.
- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J. I., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S., ... Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111*(28), 10239–10244. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111>
- Del Moral, M. E. (1999). Las TIC en el ámbito educativo. *Educar, 1*, 33–52. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/educar/article/viewFile/20713/20553>

- Díaz, H. (2011). Tics, Talento y Creatividad: la escuela y el entorno | Desafíos de la educación en el Siglo XXI. Retrieved 6 April 2018, from <http://educared.fundaciontelefonica.com.pe/desafioseducacion/2011/09/30/tics-talento-y-creatividad-la-escuela-y-el-entorno/>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 1–6. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Goetsch D. (1994). *Despliegue de la Función de Calidad. (Quality Function Deployment)*. (E. Macmillan Coll Div, Ed.).
- Granados, W., & Contreras, L. (2014). Diseño de un dispositivo para la movilidad de personas con discapacidad motriz usando el método función de calidad. *Ingeniería*, 19(1). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2014.1.a04>
- Huisman, J., & Welssing, F. J. (1999). Biodiversity of plankton by species oscillations and chaos. *Nature*, 402(6760), 407–410. <https://doi.org/10.1038/46540>
- Julák, J., Procházková-Francisci, E., Stránská, E., & Rosová, V. (2003). Evaluation of exudates by solid phase microextraction-gas chromatography. *Journal of Microbiological Methods*, 52(1), 115–122. [https://doi.org/10.1016/S0167-7012\(02\)00148-3](https://doi.org/10.1016/S0167-7012(02)00148-3)
- Maldonado, J. (2009). Ciudades y contaminación ambiental. *Revista de Ingeniería*, 1(30), 66–71.
- Reyes, M. (2004). Las estrategias creativas como factor de cambio en la actitud del docente para la enseñanza de la matemática. *Revista Universitaria de Investigación*, 4(2), 1–26. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/410/41040204.pdf>
- Robinson, K. (2011). *Out of our minds : learning to be creative*. Capstone Publishing Ltd.
- Rochman, C. M., Lewison, R. L., Eriksen, M., Allen, H., Cook, A. M., & Teh, S. J. (2014). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in fish tissue may be an indicator of plastic contamination in marine habitats. *Science of the Total Environment*, 476–477, 622–633. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.058>
- Rosenblum, S., Goldstand, S., & Parush, S. (2006). Relationships among biomechanical ergonomic factors, handwriting product quality, handwriting efficiency, and computerized handwriting process measures in children with and without handwriting difficulties. *American Journal of Occupational Therapy*, 60(1), 28–39. <https://doi.org/10.5014/ajot.60.1.28>
- Van Franeker, J. A., & Law, K. L. (2015). Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. *Environmental Pollution*, 203, 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.034>
- Villa, E. M., Pons, R., & Obando, J. (2018). Aplicación de una metodología de diagnóstico del cambio de la cultura organizacional en instituciones de educación superior. *Revista Espacios*, 39(30).