



Modelación de la Ingeniería con Matemática Computacional (TC1003B)

Reto: Diseño de Vaso Inteligente

Bitácora

Nombres	Apellidos	Matrícula
Moisés	Adame Aguilar	A01660927
Noemí Abigail	Curiel López	A01655892
Jorge Diego	Martell Fernández	A01661436
Amy Vanesa	Díaz García	A01656419
Cristóbal Eleazar	Meza Aranda	A01661792

Índice

- 1. Introducción**
- 2. Alcances del Proyecto**
 - a. Especificaciones de las bebidas**
- 3. Desarrollo**
 - a. Preguntas del estudio de mercado**
 - b. Datos del estudio de mercado**
 - c. Diagramas por grupo de edad**
 - d. Diagramas de Venn**
 - e. Explicaciones de la encuesta y diagramas**
 - f. Decisión del proyecto a realizar**
 - g. Modelo de Matlab**
 - h. Explicación de código de Matlab**
 - i. Visualización de Silueta**
 - ii. Visualización de vaso en tres dimensiones**
 - iii. Obtención del archivo .stl**
 - iv. Adicionalmente: series de Fourier para aproximar ecuaciones**
 - i. Modelo de SolidWorks**
 - i. Procedimiento**
 - ii. Producto final**
 - j. Masa, densidad y volumen del vaso**
 - k. Estimación de precio**
- 4. Conclusiones**
- 5. Referencias**
- 6. Programas ocupados**

Apéndice I: Código de Matlab para graficar conjuntos

Apéndice II: Código de Matlab para generar el sólido de revolución

Agradecimientos

1. Introducción

Una gran parte de la industria en México es de manufactura. Hoy en día, esta industria enfrenta grandes retos en nuestro país, principalmente la administración de costos y la competencia global.

En particular, la industria del vidrio enfrenta dos retos preponderantes: la competencia de los materiales y la de los productos alternativos. Los sectores más importantes en esta industria son: envases de vidrio, vidrio plano, fibra de vidrio y vidrio especializado.

Para crear una base sólida de una empresa vidriera con una visión clara para un futuro brillante, la empresa debe reorientar los avances tecnológicos hacia las siguientes áreas:

- Eficiencia productiva
- Eficiencia de conservación de energía
- Reciclaje
- Protección ambiental
- Usos innovadores.

Con el fin de otorgar una propuesta innovadora desde el punto de vista ingenieril, se enfocó primordialmente en el desarrollo de usos innovadores, en el que a partir de un estudio de mercado, se obtuvieron ideas de diseño e implementación de funcionalidades a un catálogo de productos de coctelería para realizar el actual proceso de diseño de un vaso basado en funciones matemáticas, para llevar a cabo una producción de este a mayor escala. Tomando en cuenta las opiniones previas, se generaron diseños tridimensionales para construir un vaso de coctelería creativas, imprimir el modelo 3D del prototipo como referencia y agregar funcionalidades tales como la detección de temperatura y concentración de alcohol para señalar al usuario si su bebida será consumida en óptimas condiciones. Evidentemente, el conocimiento sobre proposiciones lógicas, álgebra booleana, conjuntos, álgebra lineal, sólidos de revolución y funciones tridimensionales resultó elemental en la construcción de este proyecto.

2. Alcances del Proyecto

De acuerdo al contexto del reto, el mundo de la cristalería al paso de los años se ha estancado en un mismo esquema; vasos de todo tipo y calidad, pero sin ninguna función especial que le haga la vida más sencilla a su usuario. De esta manera, con el propósito de incursionar en la innovación de sus productos, una empresa mexicana se encuentra explorando el nicho de vasos exóticos para coctelería, por lo que durante el

desarrollo este reto tecnológico, se realizó un estudio de mercado que permita visualizar las preferencias de diseño de la cristalería antes de enviarlos a producción.

Evidentemente, el alcance de este estudio considera las preferencias del público objetivo de la empresa, el cual agrupa; jóvenes de 18 a 29 años, adultos de 30 a 59 años y adultos mayores de 60 años en adelante. Sin embargo, se encuentra limitado por estos rangos de edad para conocer las preferencias de los consumidores, pues su producto no puede ni debe de ser dirigido a menores de edad.

Asimismo, en cuanto al alcance del desarrollo ingenieril de nuestro sólido de revolución, el vaso inteligente fue diseñado específicamente para determinar el tipo de bebida que se encuentra en su interior (analizando la concentración de alcohol de la bebida), y a partir de ello, especificarle al usuario si la temperatura de esta es ideal (foco verde encendido), caliente (foco rojo encendido) o alternativamente fría (foco azul encendido).

Sin embargo, este diseño tiene sus limitaciones, y solo es preciso cuando las bebidas que se toman con él son; cerveza, té o café, vino, sake y tequila o mezcal. Además, debido a la actual etapa de prototipado y aunque fuimos capaces de tangibilizar mediante una impresión 3D y presupuestado de nuestra propuesta de vaso inteligente, por el momento no se realizarán avances en cuánto a una producción en masa o mayoreo; pero se espera que pueda lograrse a partir de lo establecido en este documento en un futuro.

a. Especificaciones de las Bebidas

Como previamente se mencionó, el vaso inteligente es capaz de determinar si una bebida se encuentra en su temperatura ideal, más caliente o más fría de lo normal, esto lo hace basándose en los siguientes rangos de temperatura:

Tabla 1. Bebidas, Rangos de Temperatura adecuados y Grados de Alcohol				
Bebida	Rango de Temperatura Ideal (°C)	Rango de Temperatura Caliente (°C)	Rango de Temperatura Fría (°C)	Grados de Alcohol (%)
Cerveza	4 – 13	> 13	< 4	4 – 5
Té o Café	55 – 65	> 65	< 55	0
Vino	15 – 20	> 20	< 15	6 – 16

Sake	36 – 40	> 40	< 36	16 – 22
Tequila o Mezcal	20 – 25	> 25	< 20	35 - 55

3. Desarrollo

La manera en que el vaso inteligente funciona es a partir de la lógica proposicional, en la cual, utiliza como inputs los sensores de temperatura y de grados de alcohol, los cuales, al procesar mediante un conjunto de proposiciones (como las que se muestran en las Tablas 2 y 3) genera un output el cual, le indica a cada LED si encenderse o no.

Tabla 2. Proposiciones Básicas (Temperatura y Grados de Alcohol)	
Proposiciones Temperatura	Proposiciones Grados de Alcohol
$t1: T > 4^{\circ}\text{C}$	$a1: A < 0.1\%$
$t2: T > 8^{\circ}\text{C}$	$a2: A > 4\%$
$t3: T > 13^{\circ}\text{C}$	$a3: A > 5\%$
$t4: T > 15^{\circ}\text{C}$	$a4: A > 6\%$
$t5: T > 20^{\circ}\text{C}$	$a5: A > 16\%$
$t6: T > 25^{\circ}\text{C}$	$a6: A > 22\%$
$t7: T > 36^{\circ}\text{C}$	$a7: A > 35\%$
$t8: T > 40^{\circ}\text{C}$	$a8: A > 55\%$
$t9: T > 55^{\circ}\text{C}$	
$t10: T > 65^{\circ}\text{C}$	
Proposiciones Focos	
$fV: \text{Foco verde prendido}$	
$fR: \text{Foco rojo prendido}$	
$fA: \text{Foco azul prendido}$	

T : Es la temperatura de la bebida.
 A : Son los grados de alcohol de la bebida.

Tabla 3. Proposiciones Básicas en Forma Verbal y de Fórmula			
Bebida	Proposición Foco Verde	Proposición Foco Rojo	Proposición Foco Azul
Cerveza	Si $A > 4\%$ y $A < 5\%$ y $T > 4^{\circ}\text{C}$ y $T < 13^{\circ}\text{C}$ entonces Foco Verde Prendido	Si $A > 4\%$ y $A < 5\%$ y $T > 13^{\circ}\text{C}$ entonces Foco Rojo Prendido	Si $A > 4\%$ y $A < 5\%$ y $T < 4^{\circ}\text{C}$ y $T < 8^{\circ}\text{C}$ y $T < 13^{\circ}\text{C}$ entonces Foco Azul Prendido
	$(a2 \wedge \neg a3 \wedge t1 \wedge \neg t3) \Rightarrow fV$	$(a2 \wedge \neg a3 \wedge t3) \Rightarrow fR$	$(a2 \wedge \neg a3 \wedge \neg t1 \wedge \neg t2 \wedge \neg t3) \Rightarrow fA$
Té o Café	Si $A < 0.1\%$ y $T > 55^{\circ}\text{C}$ y $T < 65^{\circ}\text{C}$ entonces Foco Verde Prendido	Si $A < 0.1\%$ y $T > 65^{\circ}\text{C}$ entonces Foco Rojo Prendido	Si $A < 0.1\%$ y $T < 55^{\circ}\text{C}$ entonces Foco Azul Prendido
	$(a1 \wedge t9 \wedge \neg t10) \Rightarrow fV$	$(a1 \wedge t10) \Rightarrow fR$	$(a1 \wedge \neg t9 \wedge \neg t10) \Rightarrow fA$

Vino	Si A > 6% y A < 16% y T > 15°C y T < 20°C entonces Foco Verde Prendido	Si A > 6% y A < 16% y T > 20°C entonces Foco Rojo Prendido	Si A > 6% y A < 16% y T < 15°C y T < 20°C, entonces Foco Azul Prendido
	$(a4 \wedge \neg a5 \wedge t4 \wedge \neg t5) \Rightarrow fV$	$(a4 \wedge \neg a5 \wedge t5) \Rightarrow fR$	$(a4 \wedge \neg a5 \wedge \neg t4 \wedge \neg t5) \Rightarrow fA$
Sake	Si A > 16% y A < 22% y T > 36°C y T < 40°C entonces Foco Verde Prendido	Si A > 16% y A < 22% y T > 40°C, entonces Foco Rojo Prendido	Si A > 16% y A < 22% y T < 36°C y T < 40°C, entonces Foco Azul Prendido
	$(a5 \wedge \neg a6 \wedge t7 \wedge \neg t8) \Rightarrow fV$	$(a5 \wedge \neg a6 \wedge t8) \Rightarrow fR$	$(a5 \wedge \neg a6 \wedge \neg t7 \wedge \neg t8) \Rightarrow fA$
Tequila o Mezcal	Si A > 35% y A < 55% y T > 20°C y T < 25°C entonces Foco Verde Prendido	Si A > 35% y A < 55% y T > 25°C entonces Foco Rojo Prendido	Si A > 35% y A < 55% y T < 20°C y T < 25°C entonces Foco Azul Prendido
	$(a7 \wedge \neg a8 \wedge t5 \wedge \neg t6) \Rightarrow fV$	$(a7 \wedge \neg a8 \wedge \neg t9 \wedge t6) \Rightarrow fR$	$(a7 \wedge \neg a8 \wedge \neg t5 \wedge \neg t6) \Rightarrow fA$

A partir de las proposiciones anteriormente planteadas, se generó el siguiente circuito digital basado en compuertas lógicas:

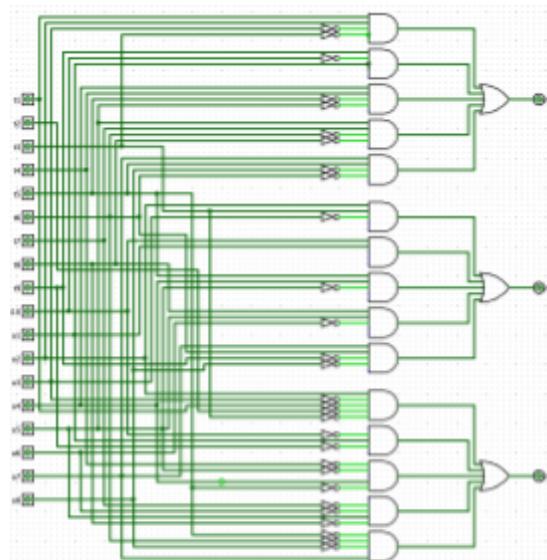


Figura SEQ Figura 1* ARABIC 1. Circuito digital basado en compuertas lógicas del vaso inteligente.

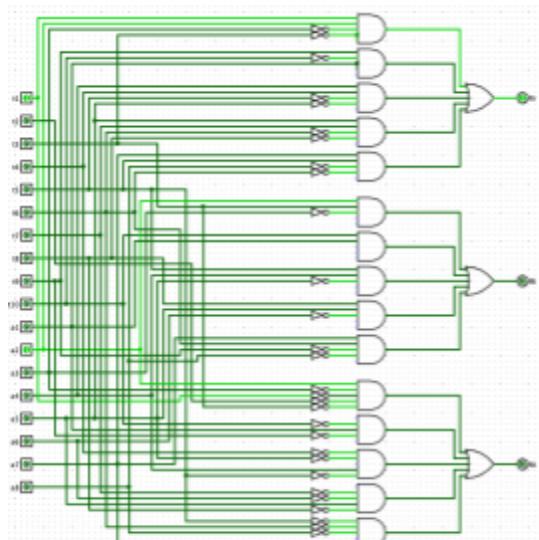


Figura 2. Situación donde los grados de alcohol son mayores a 4% y la temperatura es mayor a 4 °C.

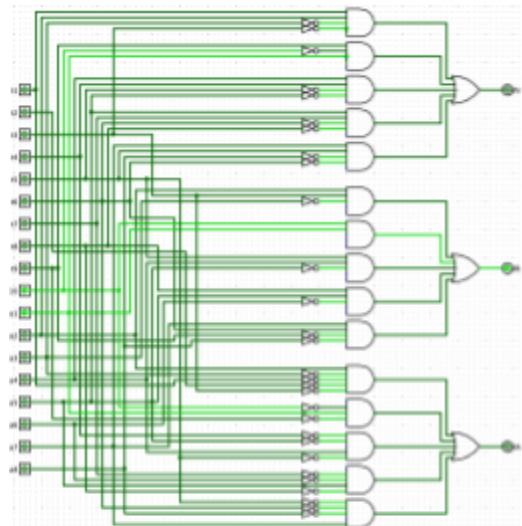


Figura 3. Situación donde los grados de alcohol de la bebida son menores a 0.1% y la temperatura es mayor a 65°C.

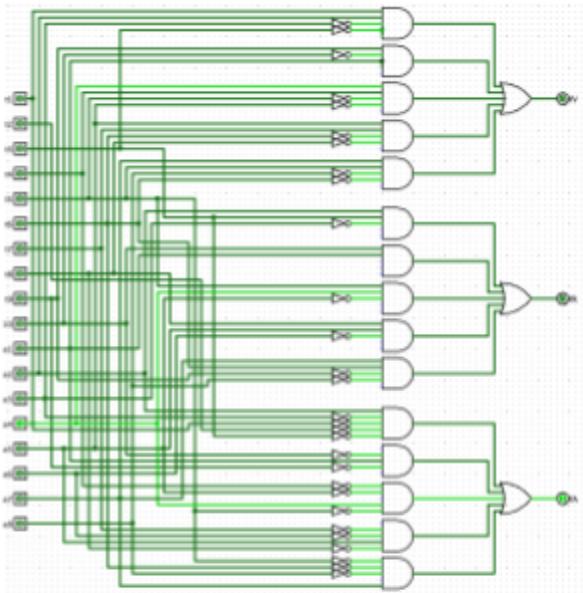


Figura SEQ Figura * ARABIC 4. Situación donde los grados de alcohol de la bebida son mayores al 6%.

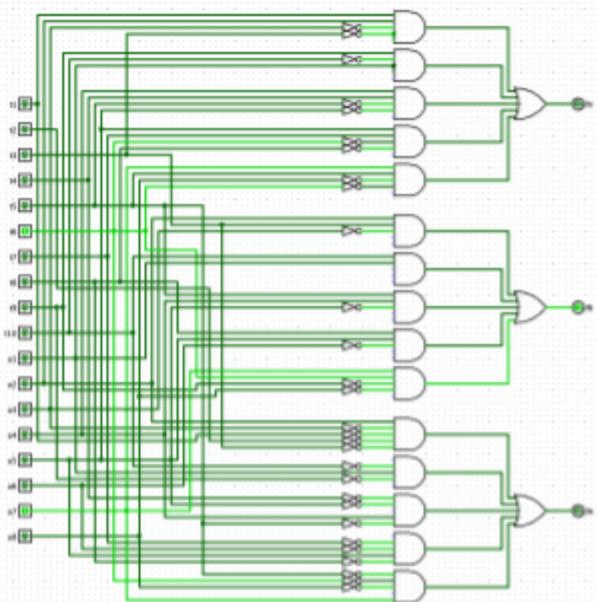


Figura SEQ Figura * ARABIC 5. Situación donde los grados de alcohol de la bebida son mayores al 35% y la temperatura es mayor a 25°C.

a. Preguntas del Estudio de Mercado

- 1. ¿Cuál es tu edad?**
 - a. 18 - 29 años
 - b. 30 - 59 años
 - c. 60 años en adelante
- 2. ¿Te interesaría una colección de cristalería inspirada en funciones matemáticas para su diseño? (Por ejemplo, este vaso inspirado en funciones absolutas y cónicas).**
 - a. Sí
 - b. No
- 3. ¿Preferirías el uso exclusivo de cristal sobre otros materiales para la producción de estos vasos?**
 - a. Sí
 - b. No
- 4. ¿Te interesaría una colección de cristalería que incorpore en su producción alguna funcionalidad adicional?**
 - a. Sí
 - b. No
- 5. ¿Te agradaría la implementación de un circuito no visible dentro del producto para brindarle alguna funcionalidad adicional?**
 - a. Sí
 - b. No

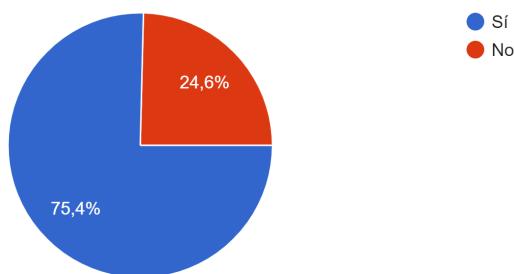
- 6. Si estos nuevos vasos de cristalería pudieran indicar a través de una luz (led RGB) si la bebida posee una temperatura adecuada para ser consumida, ¿te interesaría?**
- Sí
 - No
- 7. Si estos nuevos vasos de cristalería pudieran detectar la concentración de alcohol que contiene una bebida e informarte, ¿te interesaría?**
- Sí
 - No
- 8. En general, ¿este nuevo catálogo de productos te parece innovador?**
- Sí
 - No
- 9. ¿Te interesaría adquirir algún producto de esta colección?**
- Sí
 - No

b. Datos del estudio de mercado

¿Te interesaría una colección de cristalería inspirada en funciones matemáticas para su diseño?

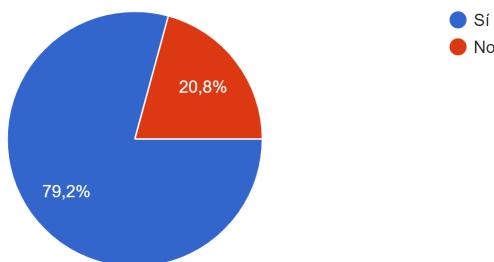
(Por ejemplo, este vaso inspirado en funciones absolutas y cónicas).

130 respuestas



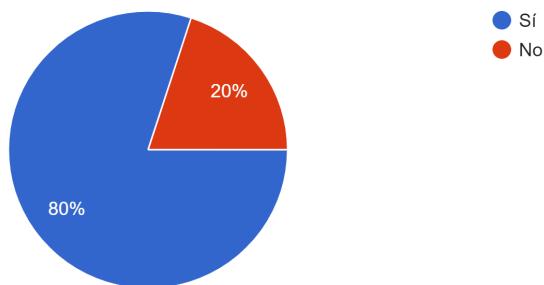
¿Preferirías el uso exclusivo de cristal sobre otros materiales para la producción de estos vasos?

130 respuestas



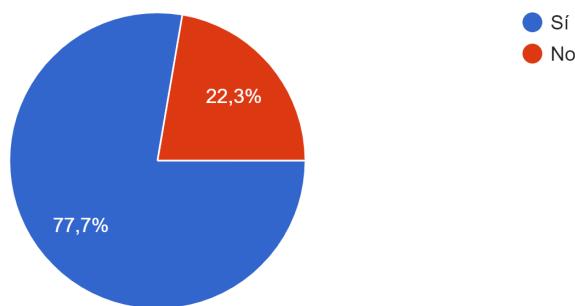
¿Te interesaría una colección de cristalería que incorpore en su producción alguna funcionalidad adicional?

130 respuestas



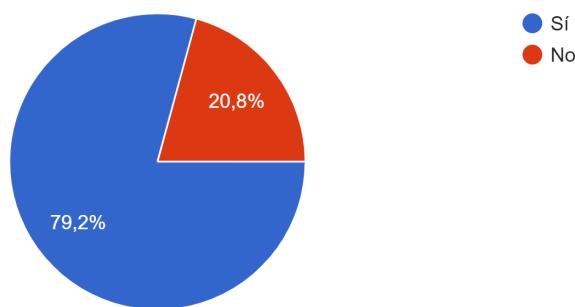
Si estos nuevos vasos de cristalería pudieran indicarte a través de una luz (led RGB) si la bebida posee una temperatura adecuada para ser consumida, ¿te interesaría?

130 respuestas



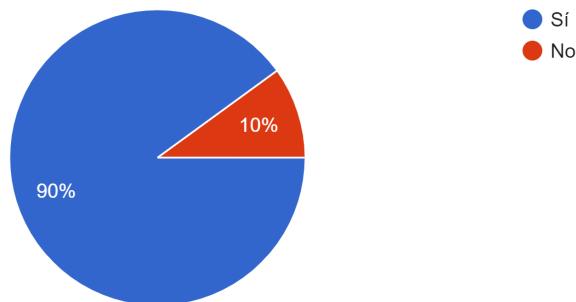
¿Te agradaría la implementación de un circuito no visible dentro del producto para brindarle alguna funcionalidad adicional?

130 respuestas



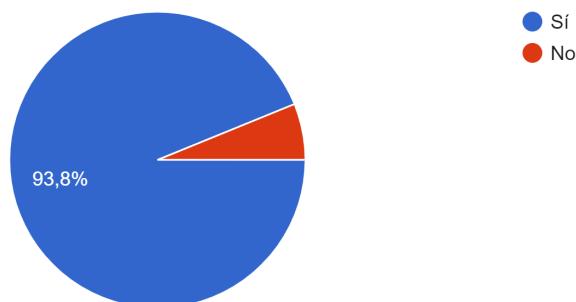
Si estos nuevos vasos de cristalería pudieran detectar la concentración de alcohol que contiene una bebida e informártelo, ¿te interesaría?

130 respuestas



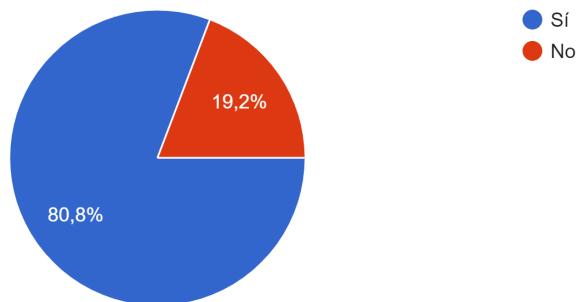
En general, ¿este nuevo catálogo de productos te parece innovador?

130 respuestas

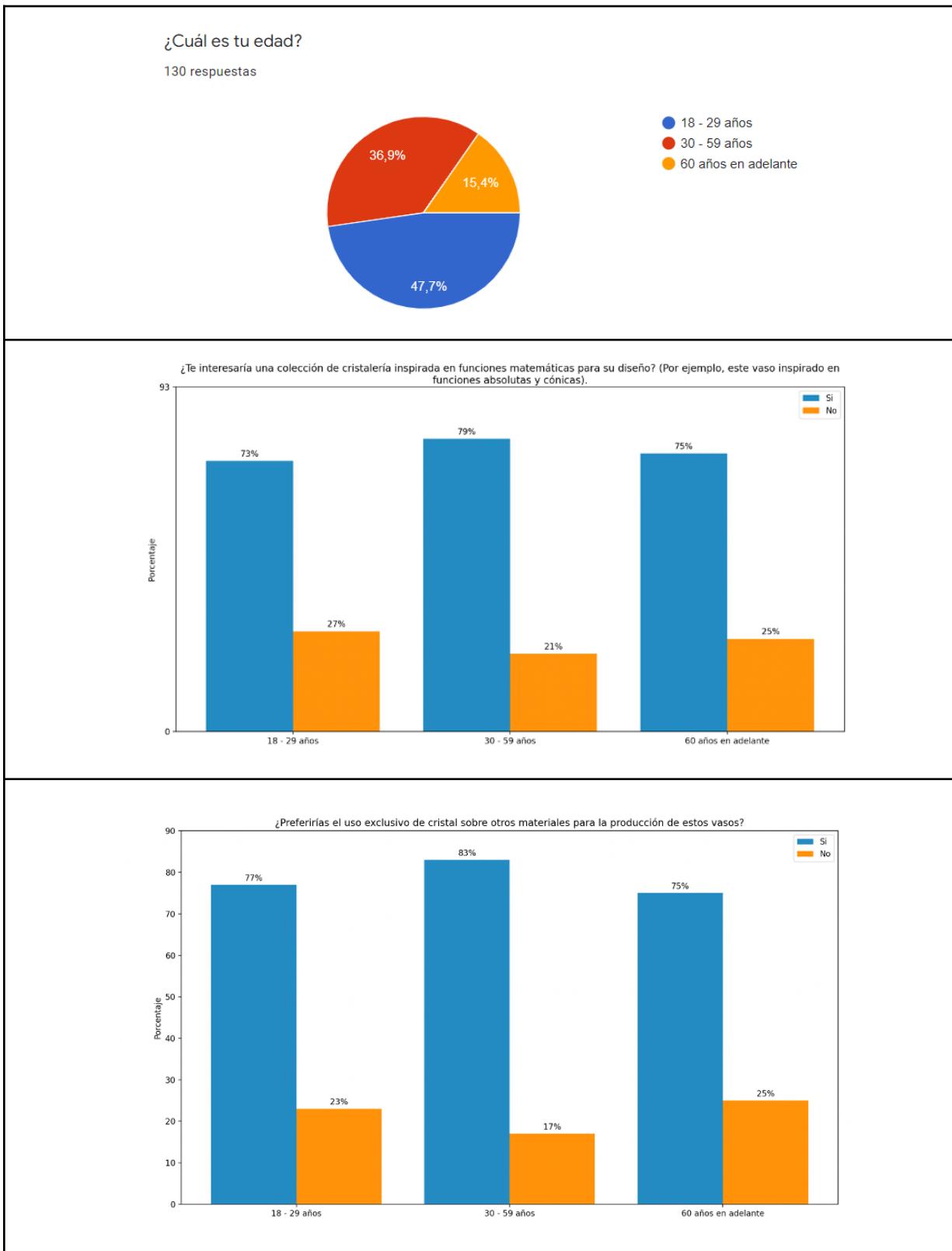


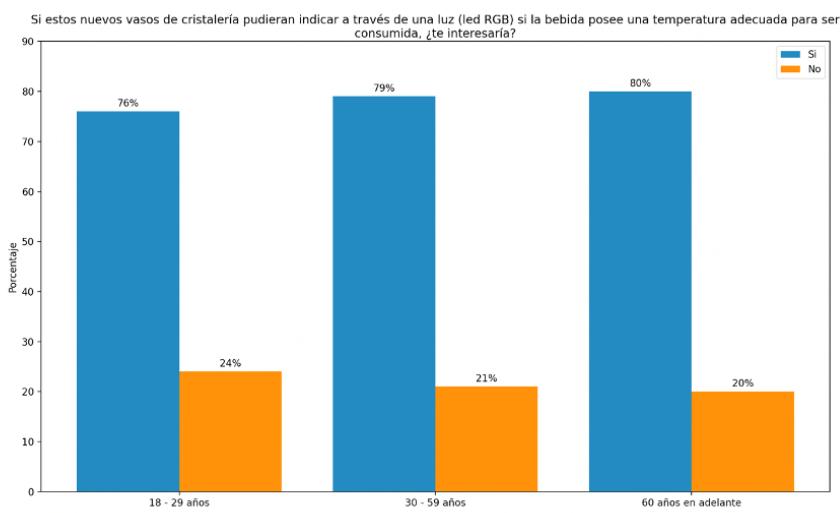
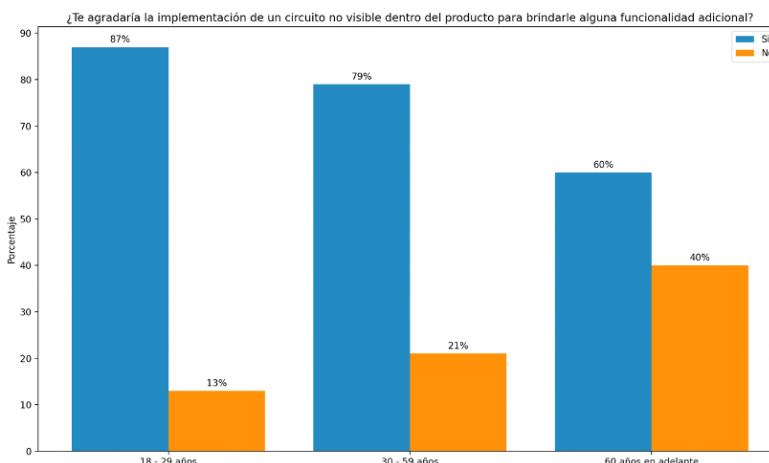
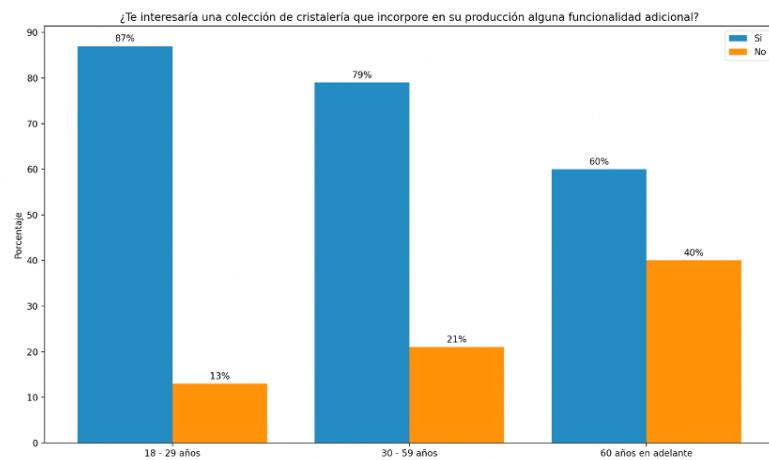
¿Te interesaría adquirir algún producto de esta colección?

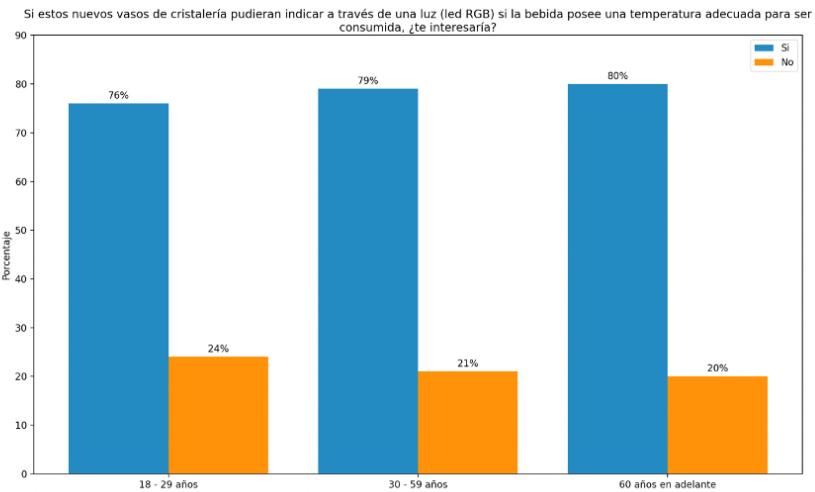
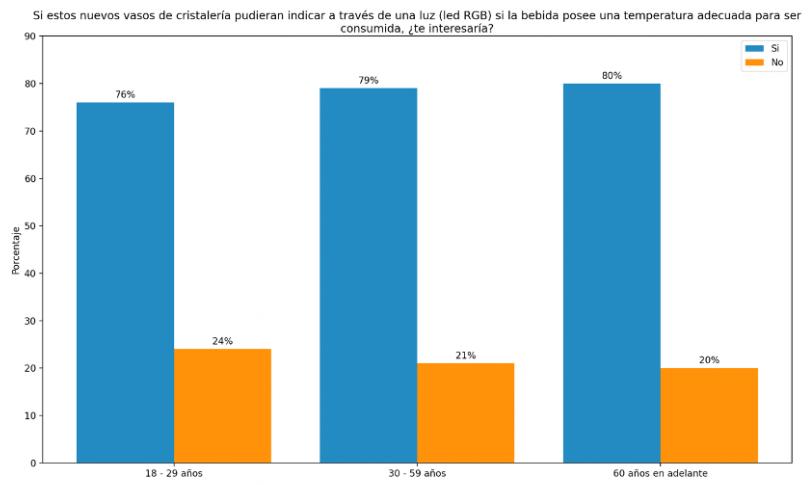
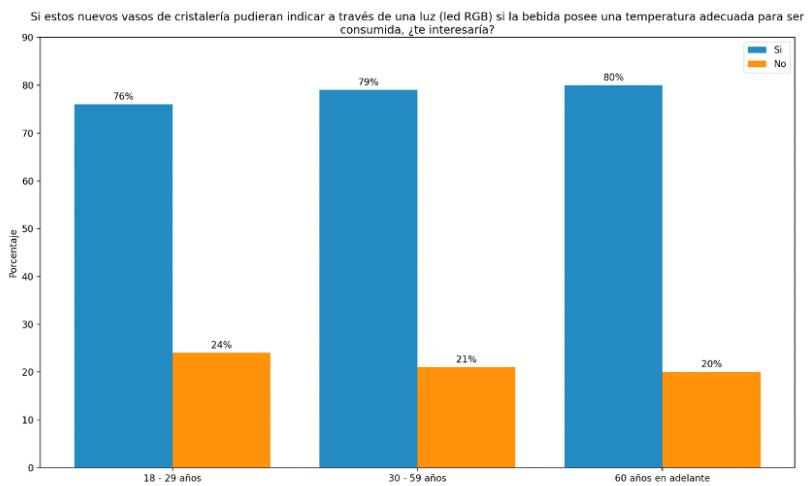
130 respuestas

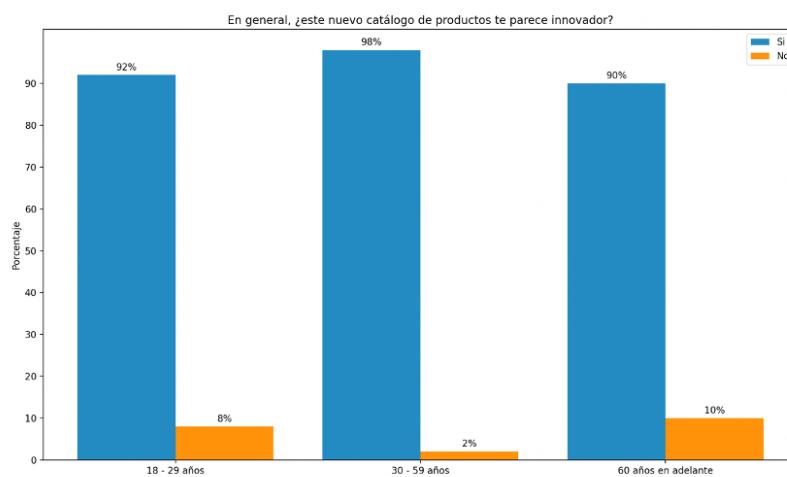
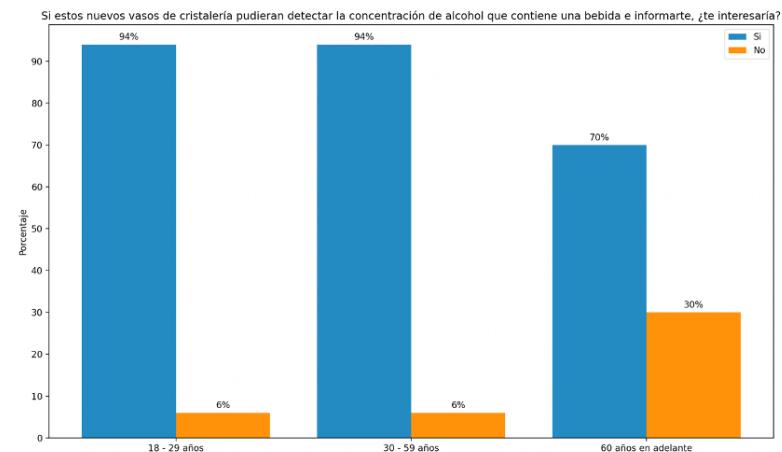
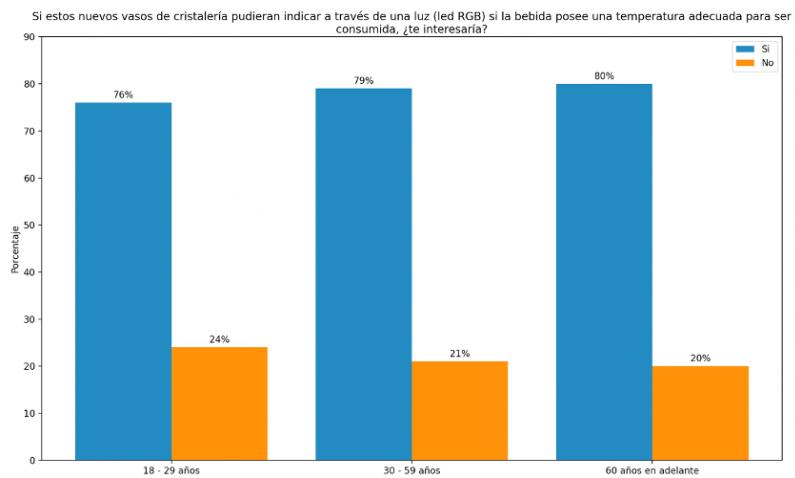


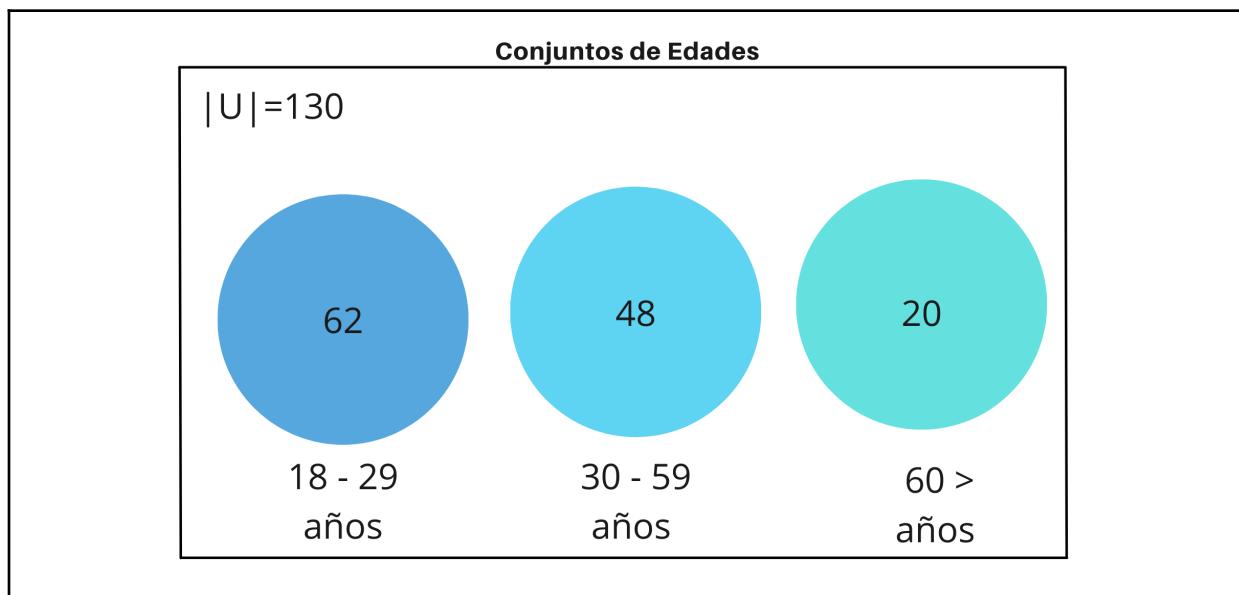
c. Diagramas por grupo de edad





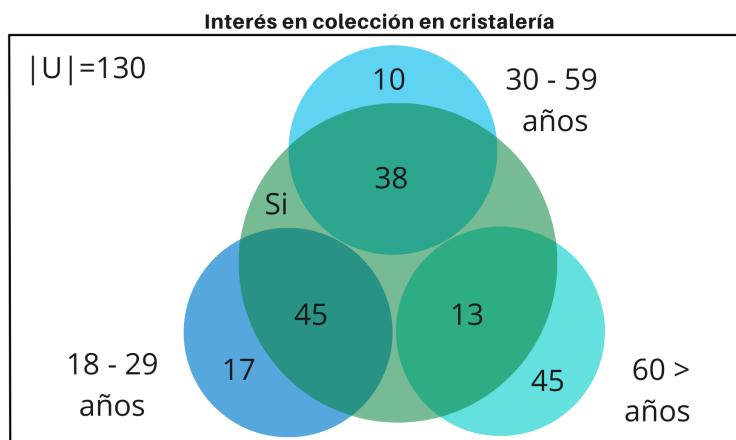




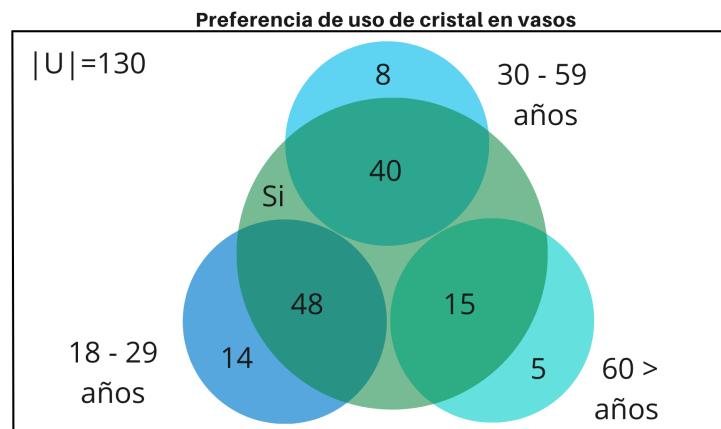


d. Diagramas de Venn

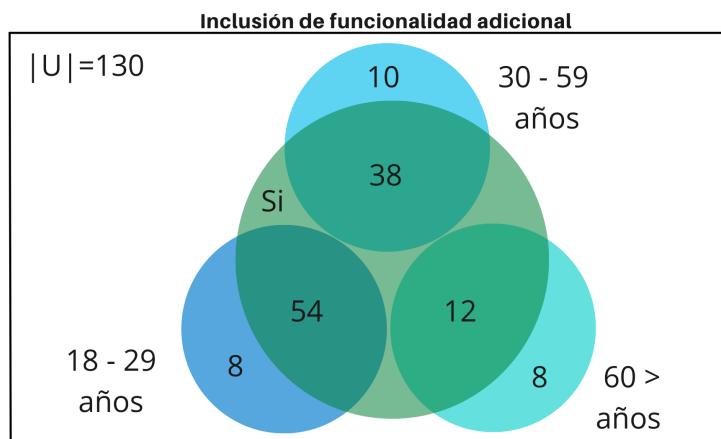
¿Te interesaría una colección de cristalería inspirada en funciones matemáticas para su diseño?



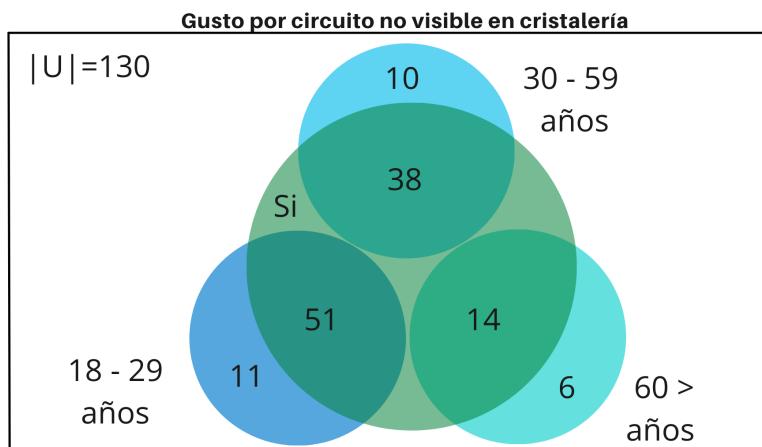
¿Preferirías el uso exclusivo de cristal sobre otros materiales para la producción de estos vasos?



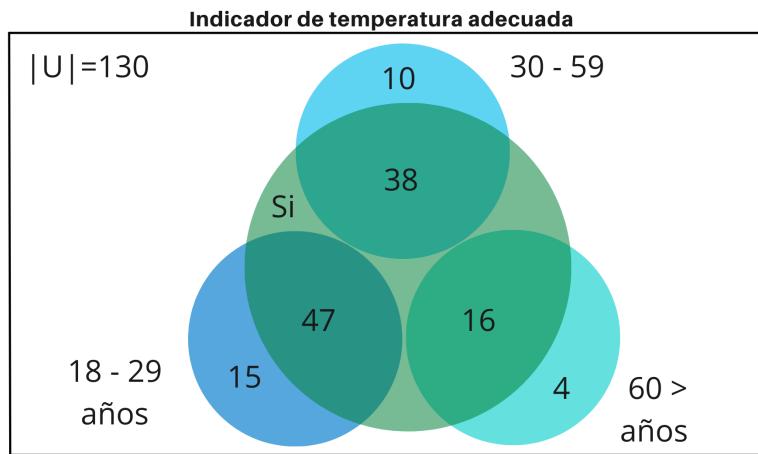
¿Te interesaría una colección de cristalería que incorpore en su producción alguna funcionalidad adicional?



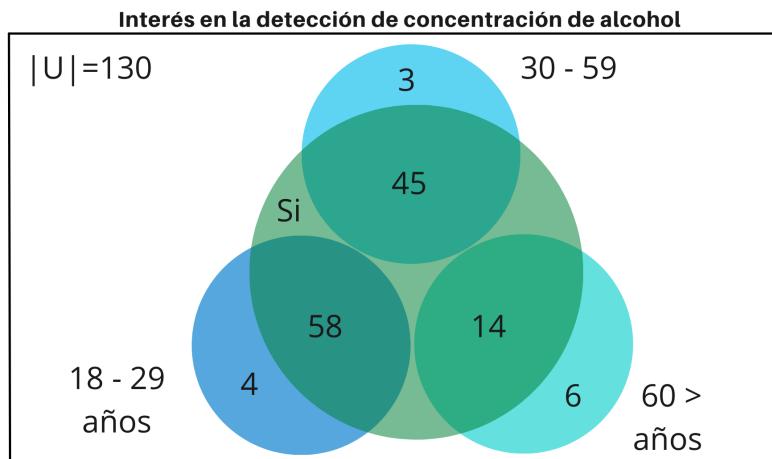
¿Te agradaría la implementación de un circuito no visible dentro del producto para brindarle alguna funcionalidad adicional?



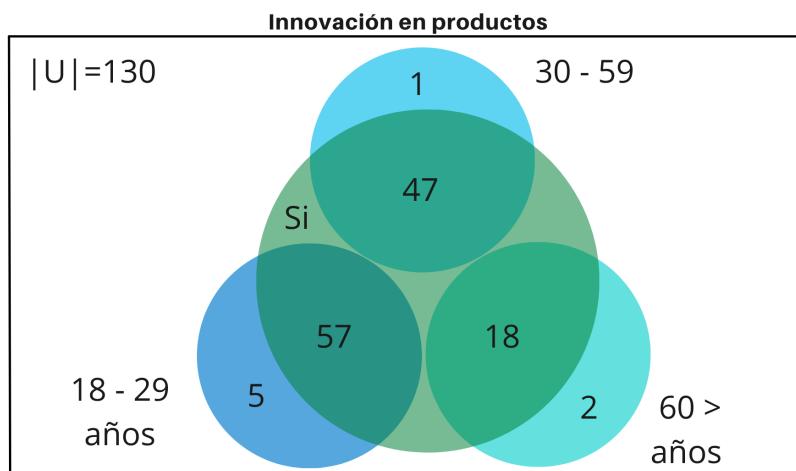
Si estos nuevos vasos de cristalería pudieran indicar a través de una luz (led RGB) si la bebida posee una temperatura adecuada para ser consumida, ¿te interesaría?



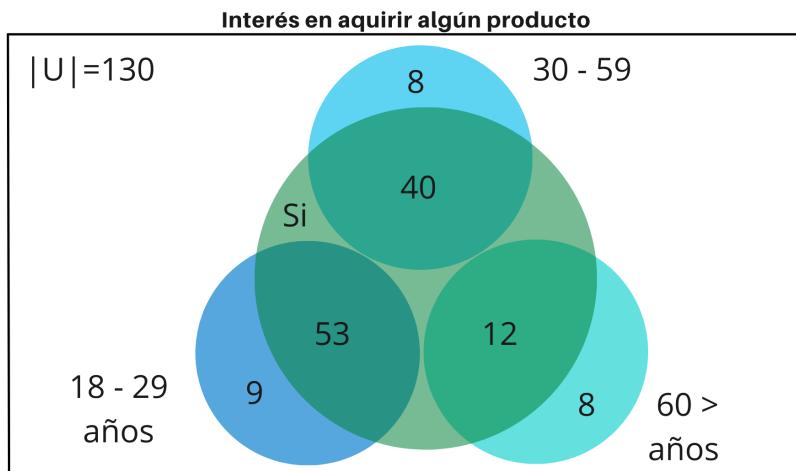
Si estos nuevos vasos de cristalería pudieran detectar la concentración de alcohol que contiene una bebida e informarte, ¿te interesaría?



En general, ¿este nuevo catálogo de productos te parece innovador?



¿Te interesaría adquirir algún producto de esta colección?



e. Explicaciones de la encuesta y diagramas

Durante el desarrollo de esta encuesta se le explicó a nuestro público objetivo mediante una breve descripción; el objetivo de este estudio de mercado, el cuál es conocer la opinión de posibles clientes de una empresa mexicana que ha decidido incursionar en el nicho de vasos exóticos para coctelería. Asimismo, se les instó a contestar la breve encuesta de menos de 10 preguntas con duración aproximada de 2 minutos para convencer al público en apoyar a contestar el formulario. Así, se redactaron 9 preguntas con las que se obtendría información esencial para desarrollar un nuevo producto con trasfondo ingenieril y se obtuvieron 130 respuestas.

La primera pregunta tuvo el objetivo de segmentar al público objetivo y obtener un análisis de acuerdo a los grupos de edad de interés para la empresa de cristalería mexicana. De 130 (100%) encuestados, 62 (47.7%) tenían de 18 a 29 años, 48 (36.9%) de 30 a 59 años y 20 (15.4%) más de 60 años. Estas respuestas resultan particularmente útiles para nosotros, pues según la Encuesta Nacional de Drogas, Alcohol y Tabaco, el 71% de los mexicanos consume alcohol. Es decir, representan posibles clientes a los cuales venderles un nuevo vaso. Para representar esta información en un diagrama de Venn se utilizaron conjuntos independientes de un universo de 130 personas, pues no hay características en común entre las distintas poblaciones.

Con respecto a las siguientes preguntas sobre la producción de la cristalería, se utilizaron diagramas de Venn con 4 conjuntos del universo de 130 personas: los tres grupos de edad y el conjunto de personas de los tres grupos que respondieron afirmativamente a la pregunta. Así, la primera pregunta tenía el objetivo de conocer la cantidad de personas de nuestro público objetivo a las que les interesa una colección

de cristalería inspirada en funciones matemáticas en su diseño. Para complementar la pregunta y ayudar a los encuestados a entender este concepto, se adjuntó en el formulario una foto y descripción de una copa basada en funciones cónicas y absolutas como el siguiente:



Una vez entendida la idea de diseño, 45 personas de 18 a 29 años, 38 de 30-59 años y 13 de más de 60 años contestaron que sí tenían un interés en este tipo de diseños, quienes representaron el 75.4% de los encuestados. Por lo tanto, se deduce que la mayoría del público objetivo sí considera interesante o de su agrado el que una empresa de cristalería trabaje en el diseño y producción de esta colección.

Para la siguiente pregunta, se preguntó si la gente prefería el uso exclusivo de cristal para la producción de los vasos sobre algún otro material y se obtuvo que 48 personas de 18 a 29 años, 40 de 30-59 años y 15 de más de 60 años contestaron que sí preferían el cristal, quienes representan el 79.2% de los encuestados. Por lo tanto, concluimos que producir los vasos de cristal o vidrio es la opción más viable en cuanto a demanda.

Posteriormente, se preguntó al público si le interesaría incorporar alguna funcionalidad adicional en un vaso de cristal, a lo que 54 personas de 18 a 29 años, 38 de 30-59 años y 12 de más de 60 años contestaron que sí tenían un interés en este tipo de diseños, quienes representaron el 80% de los encuestados. Por lo que idear un sistema a través de compuertas lógicas y sensores que brinde alguna función al vaso es importante de incluir en nuestro diseño.

Acto seguido, se encuestó sobre la opinión de los usuarios con respecto a la incorporación de un circuito no visible dentro del producto para construir la funcionalidad física del vaso, a lo que a lo que 51 personas de 18 a 29 años, 38 de

30-59 años y 14 de más de 60 años contestaron que se sentirían cómodos utilizando un vaso con este tipo de circuitos, quienes representan el 79.2% de los encuestados. Por esta razón, al decidir incorporar funciones adicionales a los vasos, tenemos la libertad de incorporar un circuito pequeño, siempre y cuando no sea visible o genere alguna molestia para el usuario. Específicamente, se encuestó sobre la alternativa de añadir el circuito de un LED que indicará si la temperatura de una bebida fuera adecuada para ser consumible. A 47 personas de 18 a 29 años, 38 de 30-59 años y 16 de más de 60 años contestaron que les parecía una funcionalidad útil o interesante de incorporar, quienes representaron el 77.7% de los encuestados. Por ello, consideramos que esta es una función que vale la pena incluir en la producción de los vasos. Aunado a esta, se preguntó sobre el interés en una segunda función adicional relacionada a la detección de la concentración de alcohol de una bebida, a lo que 58 personas de 18 a 29 años, 45 de 30-59 años y 14 de más de 60 años contestaron que les parecía una funcionalidad que les agradaría añadir a un vaso de coctelería, quienes representaron el 90% de los encuestados. Evidentemente, esta función destacó de entre todas las demás características de diseño con la opinión popular, por lo que resulta indispensable de incluir como funcionalidad adicional.

Igualmente, se encuestó sobre la opinión general del público sobre esta nueva línea de productos y sobre si les parecía una idea innovadora. Ante esta pregunta, 57 personas de 18 a 29 años, 47 de 30-59 años y 18 de más de 60 años contestaron que la innovación sí era una característica que distinguía a este catálogo de productos, quienes representaron el 93.8% de los encuestados. Por ello, concluimos que esta idea tiene potencial para ser llevada a cabo y lanzarla al mercado.

Finalmente, se realizó una de las preguntas más importantes para producir la cristalería en cuestión. Se encuestó sobre si el público estaría dispuesto o interesado a adquirir algún producto de este catálogo y 53 personas de 18 a 29 años, 40 de 30-59 años y 12 de más de 60 años contestaron que comprarían algún vaso de este catálogo, quienes representaron el 80.8% de los encuestados. Consecuentemente, afirmamos que esta nueva idea de cristalería conlleva un diseño innovador que atraerá a numerosos posibles consumidores y definitivamente generará ganancias para la empresa mexicana.

f. Decisión del Proyecto a Realizar

A través del estudio de mercado realizado se demostró que existe gran interés por el proyecto de la realización de cristalería en todos los grupos de edad encuestados, que abarcan desde los 18 hasta por arriba de los 60 años, el cual, incorpora circuitos que

permitan la obtención de información que permita a los consumidores saber lo siguiente:

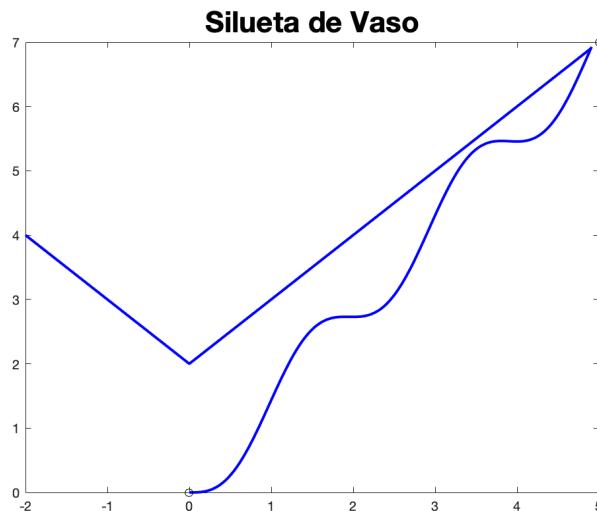
- Concentración de alcohol en las bebidas.
- Nivel de temperatura de la bebida, el cual ayude a tomar la decisión de calentar, enfriar o tomarla en caso de ser su temperatura ideal.

Asimismo, se encontró que los consumidores están interesados en diseños innovadores y sobre todo, se encontró que inicialmente el 80% sí compraría el producto.

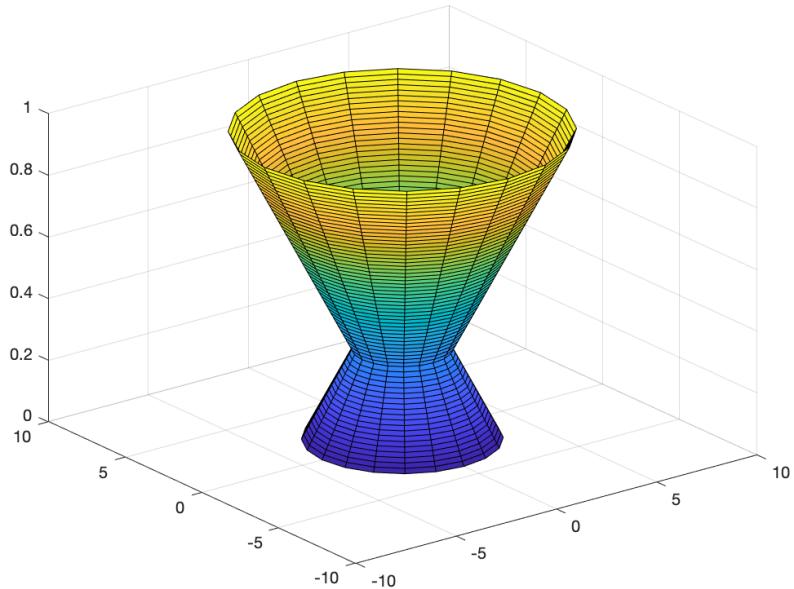
Esencialmente, el diseño seleccionado incorpora dichas funciones, así como el diseño seleccionado es innovador y este posee en la parte de abajo un contenedor para todos los circuitos que serán agregados. El diseño está inspirado en un vaso de tamaño suficiente para poder servir cerveza, dado que la idea principal partió de ser cristalería para tomar bebidas alcohólicas, y esta es la más versátil y tomada en general, adicionalmente cumple el tamaño requerido para servir bebidas no alcohólicas y bebidas más fuertes como cocteles de mezcal o ron, por mencionar algunos ejemplos. Asimismo, basándonos en el gusto de los consumidores por el ejemplo adjuntado, el equipo se inspirará en una función cónica como base y se le añadirán detalles con otras funciones adicionales. De este modo, el producto final será un vaso de coctelería del agrado del público.

g. Modelo de MATLAB

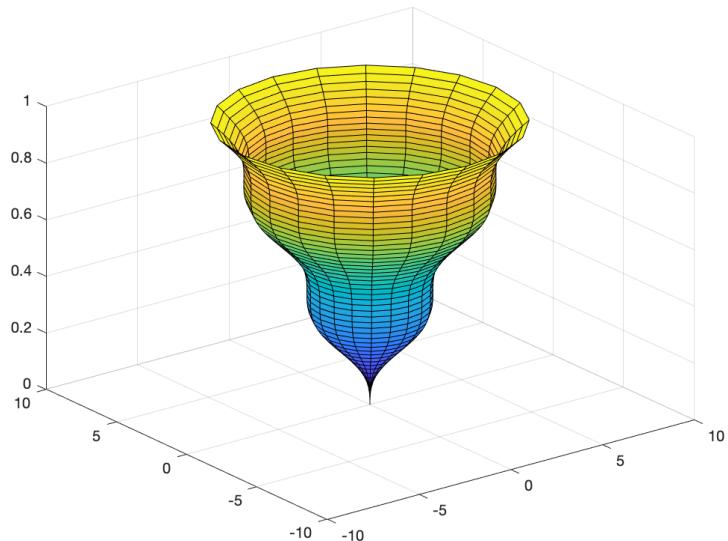
El modelo obtenido a partir del software de cómputo numérico MATLAB, se presenta a continuación:



Revolución Parte Externa



Revolución Parte Interna



h. Explicación de Código de Matlab

El código generado con el fin de desarrollar el vaso inteligente se divide en 4 partes o etapas de gran importancia las cuales fueron esenciales; primero, para visualizar la silueta del vaso, segundo, para visualizar el vaso, a partir de la silueta generada, en tres dimensiones y tercero, para ser capaces de transformar, nuestro diseño, a un

formato entendible para la impresora 3D. Las 4 etapas que conforman nuestro código, se explican más a detalle a continuación.

1. Visualización de Silueta

En primera instancia, partiendo del punto de que se desarrollaría un vaso inspirado en funciones matemáticas, era necesario su visualización: Esto, computacionalmente es posible a través de la creación de dos matrices, una, en la que se almacenen los componentes en x de los puntos sobre los cuales correría la función y otra, en la que se almacenen los componentes en y de los puntos que pertenecen a la función. Esto, como se puede ver, se realizó con las matrices o arreglos x_1 , x_2 , y_2 . Las funciones utilizadas fueron, para el exterior una función absoluta trasladada 2 unidades en y y una función lineal, la cual fue aproximada a partir de series de Fourier (con el fin de hacerla más estética y menos aburrida), lo cual, se explicará con detalle en la sección 4. Finalmente, a partir de la función **plot**, se graficaron las matrices previamente mencionadas obteniendo así la figura “Silueta de Vaso”.

2. Visualización de Vaso en Tres Dimensiones

Posteriormente, partiendo de la silueta de nuestro vaso inteligente, se utilizó la función **cylinder**, la cual, como argumento tuvo los componentes en y de los puntos que formaron la siluetas interna y externa de nuestro vaso, generando así, un conjunto de puntos, en x , y y z , pertenecientes a una rotación con respecto a $y = 0$; generando así, dos objetos tridimensionales, los cuales, a partir del uso de la función **surf**, fueron graficados en R^3 , obteniendo así, los gráficos presentados anteriormente titulados “Revolución Parte Externa” y “Revolución Parte Interna”.

3. Obtención del archivo .stl

Ahora bien, con el fin de ser capaces de imprimir nuestro prototipo en una impresora 3D, es necesario generar un archivo que pueda ser interpretado por esta. Es ahí, donde entró en función la librería **surf2stl.m**, la cual, posee la función llamada **surf2stl**; una función que al introducir como parámetros el nombre del archivo, los componentes en x , en y y en z de nuestro vaso, es capaz de generar un archivo .stl de nuestro vaso. Esta hazaña, la logra al generar caras de forma triangular partiendo de todos los puntos, con los cuales la alimentamos, permitiendo así a la impresora ver a nuestro objeto como un ente sólido y no solo como un conjunto de puntos sin sentido.

4. Extra: Series de Fourier para Aproximar Ecuaciones

Finalmente, con el fin de conseguir un interior distinto a un cono (lo cual sería resultado de rotar con respecto a $y = 0$, una ecuación lineal) definimos una función llamada **fourier**, la cual es capaz de aproximar funciones a partir de las famosas series de fourier, lo cual, debido a su naturaleza, permite tener un interior oscilatorio u ondulado, pero, manteniendo la trayectoria de una ecuación lineal. Esto, fue logrado a partir de la implementación, dentro de esta función, de las siguientes fórmulas:

$$f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n x) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n x),$$

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx$$

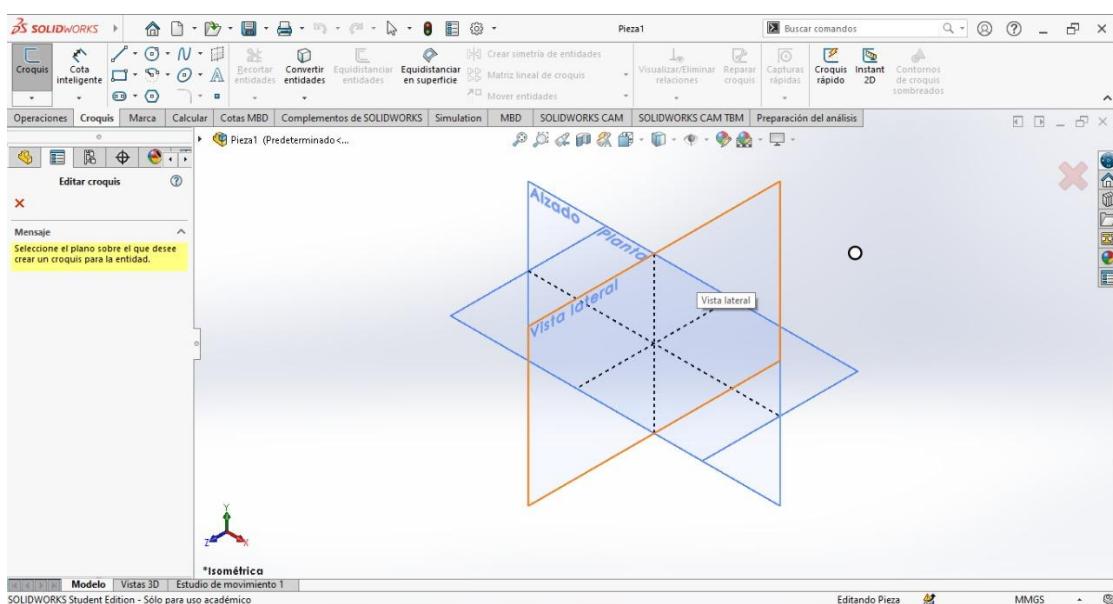
$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos(nx) dx$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin(nx) dx$$

i. Modelo de SolidWorks

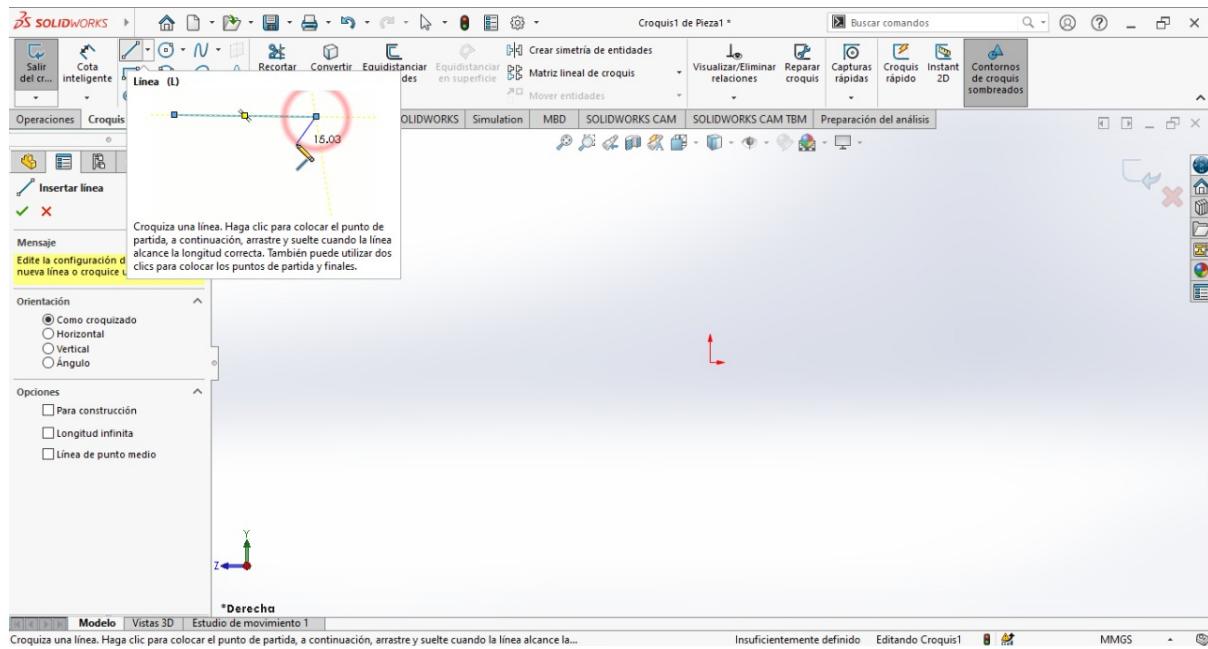
Procedimiento

Paso 1



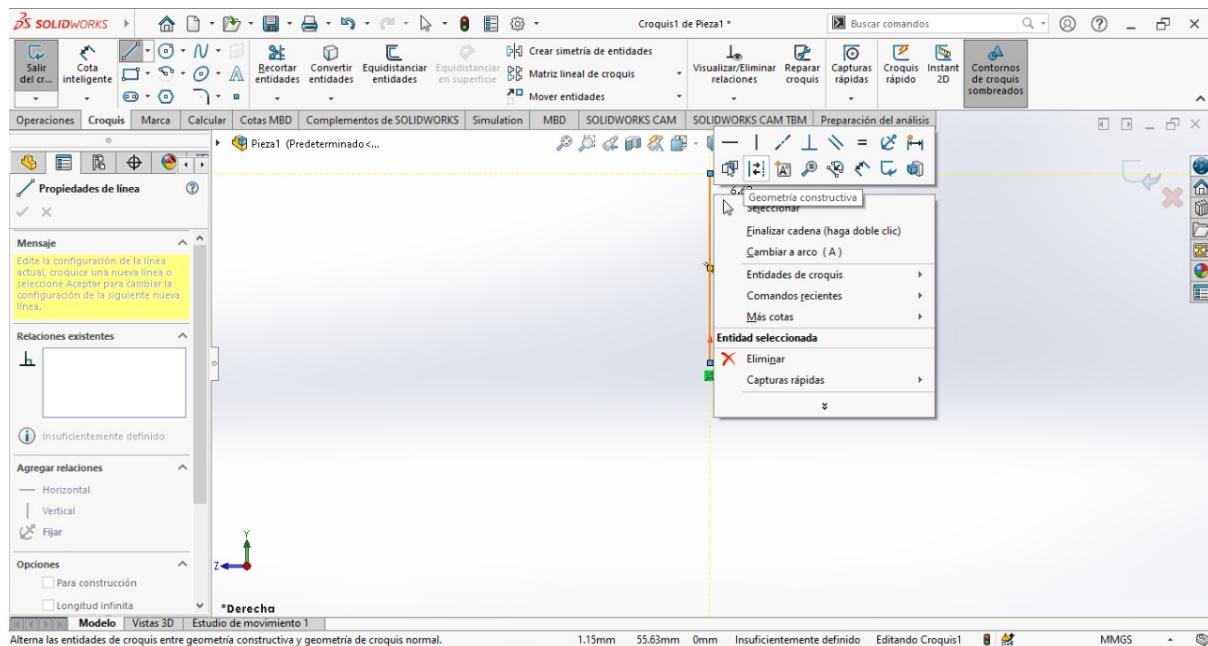
Es importante recordar que para la creación de un Sólido de Revolución a manera de sketch, se debe crear un croquis. Después, se debe seleccionar el plano en el que se quiera crear. En esta ocasión se escogió la vista lateral.

Paso 2



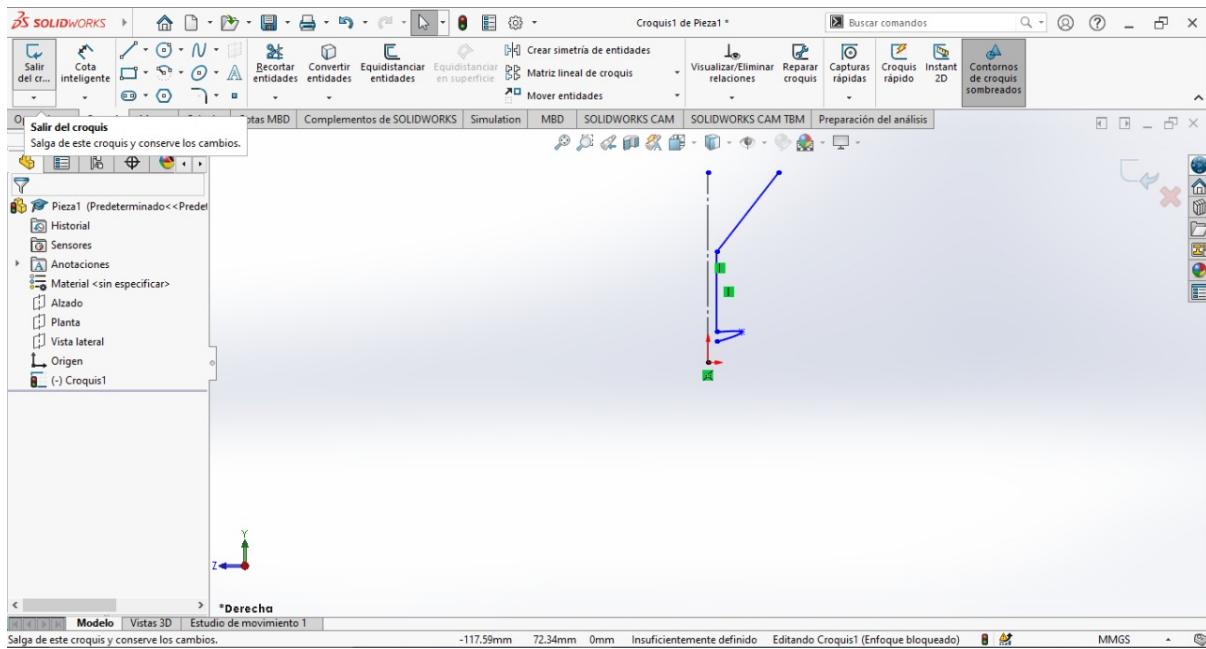
Se debe usar una línea que parte del origen.

Paso 3



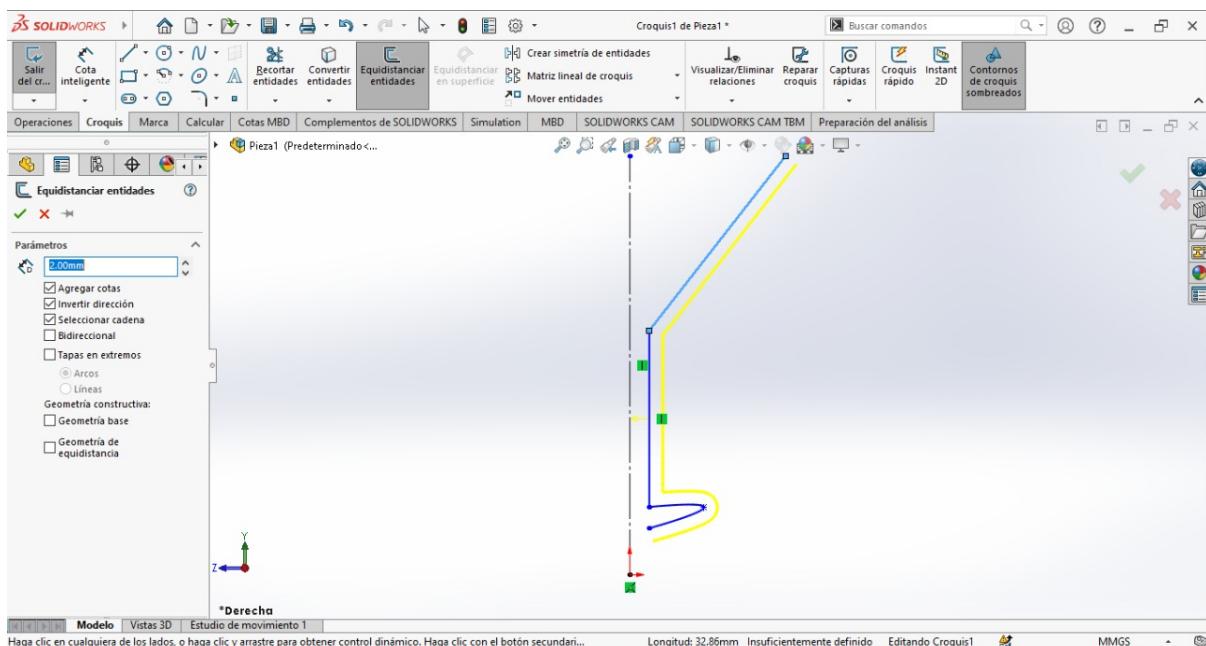
Dicha línea la haremos como “Línea constructiva”, ésta funcionará como el eje sobre el que rotará el dibujo creado para finalmente formar el Sólido de revolución.

Paso 4



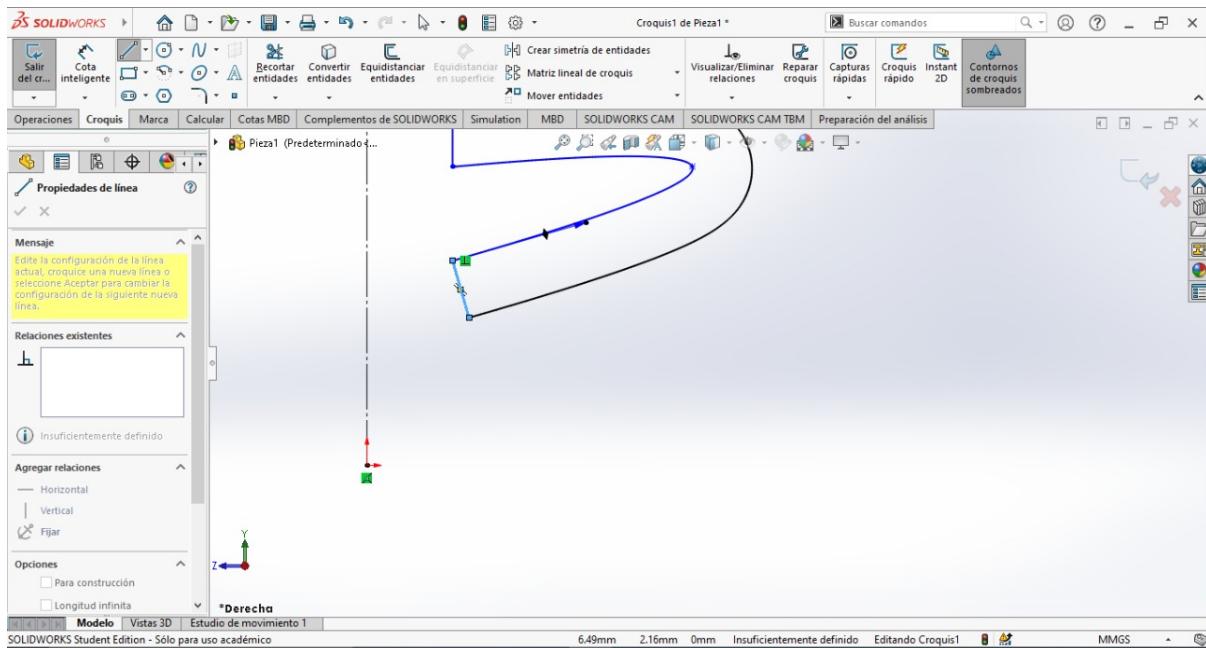
Diseñar la forma que se requiere de acuerdo a la necesidad del usuario.

Paso 5



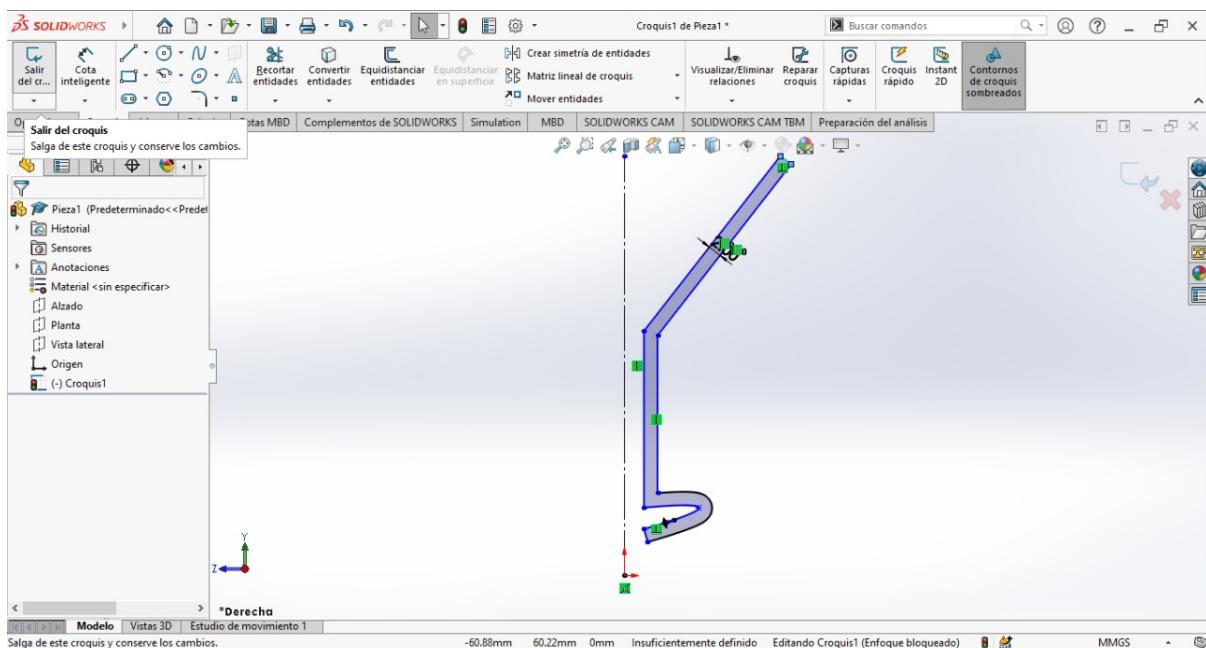
Generar la equidistancia de entidades respecto a la figura anteriormente creada.

Paso 6



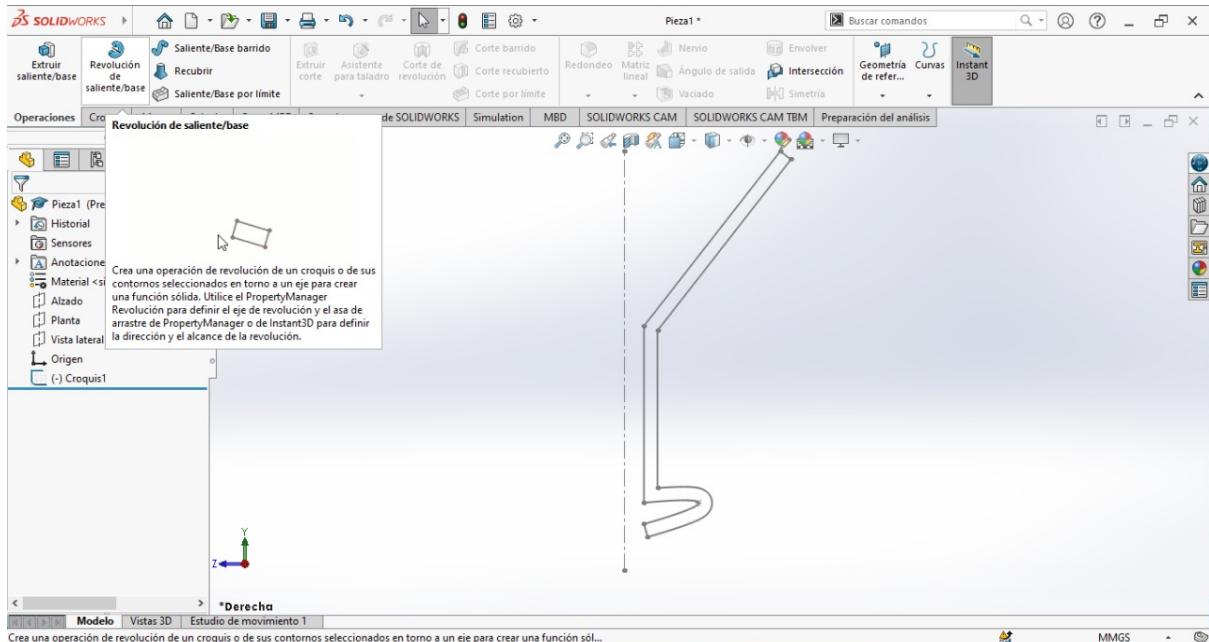
Cerrar el área deseada.

Paso 7



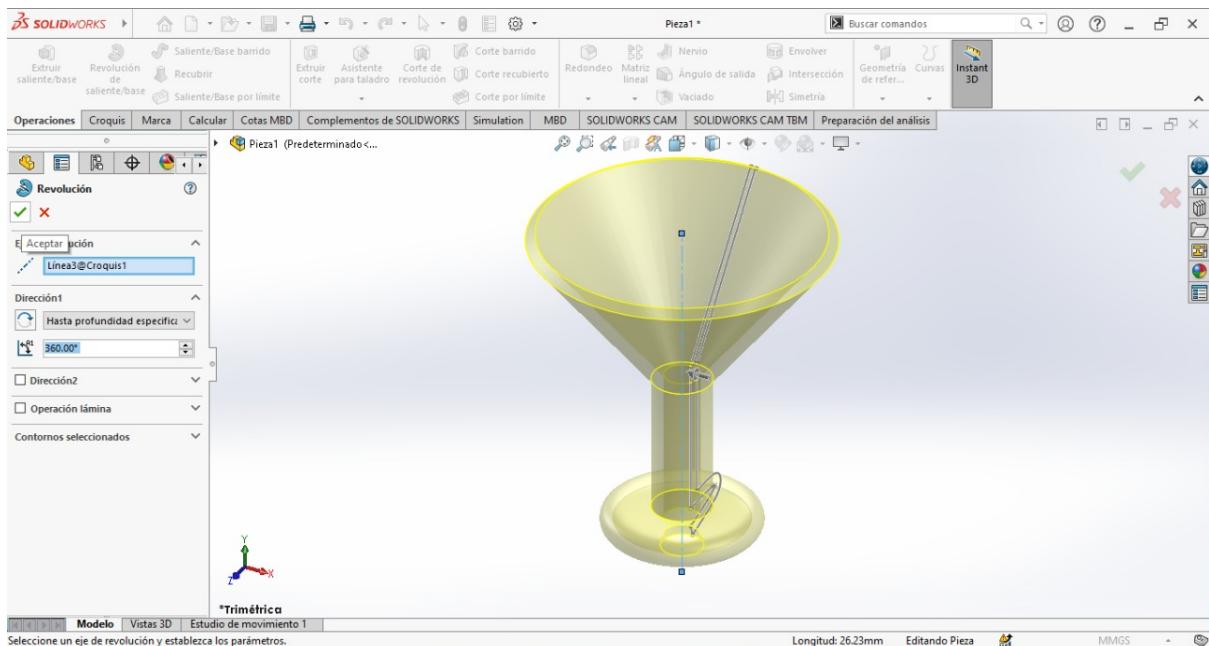
Es importante observar que el área anteriormente creada se pone de color gris, de no ser así no se podrá generar el sólido.

Paso 8



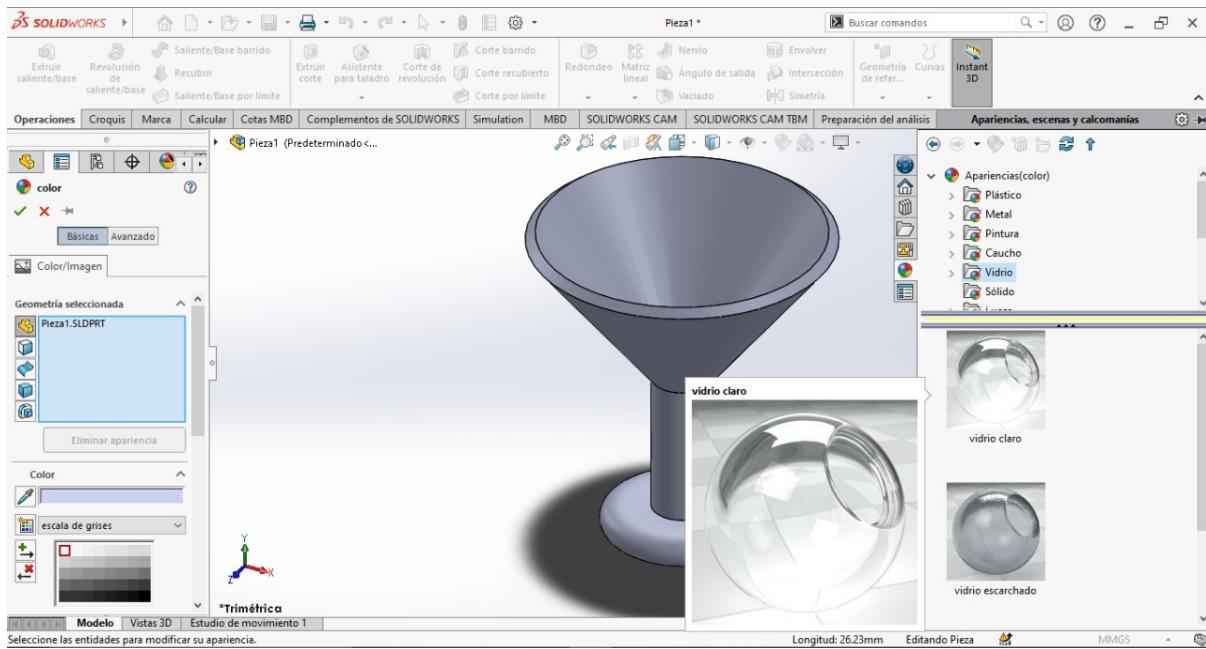
Ya que todo esté en orden, es momento de salir del croquis. Después, se debe seleccionar la opción de “Revolución de saliente/base”.

Paso 9



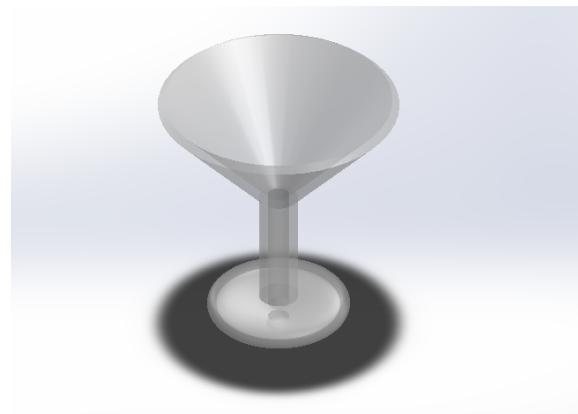
Ya seleccionada dicha opción es importante escoger el eje de rotación, los grados y los contornos seleccionados. Y ya está creado el sólido de revolución.

Paso 10



Para finalizar, se puede mejorar el diseño añadiendo apariencias al objeto creado. En esta ocasión se escogió la opción de “vidrio claro”.

2. Producto final



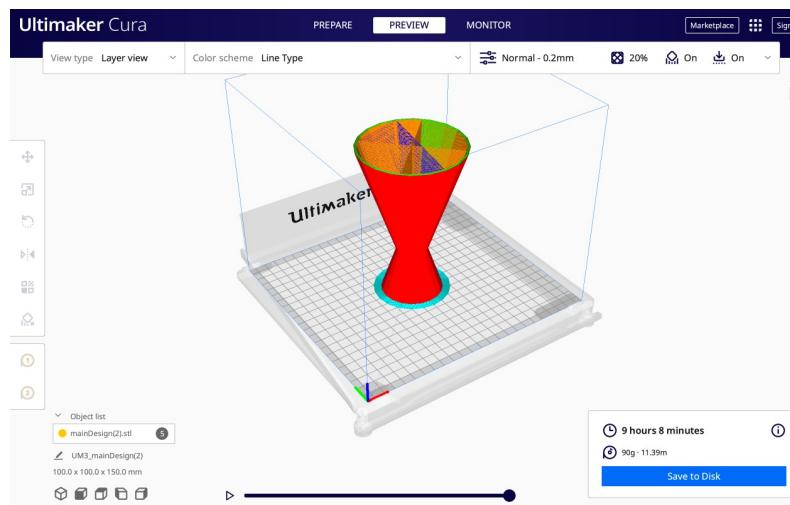
Producto Final: Solidworks

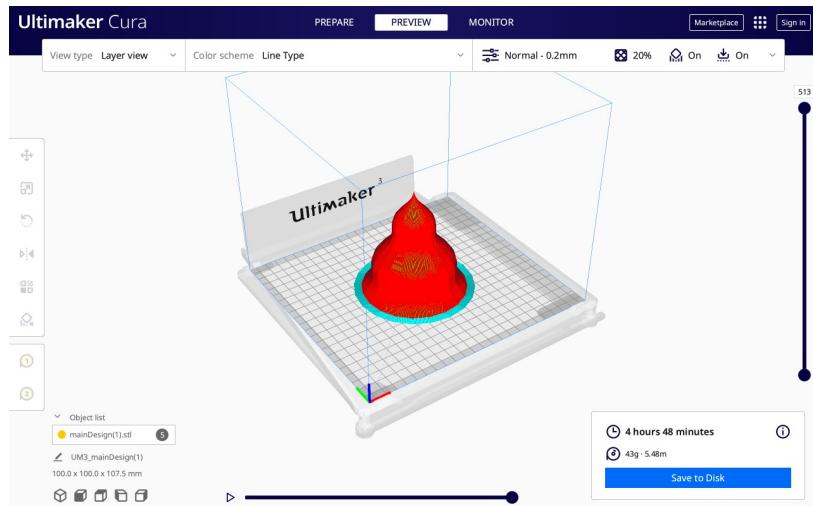


Producto Físico

j. Masa, Densidad y Volumen del Vaso

Gracias a la utilización del software Ultimaker Cura para importar el archivo .stl del sólido elegido y utilizar las impresoras 3D para generar nuestro vaso, podemos obtener la masa aproximada de nuestro sólido, el cuál equivale a 90 g. Ahora bien, al investigar la densidad del filamento PLA utilizado para construir el vaso, obtuvimos el valor de 1.25g/cm³. Si consideramos la fórmula de densidad $\rho = \frac{m}{v}$, entonces podemos encontrar un valor aproximado de volumen para nuestro vaso. Sustituyendo los valores en la fórmula, se obtienen 72cm³.





k. Estimación de Precio

Una vez obtenido el volumen de nuestro sólido, se puede buscar un tipo de vidrio que coincida con las características físicas necesarias para construir el vaso y, simultáneamente, obtener un precio aproximado de producción.

El material de vidrio con la densidad más similar a la obtenida a partir de nuestro modelo fue el vidrio espuma, el cuál tiene una densidad aproximada de 0.69g/cm^3 . Puesto que el vidrio espuma puede ser fabricado con una gran variedad de residuos, se logra alcanzar un menor costo de producción y se aporta positivamente al cuidado del medio ambiente. Puesto que el precio del vidrio espuma por m^3 es de 150 USD, el precio de producción de un vaso equivale a 0.23 MXN, lo cuál es muy barato, beneficioso y ventajoso para producir en masa.

Al hablar de aspectos más enfocados en el diseño final de la región donde se ubicarán los circuitos, para ser práctico y funcional deberá tener unas dimensiones máximas 6 cm de largo, por 6 cm de ancho, por 1.5 cm de altura, lo cual, son las medidas promedio de la base de un vaso cómodo para sujetar. Y, por su parte, el costo de producción de los circuitos será de \$308.59 (cantidad que no toma en cuenta la mano de obra y que seguramente será menor al comprar los componentes al mayoreo), cuyo desglose se encuentra a continuación:

Tabla 4. Componentes y Precios del Circuito

Componente (cantidad)	Precio \$ (MXN)
Sensor de temperatura (TMP36) (1)	16.89
Sensor de alcohol (MQ-3) (1)	56.90

Compuertas AND (15)	149.55
Compuertas OR (3)	26.25
Focos LED (3)	9.00
Comparador de Voltaje (1)	50.00
TOTAL	308.59

4. Conclusiones

Una vez realizados ambos modelos de un sólido de revolución para incorporar a un catálogo de cristalería inspirada en funciones matemáticas, se tomó la decisión de utilizar el primer vaso construido a partir de Matlab. Principalmente, se tomó esta decisión debido a su diseño matemático, puesto que contar con funciones que modelan tridimensionalmente un producto facilita su producción, así como su modificación o su optimización en caso de ser necesario en el futuro. Asimismo, el diseño del primer modelo contó con una innovadora morfología capaz de cautivar al público y esconder los circuitos necesarios para encender un led y ubicar sensores con el fin de brindar funcionalidad al objeto. Una vez impreso el vaso, se comprobó que el vaso efectivamente fue construido eficientemente y cumple con todos los propósitos y requisitos especificados previamente, incluyendo además una visualización cautivadora y creativa pionera en la industria de la cristalería. Asimismo, el obtener una representación física de nuestro prototipo nos ayudó a reconocer oportunidades de mejora al escoger un material que se asimile a las preferencias del público objetivo con respecto al uso exclusivo de vidrio en la fabricación de los vasos. Debido a esto, el vidrio espuma resultó ser la opción más conveniente para utilizarlo en la fase de producción del equipo, pues es extremadamente barato debido a su contexto de reciclaje, es amigable con el medio ambiente, es un material que no tiene casi competencia en la industria mexicana y puede ser utilizado en aplicaciones cocteleras. De esta manera, simultáneamente se resuelven los retos de eficiencia productiva, eficiencia de conservación de energía, reciclaje, protección ambiental y usos innovadores a los que la industria del vidrio se enfrentaba en México. Por otra parte, es importante reconocer que el producto tiene dos principales limitaciones: la primera gira en torno a su capacidad, la cual sólo llega a determinar temperaturas ideales, así como calientes y frías, para cerveza, té o café, vino, sake y tequila o mezcal. La otra limitante se encuentra a la hora del vaso encontrarse vacío, ya que mientras esto suceda, la luz LED que se encenderá será la de color azul. Es así, como se puede concluir que el modelo producido por este equipo fue construido óptimamente, tomando en cuenta principios físicos, matemáticos, ingenieriles y mercadotécnicos que generen un cambio positivo en el nicho de la coctelería, pero también, en procesos industriales de empresas mexicanas.

5. Referencias

Apuntes personales de la clase de Modelación de la ingeniería con matemática computacional (Gpo 126).

Cultura Cervecera. (2017). Los vasos de cerveza más populares. Maltosaa. Recuperado de <https://maltosaa.com.mx/tipos-de-vaso-para-cerveza/>

Fernández, D. (2021). Vidrio espuma a partir de desecho de vidrio y perlita mineral. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/22594/1/1080315518.pdf>

Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: A 2D graphics environment. Computing in Science & Engineering, 9(3), 90–95.

McKinney, W., & others. (2010). Data structures for statistical computing in python. In Proceedings of the 9th Python in Science Conference (Vol. 445, pp. 51–56).

Secretaría de Salud. (2017). Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016-2017. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/246052/hojasresumen_Alcohol-V3.pdf

Van Rossum, G., & Drake, F. L. (2009). Python 3 Reference Manual. Scotts Valley, CA: CreateSpace.

6. Programas ocupados.

- Matlab: Para modelado matemático del vaso.
- SolidWorks: Modelado del vaso.
- Ultimaker Cura: Para conversión de modelado a archivo de impresión en 3D.
- Canva: Diseño de gráficos.
- Microsoft Office (Word): Manipulación de texto.
- Microsoft Office (Excel): Análisis de la base de datos.
- Google Forms: Recabación de datos.
- Visual Studio Code: Manipulación de código para el análisis de datos.
- Python: Análisis de los datos recabados.
- Matplotlib: Visualización de los datos recabados.
- Pandas: Análisis de los datos recabados.

Apéndices I: Código de MATLAB para graficar conjuntos

```
import matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import pandas as pd
labels = ['18 - 29 años', '30 - 59 años', '60 años en adelante']
df = pd.read_csv('data.csv')
pregunta = 'Pregunta 8'
si_edad =
[round(((df[(df['Edad']==labels[0])&(df[pregunta]==1)])) [pregunta].size *
100)/ 62),
round(((df[(df['Edad']==labels[1])&(df[pregunta]==1)])) [pregunta].size *
100)/ 48),
round(((df[(df['Edad']==labels[2])&(df[pregunta]==1)])) [pregunta].size *
100)/ 20)]
no_edad =
[round(((df[(df['Edad']==labels[0])&(df[pregunta]==0)])) [pregunta].size *
100)/ 62),
round(((df[(df['Edad']==labels[1])&(df[pregunta]==0)])) [pregunta].size *
100)/ 48),
round(((df[(df['Edad']==labels[2])&(df[pregunta]==0)])) [pregunta].size *
100)/ 20)]
# Add some text for labels, title and custom x-axis tick labels, etc.
ax.set_ylabel('Porcentaje')
ax.set_title('¿Te interesaría adquirir algún producto de esta colección?',
wrap=True)
ax.set_xticks(x)
ax.set_yticks([x for x in range(0,100,10)])
ax.set_xticklabels(labels)
ax.legend()
def autolabel(rects):
    for rect in rects:
        height = rect.get_height()
        ax.annotate('{}'.format(height),
                    xy=(rect.get_x() + rect.get_width() / 2, height),
                    xytext=(0, 3), # 3 points vertical offset
                    textcoords="offset points",
                    ha='center', va='bottom')
autolabel(rects1)
autolabel(rects2)
```

```
fig.tight_layout()
plt.show()
```

Apéndice II: Código de Matlab para generar el sólido de revolución

```
clear all
% Silueta
x1 = (-2:0.1:5);
y1 = abs(x1) +2;

x2 = (0:0.1:5);
f = @(x) (7/5)*(x);
y2 = (0);
for i = x2
    y2(end+1) = fourier(i,f,20,20);
end

y2 = y2(2:end);

y3 = y1(y1 < 6.95);
y4 = y2(y2 < 6.95);

x3 = x1(y1 < 6.95);
x4 = x2(y2 < 6.95);

%% Graficamos la silueta
figure(1)

plot(x3,y3,'LineWidth',2,"Color",'blue')

hold on
title('Silueta de Vaso','FontSize',22)

plot(x4,y4,'LineWidth',2,"Color",'blue')
scatter([0,5],[0,7],'ko')
hold off
%% Graficamos la revolución
figure(2), clf

[X2 Y2 Z2] = cylinder(y3);

[X1 Y1 Z1] = cylinder(y4);
surf(X1, Y1, Z1)
hold on

title('Revolución Parte Interna','FontSize',22)
hold off

surf2stl('mainDesign(1).stl',X1,Y1,Z1)
surf2stl('mainDesign(2).stl',X2,Y2,Z2)

%% Fourier

function g = fourier(x, f, max, n)
% Independent value
a0 = 0.5*(1/max)*integral(f,-max,max);
series1 = 0;
series2 = 0;
% Series loop
for i = 1:1:n
    % First series function and sum
    g = @(x) f(x).*cos((i*pi*x)/max);
    an = (1/max)*integral(g,-max,max);

    series1 = series1 + an*cos((i*pi*x)/max);

    % Second series function and sum
    h = @(x) f(x).*sin((i*pi*x)/max);
```

```
bn = (1/max)*integral(h,-max,max);  
series2 = series2 + bn*sin((i*pi*x)/max);  
end  
g = a0 + series1 + series2;  
end
```

Agradecimientos

A nuestros profesores: Luis Yépez Pérez y Horacio A. Figueredo Rodríguez, por su valioso conocimiento y apoyo en la realización de este trabajo.

Al Tecnológico de Monterrey, por ser la institución educativa más importante en México que permitió el desarrollo de este trabajo.

A toda la comunidad científica que generó las herramientas, programas y plataformas que ayudaron a la generación de productos y diseños en 3D.