



**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA**
Unidad Xochimilco

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño

Área de Concentración de Sustentabilidad Ambiental

Propuesta de Lineamientos para el Diseño de Envases Plásticos.

La Experiencia de Uso del Adulto Mayor con Bebidas
Embotelladas en la Ciudad de México.

Idónea Comunicación de Resultados

que para obtener el grado de Maestría presenta:

Carlos Enrique Ramírez Chagolla

Tutora: Mtra. Silvia Ana María Oropeza Herrera

Ciudad de México, noviembre 2021.

Resumen

Esta investigación propone una serie de lineamientos para el diseño de envases plásticos, para bebidas, dirigidos al adulto mayor mexicano. Se abordaron dos problemas asociados al diseño y fabricación de envases plásticos para bebidas: el deterioro ambiental por desechos plásticos de envases de un solo uso y las dificultades de uso en individuos de más de 60 años. Se empleó una metodología de enfoque cualitativo, de tipo fenomenológico y de carácter exploratorio. La muestra fue de cinco participantes, de 65 a 81 años, residentes de la Ciudad de México. Se observó como los atributos de diseño —variable independiente— influyeron en la valoración de su experiencia de uso —variable dependiente—, y como los mismos, determinaron algunas prácticas ambientales. Se formularon entrevistas semiestructuradas, que permitieron conocer la opinión de los participantes para identificar las problemáticas recurrentes y proponer mejores pautas de diseño. Así mismo, a cada participante se le aplicó una prueba de usabilidad, con una muestra de envases, para profundizar en las percepciones de los participantes; registrando las deficiencias y suficiencias de su desempeño. Finalmente, para verificar la viabilidad operativa y técnica de las mejoras de diseño identificadas, se contrastaron los datos obtenidos con la opinión de un experto de la industria. Como productos de la investigación se obtuvieron: la identificación de los problemas recurrentes de uso, una propuesta de los lineamientos de diseño para envases plásticos par bebidas y la convergencia de la usabilidad en el ecodiseño de envases.

Palabras clave: sustentabilidad, envases plásticos, adulto mayor, usabilidad, bebidas embotelladas.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias y Artes para el Diseño

Ciudad de México 24 de noviembre de 2021

DRA. JUANA MARTÍNEZ RESÉNDIZ
COORDINADORA DEL PROGRAMA DE MAESTRIA
EN CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Presente.

Me permito comunicar a usted que a solicitud del alumno (a): **Carlos Enrique Ramírez Chagolla**, del Programa de Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño, he revisado y confirmo que la Idónea Comunicación de Resultados (ICR)/Tesis: *“Propuesta de lineamientos para el diseño de envases plásticos. La experiencia de uso del adulto mayor con bebidas embotelladas en la Ciudad de México.”* es la versión final, contiene el resumen, las palabras clave y cumple con los requisitos para formar parte del repositorio institucional de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Atentamente


Mtra. Silvia Ana María Oropeza Herrera

Nombre y firma del Director (a) de ICR/Tesis.

Agradecimientos

En primera instancia agradezco al CONACYT, a través de su Programa Nacional de Posgrados de Calidad, por facilitar el apoyo financiero para la realización de este trabajo.

Mi reconocimiento a la coordinación de la Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño, en especial a la Dra. Juana Martínez Reséndiz, por siempre procurar un ambiente propicio para el desarrollo académico y personal.

Mi más profunda gratitud y admiración a mi tutora la Mtra. Silvia Oropeza Herrera, con quien tuve a bien compartir esta experiencia, por su conocimiento, su experiencia, sus buenos consejos y por todas las facilidades otorgadas. También agradezco cada uno de mis profesores y mis compañeros del área de sustentabilidad ambiental por compartir sin reservas su ingenio y su entendimiento.

Dr. Alberto Cedeño Valdiviezo

Dr. Pablo Alberto Torres Lima

Dra. Margarita Juárez Nájera

Dr. Octavio González Castillo

Pero sobre todo dedico este trabajo a mi familia, que son lo más importante en mi vida.

A Damián

A Julieta

A Diego

A Silvia

CONTENIDO

Índice de Tablas.....	1
Índice de Figuras.....	1
Glosario de Abreviaturas.....	3
Estructura del Documento.....	4
INTRODUCCIÓN	5
Contexto de la Investigación.....	5
Planteamiento del Problema.....	8
Justificación de la Investigación.....	9
Objetivos y Preguntas de Investigación.....	10
Hipótesis de Trabajo.....	11
1. MARCO TEÓRICO	12
1.1. Ciencia y Nuevo Paradigma.....	12
1.2. Teoría de los Sistemas Complejos.....	13
1.3. Desarrollo Sustentable.....	16
1.3.1 Sustentabilidad Ambiental.....	19
1.3.1.1. Ecología Industrial.....	20
1.3.1.2. Ecoeficiencia.....	20
1.3.1.3. Ecodiseño.....	21
1.3.1.4. De la Cuna a la Cuna.....	22
1.3.2. Sustentabilidad Social.....	23
1.3.2.1. Diseño Universal.....	24
1.3.3. Economía Circular.....	26
1.4. Usabilidad y Ergonomía Ecológica.....	27
1.5. Diseño de Envases Plásticos.....	29
1.6. Diseño para el Adulto Mayor.....	35
2. ANTECEDENTES	39
3. MARCO METODOLÓGICO	41
3.1. Población y Muestra.....	42
3.2. Variables.....	43
3.3. Envases Muestra.....	44
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	46
4.1 Entrevista a Usuarios Adultos Mayores.....	46
4.2 Prueba de Usabilidad a Usuarios Adultos Mayores.....	52
4.3 Entrevista a Experto de la Industria del Envase.....	57
4.4. Problemas Asociados al Uso de Envases.....	62
4.5. Propuesta de Lineamientos para la Usabilidad en el Diseño de Envases.....	65
4.6. Integración de Atributos de Diseño para la Usabilidad en el Ecodiseño.....	84
5. CONCLUSIONES	87
5.1. Líneas de Investigación Futuras.....	89
REFERENCIAS	90
ANEXOS	98

Índice de Tablas

Tabla 1. Los nueve principios de la filosofía de La Cuna a la Cuna (C2C).....	22
Tabla 2. Los siete principios del diseño universal.....	25
Tabla 3. Los plásticos, sus aplicaciones y su reciclabilidad.....	31
Tabla 4. Líneas estratégicas de ecodiseño de envases.....	34
Tabla 5. Percentiles antropométricos asociados al diseño de envases.....	37
Tabla 6. Limitaciones funcionales de adultos mayores y personas con discapacidad.....	38
Tabla 7. Descripción de los participantes.....	42
Tabla 8. Caracterización de las variables de investigación.....	43
Tabla 9. Selección de envases muestra para prueba de usabilidad.....	44
Tabla 10. Resultados obtenidos de la prueba de usabilidad.....	52
Tabla 11. Problemas más recurrentes en el uso de envases.....	63
Anexo 1. Guía de entrevista para usuario final.....	98
Anexo 2. Guía de la prueba de usabilidad para usuario final.....	100
Anexo 3. Guía de entrevista para experto de la industria del envase.....	104
Anexo 5. Tabla antropométrica de la población mexicana adulta mayor.....	107

Índice de Figuras

Figura 1. Conceptualización del problema de investigación.....	8
Figura 2. Esquematización de los objetivos en función de la hipótesis.....	11
Figura 3. Relación bi-direccional para la ergonomía ecológica.....	28
Figura 4. Intervenciones ergonómicas para la sustentabilidad.....	29
Figura 5. El ciclo de vida de un envase bajo la Economía Circular.....	33
Figura 6. Antropometría del adulto mayor mexicano asociada al uso de envases.....	37
Figura 7. Planimetría de los envases muestra.....	45
Figura 8. Posición y tipo de agarre del envase para su manipulación.....	53
Figura 9. Posición y tipo de agarre de la tapa para su remoción.....	55
Figura 10. Lineamiento CF1 – forma transversal del cuerpo del envase.....	65
Figura 11. Lineamiento DA1 – dimensiones de la geometría transversal.....	66
Figura 12. Lineamiento CF2 – área de agarre.....	67
Figura 13. Lineamiento GM1 – grosor del material para el cuerpo del envase.....	67
Figura 14. Lineamiento TA1 – relieves antideslizamiento.....	68

Figura 15. Lineamiento CGD1 – centro de gravedad para dosificación directa.....	68
Figura 16. Lineamiento CGR1 – centro de gravedad para dosificación a recipiente.....	69
Figura 17. Lineamiento AA1 – topes de agarre antideslizamiento.....	69
Figura 18. Lineamiento DB1 – diámetro interno de boquilla.....	70
Figura 19. Lineamiento DT1 – diámetro exterior de la tapa.....	71
Figura 20. Lineamiento HT1 – altura del contorno de la tapa.....	71
Figura 21. Lineamiento ET1 – textura/estriado del contorno de la tapa.....	72
Figura 22. Lineamiento FT1 - forma de la tapa.....	72
Figura 23. Lineamiento FR1 - fuerza de remoción de la tapa.....	73
Figura 24. Lineamiento VA1 – número de vueltas para la remoción de la tapa.....	73
Figura 25. Lineamiento SG1 - sentido de giro para remoción de la tapa	74
Figura 26. Lineamiento CT1 – aplicación del color para la tapa.....	75
Figura 27. Lineamiento TPE1 – tamaño y posición de la etiqueta.....	76
Figura 28. Lineamiento EDI1 – distribución de la información.....	77
Figura 29. Lineamiento EAC1 – aplicación de color en los fondos.....	77
Figura 30. Lineamiento EAC2 – aplicación de color en los textos.....	78
Figura 31. Lineamiento EAC3 – aplicación de color en las imágenes.....	78
Figura 32. Lineamiento ECT1 – contraste para los textos.....	79
Figura 33. Lineamiento ECP1 – contraste para los pictogramas.....	79
Figura 34. Lineamiento EPT1 – parámetros de la tipografía.....	80
Figura 35. Lineamiento EAP1 – aplicación de los pictogramas.....	80
Figura 36. Lineamiento EIA1 – aplicación de información y advertencias.....	81
Figura 37. Lineamiento CFC1 – formatos de consumo.....	82
Figura 38. Lineamiento CEA1 – elementos para el agarre.....	82
Figura 39. Lineamiento CCD1 – compactación para el desecho.....	83
Figura 40. Lineamiento PAM1 – pictograma de uso adecuado para el adulto mayor.....	83
Figura 41. Usabilidad en el ciclo de vida del envase de la economía circular.....	84
Figura 42. Integración de atributos de usabilidad en el ecodiseño.....	85
Anexo 4. Antropometría de la población mexicana adulta mayor.....	106
Anexo 6. Oferta de productos líquidos envasados en anaquel	108
Anexo 7. Envases muestra seleccionados para prueba de usabilidad.....	109
Anexo 8. Evidencia fotográfica de las entrevistas.....	109
Anexo 9. Evidencia fotográfica de las pruebas de usabilidad.....	110

Glosario de Abreviaturas

ACV	Análisis de ciclo de vida
C2C	Cradle to Cradle —De la Cuna a la Cuna—
CDMX	Ciudad de México
CO₂	Bióxido de carbono
Código QR	Quick Response Code —Código de Respuesta Rápida—
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COVID19	Enfermedad infecciosa causada por coronavirus registrada en 2019
CV	Ciclo de vida
dB	Decibeles
DDT	Dicloro difenil tricloroetano
DfX	Design for X —diseño para...—
diá. / Ø	Diámetro
DU	Diseño Universal
EC	Economía Circular
EE	Ergonomía Ecológica
EPB	Envases plásticos para bebidas
HDPE	Polietileno de alta densidad
IMPEE	Instituto Mexicano del Envase y Embalaje
kg	Kilogramo
L	Litro
LDPE	Polietileno de alta densidad
No.	número
ml.	mililitro
mm.	milímetro
ODS	Objetivos del Desarrollo Sustentable
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OP	Objetivo particular
PET	Politereftalato de etileno
PIB	Producto interno bruto
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Cloruro de polivinilo
SC	Sistemas complejos
SERMANAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Estructura del Documento

El documento inicia con el apartado introductorio, en el cual, se describe el contexto en el que se desarrolla la investigación. Aquí se formula el planteamiento de la problemática detectada en función de la sustentabilidad. Se tratan dos temas transversales, el primero corresponde al deterioro ambiental provocado por el consumo de envases plásticos para bebidas, y el segundo, conforme a la revisión del estado del arte, plantea los principales problemas de uso en envases dirigidos al adulto mayor. También se presentan las guías de investigación: delimitación, preguntas, objetivos e hipótesis de trabajo.

El primer capítulo, *Marco Teórico*, ofrece el sustento bibliográfico para el abordaje de la problemática medioambiental. Comienza desde la Teoría de los Sistemas Complejos hasta el constructo de la Sustentabilidad; además, se revisan los instrumentos metodológicos relativos al diseño industrial como el Ecodiseño, Economía Circular y Diseño Universal. En el segundo capítulo, *Antecedentes*, se ofrece una breve sinopsis sobre investigaciones análogas a la temática del presente documento; estos estudios sirvieron para construir la metodología de investigación, principalmente en la caracterización de las variables y en la definición de las etapas metodológicas. El tercer capítulo corresponde al *Marco Metodológico*, en el cual, se describen a detalle la sistematización de las variables observadas y el procedimiento de cada una de las etapas metodológicas para la recolección de información. En el cuarto capítulo, *Análisis y Resultados*, se presentan los hallazgos más relevantes, además, del tratamiento de los datos y su interpretación para la propuesta de lineamientos de diseño para envases plásticos para bebidas, dirigidos al adulto mayor. El quinto y último capítulo, *Conclusiones*, está destinado a valorar y discutir el alcance de los resultados, además de establecer las posibles líneas de investigación futura.

Los apartados finales están dedicados a las *Referencias* que se utilizaron dentro del documento, además, de los *Anexos*, que principalmente muestran las herramientas metodológicas que se utilizaron para el levantamiento de datos y las evidencias del trabajo de campo.

Introducción

La temática de este trabajo surge desde la disciplina del diseño industrial, a partir de una reflexión crítica recurrente sobre la fabricación de productos y sus implicaciones para los usuarios finales y su medioambiente. La práctica profesional, influenciada por la mundialización, suele estar subordinada a satisfacer modas y a seguir tendencias comerciales; y condicionada por la globalización, intenta cubrir la demanda del mercado y reducir costos de manufactura. Estas condicionantes, provistas desde el mercado y para el mercado, colocan al diseño como un agente de crecimiento económico. La ética del diseñador se ve rebasada por los modelos de economía de gran escala, y las cuestiones sobre calidad de vida y deterioro ambiental queda relegados a un segundo plano de operación.

En México, la industria del envase es mayoritaria, la dinámica logística y comercial obliga a que la mayoría de los bienes de consumo requieran ser envasados. Cuando los productos se fabrican a millones, multiplican los errores por millones, cualquier decisión que se tome desde el diseño impacta exponencialmente a la sociedad y al medioambiente (Papanek, 1997, p.178).

Contexto de la Investigación

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable, fue aprobada en 2015, por los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas, en la cual se establecieron 17 objetivos para erradicar la pobreza, conservar el planeta y asegurar la prosperidad humana — sin dejar a nadie atrás —. Su meta es lograr un futuro sostenible, seguro y próspero para la humanidad y el planeta; la estrategia es armonizar el crecimiento económico, la inclusión social y la protección al medio ambiente. Esta caracterización, se orienta en argumentar que los problemas medioambientales críticos, son el resultado de la pobreza extrema y de los patrones desmedidos de producción y consumo (García, 2008).

El objetivo de desarrollo sostenible (ODS) 12, Producción y Consumo Responsable, pretende desvincular el crecimiento económico del deterioro ambiental, con el aumento de la eficiencia de los recursos y promoviendo estilos de vida sustentables (Organización de las

Naciones Unidas [ONU], 2020). Hace un llamado a las empresas a comprender los efectos ambientales y sociales de los productos y servicios, tanto en los ciclos de vida de los productos, como en los efectos derivados de su utilización; y a los consumidores a reducir los desechos — desde no tirar alimentos, hasta reducir el consumo de plástico— y mantener una actitud reflexiva y responsable en sus hábitos de compra (ONU, 2016).

En relación a este ODS, la ONU (2016) informa que cada año, un tercio de todos los alimentos producidos, acaban pudriéndose durante la cadena de distribución, en las tiendas minoristas y en los hogares. El consumo responsable puede contribuir a reducir el hambre, las emisiones de CO₂ originadas del transporte, el gasto energético y de agua en la cadena productiva, y la contaminación por desechos sólidos orgánicos e inorgánicos —derivados de los materiales de envase—.

En el mundo, uno de los mayores problemas a los que nos enfrentamos en materia medioambiental es al consumo del plástico. Cada minuto se compran un millón de botellas de plástico y 13 millones de toneladas acaban en los océanos (Enciso, 29 de septiembre de 2019). En México, la industria del envase y embalaje genera el 1.7% del PIB nacional, representando el 48% del total de la fabricación de plástico (Vector, 29 de marzo de 2019). México ocupa el primer lugar a nivel internacional referente al consumo de agua embotellada con PET; representado el 30% de la basura doméstica (Cámara de Diputados, 13 de abril de 2017).

En 2012, en México, los principales residuos sólidos inorgánicos fueron el papel y sus derivados (13.8%), los plásticos (10.9%) y el vidrio (5.9%). Del volumen total reciclado, el mayor porcentaje de residuos valorizables pertenece a productos de papel y cartón (32%), seguido por el PET (15.8%), vidrio (13.8%), plásticos (9.2%). Sin embargo, si se considera el volumen reciclado con respecto al total producido, para el caso de los plásticos sólo se recicla el 0.5% (Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales [SERMANAT], 2016, p. 444).

Para Carmen Pérez (2012, p. 24) uno de los hechos que marcaran la pauta para la innovación social es el diseño de envases adaptados al usuario, la tendencia indica que la población será cada vez más longeva, y por lo tanto deberán desarrollarse diseños afines. Bernard Isaacs, profesor de medicina geriátrica, afirma que cuando se diseña para un joven se

excluye al anciano, pero si se diseña para el anciano se incluye al joven (Caltenco *et al*, 2005, p. 366).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la población mundial está envejeciendo a un ritmo acelerado. Según su comunicado de prensa “Perspectivas de la población mundial 2019”, se espera que para el año 2050 la población mundial, de más de 65 años, pase del 9% al 16% de ocupación territorial; es decir, una de cada por cada seis personas (ONU, 17 de junio, 2019). El incremento será mayor y más rápido en los países en desarrollo, se espera que la población de esta edad cuadriplique (ONU, 2003, p. 3).

Las proyecciones del Consejo Nacional de Población señalan que la Ciudad de México (CDMX) no es ajena a este fenómeno demográfico, para el año 2030 se espera que haya 100.6 personas adultas mayores por cada 100 jóvenes y llegado el 2050 se estima que la cifra alcanzará las 209.7 personas (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2019, pp. 54-59). Estos datos sitúan a la CDMX en el primer lugar de envejecimiento poblacional, a nivel nacional, además, se prevé un proceso de feminización; los pronósticos indican que para el 2050 habrá 145 mujeres por cada 100 hombres.

Algunos autores señalan la importancia de centrar la atención en los atributos ergonómicos de los objetos, para prevenir tanto la insatisfacción, como los accidentes causados durante su uso. Victor Papanek señala, que el diseño discrimina a amplios sectores de la población, los diseñadores trabajan en función de un modelo de consumidor supuestamente ideal; un varón de raza blanca, de ingresos medios, con una edad de entre 18 y 25 años, que mide exactamente 1.80 metros y pesa exactamente 80 kilos (1997, pp. 119-120). En opinión de Gerardo Rodríguez, los diseños han sido desarrollados para una población relativamente joven, con capacidades superdotadas y saludables (2001, p. 34).

En el Reino Unido, Galley y sus colaboradores estiman que alrededor de 3 millones de personas de más de 55 años han dejado de comprar ciertos alimentos, debido a que han experimentado dificultades para abrir los envases (2005, p. 3). Adrienne Berman señala que en Estados Unidos se registraran miles de muertes cada año por la ingesta de medicamentos equivocados. Explican que el 33% de los casos son atribuibles a la confusión por apariencia

similar del empaque y del etiquetado, a la poca legibilidad de la información y las advertencias, y al pobre uso de colores (2004, p. 16).

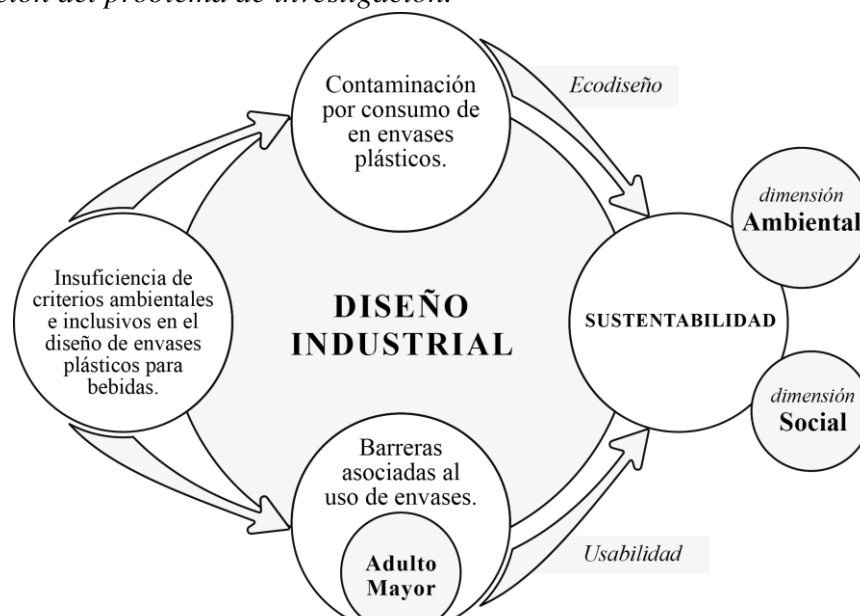
Planteamiento del Problema

Para la presente investigación se detectaron dos problemas transversales, derivados de la producción industrial de envases plásticos. El primero, corresponde al deterioro ambiental provocado por los desechos plásticos de envases de un solo uso. El segundo, tomando en cuenta la tendencia mundial de envejecimiento poblacional, y después hacer una revisión diagnóstica de artículos científicos referentes al uso en envases, se identificó suficiente evidencia sobre dificultades de manipulación, lesiones y muertes atribuibles a deficiencias en el diseño de envases, principalmente en individuos que superan los 60 años de edad.

Con este trabajo se pretende establecer lineamientos para el diseño de envases plásticos para bebidas dirigidos al adulto mayor, que puedan ser incorporadas en cualquier metodología para la planificación y desarrollo de envases plásticos; disponibles para cualquier diseñador, ingeniero o fabricante, que quiera orientar su postura profesional hacia la sustentabilidad.

Figura 1

Conceptualización del problema de investigación.



Nota. Este diagrama de elaboración propia representa el problema de investigación desde la disciplina del diseño industrial.

Justificación de la Investigación

Todos los días la gran mayoría de las personas mantienen contacto con algún producto envasado. Cada año se producen 200 botellas de PET por cada mexicano (Santillán, 27 de Julio de 2018). El envase representa la primera interacción entre el usuario y el contenido que se desea consumir. Una evaluación de usabilidad, en diseño de envases, garantiza al adulto mayor realizar sus actividades de la vida diaria con autonomía, de manera digna e integrada en su medioambiente.

Como justificación para la investigación se presentan los siguientes puntos:

- Con relación al diseño: esta investigación pretende generar conocimiento, desde la disciplina del diseño industrial, a partir de una postura crítica en la fabricación de envases plásticos, en particular en bebidas embotelladas.
- Con relación al medioambiente: se aborda el problema del deterioro ambiental, desde un enfoque socio-eco-céntrico, con el fin de proponer alternativas para el diseño de envases más cercanos al desarrollo sustentable.
- Con relación a la calidad de vida: se identifican e incorporan criterios de mejoran las condiciones de usabilidad en el diseño de envases plástico dirigidos al adulto mayor, que de manera prospectiva, se considera el acelerado proceso de envejecimiento demográfico.
- De las investigaciones consultadas, la gran mayoría, se limitan en describir dificultades y accidentes derivados de la manipulación de envases. Lamentablemente, no se logró identificar algún estudio de origen nacional que aporte datos precisos sobre la temática. Se infiere que este tipo de información sea confidencial y de uso interno en los protocolos de las distintas industrias, o que simplemente no se desarrollen dentro del país.

Objetivos y Preguntas de Investigación

Para el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente **pregunta general**: ¿Cuáles son las características de diseño de envases plásticos para bebidas, dirigidos al adulto mayor, que contribuyen al desarrollo sustentable?

El **objetivo general** de la investigación fue el de determinar e integrar los atributos idóneos para el diseño y fabricación de envases plásticos para bebidas (EPB) dirigidos al adulto mayor, que mejoren las condiciones de usabilidad y que contribuyan a disminuir su impacto medioambiental.

Derivado de este planteamiento, a continuación, se presentan las preguntas y objetivos particulares de investigación.

Pregunta de investigación 1: ¿Cómo incide el proceso de envejecimiento en el uso EPB?

OP1: Describir las limitaciones funcionales asociadas al proceso de envejecimiento y los principales problemas que experimenta el adulto mayor mexicano durante el uso de EPB.

Pregunta de investigación 2: ¿Cuáles son los atributos de diseño que inciden en la usabilidad a lo largo de la experiencia de uso de EPB?

OP2: Identificar cuáles son los atributos de diseño de EPB y de qué manera que inciden a lo largo de la secuencia de uso.

Pregunta de investigación 3: ¿Cuáles son los parámetros y características de diseño de EPB que provocan una valoración positiva durante su experiencia de uso?

OP3 Evaluar las características y parámetros de diseño de EPB que intervienen en la usabilidad, en una muestra de envases disponibles en el mercado.

Pregunta de investigación 4: ¿Cuáles y de qué manera los atributos de diseño para la usabilidad pueden contribuir en las prácticas ambientales?

OP4: Integrar los atributos de diseño para la usabilidad en las estrategias de ecodiseño para EPB.

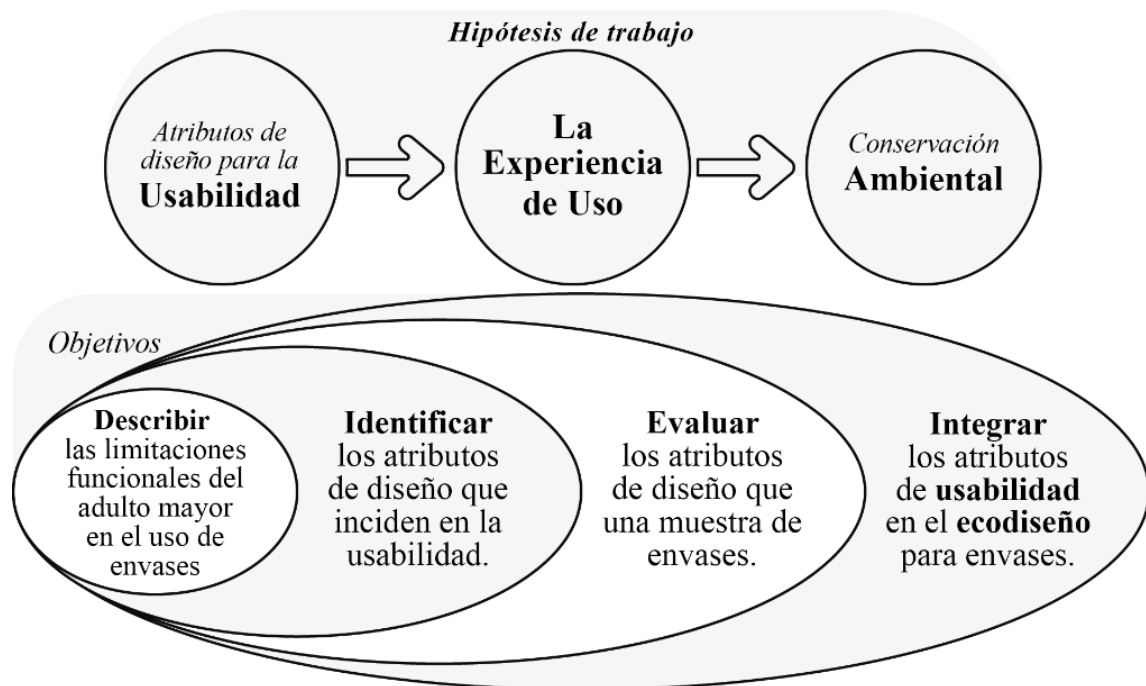
Hipótesis de Trabajo

Este trabajo de investigación se desarrolla alrededor de la siguiente hipótesis: la implementación de criterios de alta **usabilidad** para los adultos mayores, en el diseño y fabricación de envases plásticos para bebidas, provoca una **valoración positiva en su experiencia de uso**; coadyuva en su calidad de vida y facilita la ejecución de prácticas ambientales como: la reducción en el consumo de envases de un solo uso, la gestión final adecuada para el reciclaje, la reutilización, y la incorporación a la logística inversa —envases retornables—.

Descrito de manera sintética: al disminuir las barreras en el uso de envases plásticos para bebidas se facilita la adopción y ejecución de prácticas proambientales; entre mayor sea la usabilidad será menor el deterioro ambiental.

Figura 2

Esquemización de los objetivos en función de la hipótesis.



Nota. Elaboración propia.

1. Marco Teórico

1.1. Ciencia y Nuevo Paradigma

La ciencia es el deseo por conocer las cosas, intenta responder el cómo y el porqué del estado actual del mundo, es la urgencia por saber (Checkland, 1993, p. 40). El concepto de paradigma es entendido como “toda la constelación de creencias, valores, técnicas, etc., que comparten los miembros de una comunidad dada” (Kuhn, 1971, p. 269) es esencial para comprender como se produce el avance del conocimiento científico. Estas constelaciones determinan la cultura científica, influyen en la naturaleza, en las prácticas y en la estructura de los grupos profesionales de cada investigación (Kuhn, 1971, p. 45).

Para Kuhn la ciencia normal es la práctica que comparte las mismas bases científicas y modelos concretos reconocidos por alguna comunidad particular, su desarrollo opera bajo las mismas reglas y normas, por lo tanto, es una tradición que difícilmente genera desacuerdos (1971, p. 34). A partir de la física mecánica de Newton, el patrón que ha caracterizado al método científico occidental consta de tres elementos: el reduccionismo, la repetibilidad y la refutación; el cuál, ha procurado el pensamiento analítico, acumulativo y escéptico en la comunidad científica (Checkland, 1993, p. 67).

Una de las particularidades de la evolución de la ciencia es el esfuerzo por aumentar la exactitud, y el alcance de la observación y de la experimentación; con esto se busca eliminar ambigüedades, refinar una teoría o precisar el paradigma (Kuhn, 1971, p. 66). Por ejemplo, la invención del microscopio permitió el desarrollo de la teoría celular, la embriología, la microbiología y la genética; reforzó la concepción mecanicista de la vida (Capra, 1998, p. 43).

El pensamiento hegemónico de la ciencia se ha caracterizado por ser reductivo, racionalista, objetivista, universalista, determinista y lineal; ha demostrado ser operativamente efectivo, sin embargo, se distingue por su limitación para abordar la complejidad de la realidad contemporánea (Arce, 2020, pp. 70-71). Por otra parte, el problema más relevante dentro de la investigación normal es la insuficiencia para producir información, conceptos o estudios fenomenológicos innovadores; los resultados obtenidos no contribuyen en resolver problemas

urgentes o prioritarios, son repeticiones de procedimientos anteriores limitados por las herramientas conceptuales de su paradigma (Kuhn, 1971, pp. 68-71).

La incapacidad para abordar fenómenos complejos, los cambios sociales, el avance científico de otras disciplinas y sobre todo la detección de anomalías, han sido los precedentes de los periodos de crisis dentro de practica científica, estos han conducido a cambios de gran escala dentro de los paradigmas (Kuhn, 1917, p. 105). Por ejemplo, a partir de la teoría general de la relatividad de Einstein, el universo es experimentado como un todo dinámico, inseparable, que incluye siempre al observador como parte de la observación y el análisis (Capra, 1975, p. 34).

Un nuevo paradigma debe ser el único capaz de resolver algún problema extraordinario y reconocido, que además, preserve las contribuciones científicas que los paradigmas anteriores utilizaron para resolver problemas (Kuhn, 1917, p. 261). Para Fritjol Capra el punto de partida de los nuevos paradigmas científicos es la comprensión de la vida desde una visión sistémica, pasar del paradigma mecanicista y reduccionista hacia una contemplación ecológica profunda (Capra, 1998, p. 20). Esta visión holística considera al mundo como un todo integrado, rechaza la idea de separar y analizar cada una de partes de los fenómenos, y reconoce la interdependencia de los individuos y las sociedades en los procesos cíclicos de la naturaleza (Capra, 1998, p. 28)

La teoría general de sistemas con los aportes de Bertalanffy, la visión holística y ecológica de Fritjof Capra y la teoría de autopoiesis de Humberto Maturana; han impulsado el desarrollo tecnológico y la investigación multidisciplinaria basada en una visión sistémica de construcción del conocimiento. Este nuevo paradigma reconoce la interdependencia de todos los fenómenos, además de la organización de los individuos y las sociedades como parte de los procesos cíclicos de la naturaleza (Capra, 1998, p. 20).

1.2. Teoría de los Sistemas Complejos

De acuerdo con Peter Checkland, a partir de 1940, el pensamiento de sistemas es reconocible en la literatura y en las instituciones; fue desarrollado, principalmente, desde la disciplina de la biología orgánica, y de la ingeniería de control y comunicaciones (1993, p. 67). Este enfoque se preocupa por conocer las totalidades y el arreglo jerárquico de los fenómenos, que bajo un rango

de condiciones, mantienen su identidad; es una nueva manera de observar e interpretar al universo como un todo interconectado e interrelacionado (1993, p. 4).

Ludwig von Bertalanffy en su obra *Teoría General de los Sistemas* (1968) plantea, que ante los límites de la ciencia tradicional, los avances tecnológicos y el desenvolvimiento de la sociedad moderna, el avance científico deben abordarse desde las realidades complejas, en un nuevo paradigma, que integre múltiples disciplinas. Declara que para resolver los problemas no solo hay que estudiar las partes y procesos aislados, se debe entender el comportamiento de la organización e interacción dinámica de las partes dentro del todo (1986, p. 31). El interpreta que las múltiples interacciones y factores presentes en la cibernética, como principios comunes que pueden adaptarse a la naturaleza física, biológica o sociológica a cualquier nivel de organización (1986, pp. 33-34). Como evidencias de su aplicación en la ecología están los estudios del clima y en la psicología, están los estudios de los sistemas neurológicos (1986, p. 41).

De acuerdo con Checkland se pueden identificar cuatro clases de sistemas: sistema natural, diseño físico, diseño abstracto y sistema de actividad humana (1993, p. 143). A diferencia de los sistemas naturales y diseñados —sistemas duros—, los sistemas de actividad humana —sistemas blandos—, solo pueden manifestarse como percepciones de los actores libres de atribuir significado a su realidad (1993, p. 140). En una organización humana se manifiestan diferentes puntos de vista e intereses ante una situación específica, el enfoque blando considera como esencial la variedad interpretativa y la complejidad de las relaciones pertinentes que forman las distintas percepciones de los actores (1993, pp. 206-207).

La idea de complejidad organizada es fundamental en el pensamiento sistémico, y se fundamenta por la existencia de diferentes niveles de complejidad operando en cada nivel de organización; y por lo tanto, las propiedades de cada una de las partes de un fenómeno solo pueden ser comprendidas desde la organización de un conjunto mayor (Capra, 1998, pp. 48-49)

El pensamiento complejo es una perspectiva ampliada de la realidad, que busca interpretar la complejidad desde el conocimiento de la naturaleza, integrando los esfuerzos del ser humano por descubrir sus capacidades y límites en un mundo físico; la cual, está compuesta

por seres biológicos multidimensionales, con cultura, tradiciones, costumbres y organización política (Morin *et al.*, 2003, p. 96). De acuerdo con Edgar Morin, la complejidad, concibe los procesos organizadores y creadores del mundo bajo la unión de nociones antagónicas; en el principio de la recursividad organizacional —dialógico—, se establece que los productos y efectos son consecuencia de los mismos productores y sus productos; y el principio hologramático —translógico—, implica que no solo la parte está en el todo, sino que el todo está inscrito en la parte (Morin 1999, pp. 105-107). La complejidad y la teoría de sistemas convergen en sus principios de organización sistémica y en su inclinación por comprender profundamente la complejidad en la naturaleza del conocimiento.

De acuerdo con Rolando García, en su libro *Los Sistemas Complejos* (2006), un sistema complejo (SC) es una representación de un recorte de la realidad, que se puede conceptualizar como una totalidad organizada —sistema—, en la cual están presentes elementos en interacción que no son separables —subsistemas—, por lo tanto, no pueden estudiarse de manera aislada (2006:21). Los SC no están definidos, pero son definibles; tampoco existen datos observables puros, pero se pueden establecer formas de organización, las cuales, se pueden conocer al definir relaciones provistas desde la experiencia del sujeto cognoscente (2006: 39-42).

Dentro de los componentes de un SC se encuentran los siguientes. Los límites, que representan la realidad empírica o extensión de la problemática; los elementos, que constituyen las unidades que organizan las estructuras; y las estructuras, definidas como las propiedades que determinan la estabilidad o inestabilidad ante las perturbaciones (García, 2006: 48-52). Los procesos que describen los cambios en los SC pueden ser de primer nivel, que son de carácter diagnóstico de la situación real y sus tendencias; de segundo nivel o metaprocesos, que determinan los de primer nivel; y los de tercer nivel que proveen una explicación de los del primer nivel (García, 2006: 56-59). En las dinámicas de los SC pueden distinguirse el estado estacionario, en donde existen variaciones mínimas en las condiciones de contorno y las relaciones entre sus elementos fluctúan sin transformaciones ante intercambios con el medio externo; y la desestructuración y reestructuración, que ante cierta escala de perturbación el sistema se vuelve inestable, y puede desencadenar procesos que reorganizan una estructura diferente a la anterior (García, 2006: 62-63).

Como objeto de estudio, los ecosistemas, que inevitablemente han sido intervenidos por la acción del hombre, deben abordarse como un sistema complejo; en donde deben participar equipos multidisciplinarios que compartan un marco epistémico común (García, 2006, pp. 35, 39). En este sentido, la problemática medioambiental, puede ser calificada de compleja, en la medida que se considere la interrelación de los procesos que confluyen: el medio físico-biológico, los sistemas de producción, la tecnología, la organización social y la economía (García, 2006, p. 87).

Este pensamiento ecológico, apoyado por la ciencia moderna, va más allá del esquema científico, y es consciente de la singularidad de toda vida, de la interdependencia de sus múltiples manifestaciones, y de sus ciclos de cambio y transformación; es decir trasciende de la consciencia ecológica hacia una consciencia espiritual (Capra, 1975, p. 132). La ecología profunda, desde sus valores ecocéntricos, responde al valor de la vida no humana e introduce estándares ecoéticos al mundo científico (Capra, 1998, pp. 32-33).

1.3 Desarrollo Sustentable

La Tierra es un sistema único y autorregulado, formado por componentes físicos, químicos, biológicos y humanos, que aparenta tener como objetivo inconsciente regular el clima y la química, para mantener la vida de la manera más adecuada (Lovelock, 2007, pp. 14, 40). La naturaleza ha sido objeto de uso, apropiación y explotación para el ser humano, esto ha impactado negativamente los recursos y las condiciones naturales necesarias para la vida. La humanidad está en un punto de inflexión, en donde el planeta avanza rápidamente hacia un estado crítico para conservar de la vida que contiene; la presencia de gases de efecto invernadero, la desaparición de selvas tropicales y el desgajamiento de los casquetes árticos son los principales síntomas (Lovelock, 2007, p. 25).

La relación entre hombre y naturaleza se puede analizar desde de las diferentes interacciones históricas de la humanidad, desde el establecimiento de las primeras comunidades sedentarias hasta el crecimiento de las zonas urbanas, la industrialización, la capitalización de la naturaleza y el fenómeno de la globalización (Castillo, *et al.*, 2017, pp. 349-350). A partir de la Revolución Industrial y hasta las etapas tecnológicas actuales, se ha instaurado la explotación de

los recursos naturales como la fuente de la materia prima para la producción, la generación de capital y del progreso material para la sociedad (Castillo *et al*, 2017, p. 357).

El planeta es la casa de todos, es una aldea global, donde los sistemas humanos interactúan con los sistemas ambientales y tienen la misma importancia. Sin embargo, la interdependencia mundial ha derivado en un intercambio asimétrico, en donde las sociedades vulnerables no pueden mantener la misma reciprocidad ante los grandes bloques (Alfie, 2005, pp. 24-25). Las transformaciones tecnológicas, la expansión del comercio y la modernidad industrial agudizan el deterioro de los ecosistemas. De la misma manera, la degradación del entorno natural provocada por el ser humano, ha detenido el avance del desarrollo social (Alfie, 2005, pp. 26-27).

Mirian Alfie argumenta (2005, pp. 170-172) que los discursos ambientales han sido múltiples e inconexos, y que se pueden conocer desde la perspectiva histórica, la ideológica, la disciplinaria y la política. Desde la postura política y sus propuestas de soluciones frente al deterioro ecológico, se pueden clasificar en cuatro grupos: a) Supervivientes, que a partir de la influencia del Club de Roma sostienen que el crecimiento demográfico es el principal riesgo para los límites de la Tierra. b) El *Status Quo* que favorecen la resolución de los problemas ambientales a partir de las políticas públicas. c) El Desarrollo Sustentable que promueve los intentos imaginativos para resolver el conflicto entre el crecimiento económico y los valores ambientales. d) El Radicalismo Verde que es imaginativo y radical; y que rechaza por completo la sociedad industrial.

Bajo el contexto de la globalización ante esta crisis socio-ambiental, los organismos internacionales, empresas multinacionales y las organizaciones no gubernamentales se han transformado en los principales actores de las negociaciones de las políticas públicas. Este nuevo *global governance* no sustituye al Estado-nación, en cambio, pretende repartir el poder y la responsabilidad para llegar a nuevos pactos económicos, sociales y políticos (Alfie, 2005, p. 31). Esta modernidad reflexiva es el resultado de las consecuencias perversas de la sociedad industrial que nos ha conducido a una situación de riesgo, inseguridad e incertidumbre; pero que,

a partir de esto podemos conducirnos hacia el descubrimiento de nuevos horizontes intelectuales y afrontar los riesgos ambientales (Alfie, 2005, p. 165).

Fundamentado en la teoría de sistemas, el desarrollo sustentable se ha considerado como una herramienta orientada a comprender el funcionamiento global como una sola unidad dinámica y variable, que depende las relaciones entre sus subsistemas y sus componentes individuales. En 1987, la Comisión Brundtland, publicó el documento “Nuestro Futuro Común” —Informe Brundtland—, en el cual, se advertía que la humanidad debería cambiar los estilos de vida y de intercambio comercial, si no deseaba una era de sufrimiento humano y degradación ecológica irreversible.

El desarrollo sustentable se define como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades. Pretende conservar todos los soportes de vida, asegurando el crecimiento perpetuo de la suma de las necesidades humanas (Alfie, 2005, p. 183). Procura integrar a la humanidad y al planeta con una estrategia armónica de crecimiento económico, de inclusión social y de protección medioambiental. En gran medida considera que los problemas medioambientales críticos, son el resultado del desequilibrio económico, de producción y de consumo (García, 2008, p. 22). No pretende revocar la utilización de recursos, sino de manejarlos responsablemente, en beneficio de las personas (López *et al*, 2005, p. 1).

Durante la Cumbre de la Tierra, de 1992, se propuso un modelo de desarrollo, en donde la sustentabilidad fue colocada al centro de tres pilares: el económico, el social y el ambiental. En su dimensión social se fomenta el desarrollo de las personas, comunidades y culturas, para alcanzar un nivel global adecuado y equitativo sobre la calidad de vida, la sanidad y la educación. Su dimensión ambiental decreta que la naturaleza no es una fuente inagotable de recursos, promueve su protección y uso racional. En el aspecto económico se busca impulsar su crecimiento equilibrado sin perjudicar a la naturaleza; la inversión y reparto igualitario de las riquezas permitirá el desarrollo completo de los demás ejes de acción. Otro enfoque, formulado durante el Foro Social Mundial de 2003 de la UNESCO, es la incorporación de la dimensión

cultural, que busca la fortalecer la contextualización, es decir considerar lo regional durante la formulación de las estrategias (García, 28-30 de octubre de 2009, p. 67).

Este modelo fomenta un cambio de enfoque sobre los conceptos tradicionales del desarrollo global, no se origina a partir de preocupaciones teóricas o académicas, sino de un proceso generado por movimientos sociales y políticos, de quienes han sufrido los efectos adversos del progreso modernizador, y se han cuestionado su pertinencia para supervivencia de la vida humana y del planeta. (López, et al, 2005, p. 2). El modelo de sustentabilidad es considerado como el más propicio para lograr un desarrollo equilibrado, ya que, en relación directa con la disciplina del diseño logra incidir en los patrones de consumo, en la necesidad real de la adquisición de productos y en el desarrollo económico en general; es una confrontación de valores morales, que representa un desafío principalmente ético (García, 28-30 de octubre de 2009, p. 68).

1.3.1. Sustentabilidad Ambiental

“La pérdida de la biodiversidad, el aumento de las concentraciones de productos tóxicos en el medio ambiente, la erosión de tierras, la disminución de la capa de ozono de la estratósfera, la lluvia ácida, el cambio climático y el agotamiento de los recursos no renovables son sólo algunos resultados de la indiscriminada apropiación de la biosfera por el ser humano” (González, 2013, p.1).

La dimensión ambiental de la sustentabilidad se fundamenta en el uso responsable y la gestión adecuada de los recursos naturales y de la energía. Promueve la gestión ambiental, que busca controlar y prevenir la contaminación del agua, la atmosfera y el suelo (Aguayo *et al*, 2013, pp. 2-3). Articula marcos de trabajo como: el Capitalismo Natural, el Paso Natural, De la Cuna a la Cuna, la Permacultura, La Ecología Industrial y la Sustentabilidad Sistemática.

La ecoinnovación es cualquier forma de innovación que busque un avance significativo y demostrable hacia la reducción de los impactos sobre el medioambiente, logrando el uso más eficiente y responsable de los recursos naturales, incluyendo la energía (Aguayo *et al*, 2013, pp. 7-8). Este enfoque se desarrolla desde el conocimiento y concientización de la sociedad, los gobiernos, el mercado y la industria sobre la crisis ambiental.

1.3.1.1. Ecología Industrial. La ecología industrial es una práctica de gestión ambiental, orientada a transformar un sistema industrial, en uno análogo a un ecosistema. Tiene por objetivo conseguir eliminar el concepto de residuo, además, plantea que en la gestión de entradas y salidas de un sistema, los desechos de los procesos de transformación puedan ser utilizados como recursos para otros.

En la actualidad conviven los tres tipos de sistemas: el tipo I, o sistema convencional e insustentable; el tipo II, en el que se encuentran aquellas empresas y organizaciones que empiezan a tomar conciencia con el desarrollo sostenible y con el cuidado medioambiental; y el tipo III, considerados como eco-parques (Aguayo *et al*, 2013, p. 19). “Los ecosistemas industriales son una potente herramienta de desarrollo económico, tanto para la industria como para las poblaciones y comunidades cercanas, que pueden beneficiarse de la gestión limpia de sus alrededores y de los recursos aportados por el propio parque” (Aguayo *et al*, 2013, p. 20).

El modelo de ecología industria se fundamenta en los principios del desarrollo sustentable y se lleva a la práctica mediante la gestión ambiental de los sistemas industriales, que en analogía con los ecosistemas naturales siguen tres principios: 1) la creación de una red de actividades industriales relacionadas y respetuosas con el medioambiente; 2) imitación del funcionamiento de los ecosistemas naturales; y 3) incluir las tres dimensiones de la sustentabilidad (Aguayo *et al*, 2013, pp. 28-29).

1.3.1.2. Ecoeficiencia. Para Francisco González (2013, pp. 10-13) la ecoeficiencia es una filosofía de gestión empresarial, que promueve realizar mejoras ambientales en paralelo con el crecimiento económico. Se mide estimando el cociente entre el valor de lo que produce y la suma de los impactos al medioambiente.

Se busca producir más con menos. Sus objetivos son: 1) Reducir el consumo de recursos; disminuyendo la energía el agua y la cantidad de suelo empleados, además del uso racional de los materiales procurando cerrar su ciclo de vida. 2) Reducir del impacto sobre la naturaleza; minimizando las emisiones contaminantes y desechos a la atmosfera y al agua, además de privilegiar el uso de energías y recursos renovables. 3) Incrementar el valor del producto;

generando beneficios al usuario mediante una mayor funcionalidad, pertinencia, flexibilidad de uso y compatibilidad de los productos. 4) Implementar un sistema de gestión ambiental.

De acuerdo con Brenda García las principales herramientas para alcanzar la ecoeficiencia son: el ecodiseño, los ecoindicadores, el análisis del ciclo de vida (ACV), el análisis de los costos del ACV, el análisis del valor añadido por cada función del producto y el DfX — Design for X o Diseño para...— (2009, pp. 55-57).

1.3.1.3. Ecodiseño. El ecodiseño es una herramienta basada en la ecoeficiencia, que plantea la reducción y eliminación del impacto ambiental a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de los productos y servicios; es una metodología para la prevención de los impactos ambientales; es el diseño para el medio ambiente (Aguayo *et al*, 2013, p. 75).

Es una rama del diseño que se enfoca desarrollar materiales, productos, proyectos o sistemas que protejan y conserven los ecosistemas naturales. Está particularmente dirigido a la industria; utiliza metodologías, técnicas y modelos que permitan analizar el desempeño de los productos a lo largo de todo su ciclo de vida, en relación a sus impactos ambientales (García, 2008, pp. 31-33). El ecodiseño para la ecoeficiencia integra el cumplimiento de las metas de costos, calidad y rendimiento para crear un alto valor agregado a los productos (González, 2013:31).

El ACV es un proceso objetivo que evalúa las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, mediante la descripción cuantitativa del uso de materia y energía, la liberación de residuos y emisiones al medio ambiente (García, 2009, p. 59; González, 2013, p. 31). “Consiste en una serie de fases por las que atraviesa un producto, tales como: diseño, extracción y adquisición de recursos y materiales, producción, transporte y distribución, uso y mantenimiento, recuperación, reutilización, reciclaje y desecho. (Gracia, 2008, p. 51). Se desarrolla en cuatro etapas: 1) definición de los objetivos, 2) análisis del inventario de materiales, recursos y energía, 3) medición del impacto ambiental y 4) análisis de mejoras (Gracia, 2008, pp. 60-62).

1.3.1.4. De la Cuna a la Cuna. De la Cuna a la Cuna (C2C) —*Cradle to Cradle*— es una propuesta metodológica elaborada por William Mc Donough y Michael Braungart, que pone de manifiesto que en la naturaleza no existe residuo, así mismo, la naturaleza debe considerarse como un modelo, una medida y una mentora de las actividades humanas (Aguayo *et al*, 2013, pp. 88-89). Busca extender las posibilidades materiales de los productos para cerrar sus ciclos, a través de la reutilización, reciclado, re-fabricación y demás alternativas (García, 2008, p. 41). Los nueve principios de esta metodología se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1

Los nueve principios de la filosofía de La Cuna a la Cuna.

Principio	Descripción
1) Reenfoco proactivo	Actuar desde la raíz del problema y antes de generar los impactos.
2) Concepción sistémica e integrada del metabolismo del producto	Conforme a una perspectiva holística del ciclo de vida, se busca acoplar las rutas metabólicas en ciclos cerrados y transformar los desechos de unos en recursos para otros.
3) Fractalización de la sustentabilidad	Las dimensiones de la sustentabilidad aportan soluciones compatibles con el medioambiente, se adaptan a la sociedad y son viables técnica y económicamente, de manera sinérgica.
4) Ecoinnovación bioinspirada	La posibilidad de transformar las soluciones de la naturaleza en innovaciones eficaces para la fabricación de productos y sistemas industriales —biomimesis—.
5) El producto como un ser vivo y su sistema asociado como ecosistema	Los flujos asociados a los procesos metabólicos constituyen nutrientes técnicos y biológicos, incluidos en ciclos cerrados, sin pérdidas valor y sin daños al medioambiente.
6) Ecointeligencia	Concebir productos o sistemas para que en todo su ciclo de vida sean ecocompatibles y metabolizables.
7) Respetar y fomentar la diversidad	La fabricación, uso y eliminación de productos deben potenciar la diversidad natural y técnica, ayudando a crear valor sobre la tecnoesfera y la naturaesfera.
8) Ecoefectividad frente a ecoeficiencia	Preferir resolver los problemas ambientales desde su origen, maximizando los efectos positivos, en lugar de proponer soluciones parciales o temporales.
9) Uso de energías renovables	Preferir, sustituir e invertir en sistemas de energías renovables.

Nota. Elaboración propia, basada en Aguayo *et al* (2013, p.16).

La filosofía del C2C, en relación al ecodiseño, para alcanzar la ecoefectividad, propone los siguientes objetivos: a) dejar claras las intenciones, bajo el compromiso de la alta duración para vencer resistencias y sumar esfuerzo; b) restaurar el medioambiente; c) estar preparado para innovar más; d) comprender y prepararse para la curva de aprendizaje y de la tecnología; y e) ejercer la responsabilidad social generacional (Aguayo *et al*, 2013, pp. 100-101).

1.3.2. Sustentabilidad Social

Desde la sociología, la crisis ambiental también se puede explicar a partir de la confrontación del conjunto de procesos y acciones sociales, con los límites biofísicos y las condiciones del planeta; es un enfoque holístico de las interrelaciones entre hombre y naturaleza, que se expresa a través de los procesos normativos y regulatorios que hacen frente a los conflictos ambientales (Leff, 2014, pp. 103, 104, 108).

La sustentabilidad social es considerada uno de los tres temas centrales para C2C, se plantea como una oportunidad estratégica para la solución de aspectos relacionados con la ética social, los derechos humanos, la igualdad y la transparencia de los proyectos; los productos, los servicios o sistemas debe respetar la salud, la seguridad y los derechos de las personas y el planeta (Aguayo *et al*, 2013, pp. 104).

Una vida caracterizada como sustentable es aquella que se basa en el cumplimiento de los objetivos que doten al individuo de la mejor calidad de vida posible. Una sociedad sustentable debe satisfacer progresivamente las necesidades fisiológicas, de seguridad, de aceptación social, de autoestima y de autorrealización con el propósito de alcanzar el nivel óptimo de las dimensiones que la componen ambiental-económica-social (Aguayo *et al*, 2013, p. 105). La calidad de vida se puede entender como la sensación subjetiva de bienestar y funcionamiento del individuo (Ardila, 2003, p. 163). Es un constructo fenomenológico, experiencial, evaluativo, dinámico, flexible intrínseco de cada individuo (Tonon, 2010).

Entre las técnicas para la implementación de la sustentabilidad social, al margen de la filosofía de C2C, se encuentran: la responsabilidad social corporativa, el diseño centrado en las personas, el diseño participativo, el diseño inclusivo y el diseño universal.

1.3.2.2. Diseño Universal. El diseño centrado en las personas, el diseño participativo y el diseño universal basan su proceso en la participación activa de las opiniones del usuario en la investigación y en programas de innovación; tienen por objetivo desarrollar productos que incluyan la vida, cultura y costumbres de las sociedades (Aguayo *et al*, 2013, p. 109).

Ezio Manzini (2015, pp. 84-85) declara que el diseño para la innovación social es la tendencia para el siglo XXI. Se ocupara de los problemas que no abordan el estado, ni el mercado. Lo hará por motivaciones éticas y de manera altruista. Tratará todo tipo de cambio social en función de la sustentabilidad. Sera de interés para todas las clases económicas, y se esforzara por reducir el impacto ambiental, procurando regenerar el tejido social. Deberá entonces entenderse al diseño como una cultura y al diseñador como un experto creativo que transforme esa cultura en visiones y propuestas de cambio.

Para Aguayo y sus colaboradores estos enfoques de diseño social, tienen como objetivo satisfacer las necesidades de la mayor parte de los usuarios y no de las demandas del usuario medio, con esto se garantiza que los diseños lleguen al mayor número de personas (Aguayo *et al*, 2013, p. 109).

El diseño universal es un concepto es atribuido a Ron Mace, en el cual se establece como objetivo principal el diseñar productos, entornos, programas y servicios que puedan ser utilizados por todas las personas, en la mayor medida posible, sin la necesidad de adaptación o diseño especializado. Desde un enfoque social se puede considerar como una estrategia de inclusión para una sociedad diversa, en la que todas las personas tengan las mismas oportunidades de participar, es decir, que tengan el derecho de vivir con autonomía en igualdad de oportunidades.

La Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2011) considera que la discapacidad forma parte la condición humana, hay una alta probabilidad de que cualquier persona experimente algún tipo de discapacidad, transitoria o permanente, en cualquier momento de su vida; con la llegada de senilidad con el deterioro físico y cognitivo esta probabilidad aumenta.

Los siete principios del diseño universal (The Center for Universal Design [CUD], 1997) es una convención metodológica para el diseño y evaluación de productos, cuyo propósito es, determinar las características y funciones que optimicen la experiencia de uso en la mayor diversidad de personas posibles. Cada uno de estos principios puede ser aplicado en el desarrollo de productos, en mayor o menor medida dependiendo del tipo de relación que se mantenga y el contexto donde se desempeñe.

Tabla 2

Los siete principios del diseño universal.

Principio	Descripción
P1. Uso Equiparable	El diseño es útil y comercializable para las personas con habilidades diversas.
P2. Flexibilidad en el Uso	El diseño se adapta a una amplia gama de preferencias y habilidades.
P3. Simple e Intuitivo	El diseño es fácil de usar y entender, independientemente de la experiencia, el conocimiento, el idioma, las habilidades o la capacidad de concentración del usuario.
P4. Información Fácilmente Perceptible	El diseño comunica de manera eficiente la información necesaria, independientemente de las condiciones ambientales o las capacidades sensoriales del usuario.
P5. Tolerancia al Error	El diseño minimiza peligros y efectos adversos de accidentes o acciones intencionadas.
P6. Mínimo Esfuerzo Físico	El diseño se puede utilizar de manera eficiente y cómodamente, con un mínimo de fatiga sin dolor.
P7. Dimensiones y Espacios Adecuados para los Alcances y el Uso	El diseño proporciona los tamaños y espacios adecuados para proveer el acercamiento, el alcance, la manipulación y el uso; independientemente de las dimensiones corporales, la postura o la capacidad de movilidad del usuario.

Nota. Elaboración propia, basada en CUD (1997).

1.3.3. Economía Circular

De acuerdo con la Fundación Ellen MacArthur (Ellen MacArthur Foundation [EMF], 2019) la economía circular (EC) es un modelo que pretende enfrentar la crisis climática, mediante un cambio en la manera en cómo opera la economía y crea valor. Propone alejarse de los modos lineales de producción, extraer-producir-desperdiciar; y pasar a un modelo circular en donde los sistemas naturales se regeneren, la energía proviene de fuentes renovables, los materiales provienen de fuentes renovables y se evita la generación de residuos; mediante un diseño superior de materiales, productos y modelos de negocio (EMF, 2019, p. 18).

La EC es un enfoque a nivel de sistemas con orientación hacia el desarrollo económico, diseñado para beneficiar a empresas, sociedades y al medioambiente. Aspira a desvincular el crecimiento económico del consumo de recursos finitos y se basa en tres principios: 1) eliminar residuos y contaminación desde el diseño, 2) mantener productos y materiales en uso constante, y 3) regenerar los sistemas naturales (EMF, 2019, p. 19).

El modelo de la EC distingue los ciclos biológicos de los técnicos. De acuerdo con la EC los ciclos biológicos se regeneran mediante los procesos de compostaje y la digestión anaerobia; mientras que los ciclos técnicos se pueden restaurar a través de estrategias como la reutilización, la reparación, la remanufactura y en última instancia el reciclaje (EMF, 2019, p. 19).

El diseño tiene un papel de facilitador clave en el modelo de la EC, resulta esencial para garantizar que los productos, desde su origen, cumplan con el principio de mantenerse en uso el mayor tiempo posible y posibilite la capacidad de regeneración de los sistemas naturales. En el caso de los envases plásticos, si se utilizaran envases retornables o recargables, en productos de belleza o limpieza doméstica, las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por su fabricación y transporte, se podrían reducir entre el 80% y 85%, en comparación de los envases de un solo uso (FEM, 2019, p. 22). Como ejemplo, están los envases reutilizables, que se puede usar más de 20 veces; reduciendo el uso de material en más del 95%, y en consecuencia directa, la energía necesaria para su fabricación (EMF, 2019, p. 23).

1.4. Usabilidad y Ergonomía Ecológica

La ergonomía es un aspecto central en el diseño de objetos y entornos. La Asociación Internacional de Ergonomía la define como la disciplina científica encargada del entendimiento de las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema; es un cuerpo de principios teóricos, datos y métodos de diseño, que al implementarlos en el diseño de productos, sistemas o entornos artificiales, logran adaptarse satisfactoriamente a las necesidades, limitaciones y características de los usuarios; optimizando su eficacia, seguridad y bienestar (Dul, 2012, p. 1).

De acuerdo con Lavallo (2019, p.27) los dominios de la ergonomía se clasifican de la siguiente manera: 1) Ergonomía física: que se enfoca en las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del usuario en relación a una actividad realizada. 2) Ergonomía cognitiva: que se enfoca en los procesos mentales como la percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora en relación al uso de máquinas o artefactos. 3) Ergonomía organizacional: que se enfoca en la optimización de sistemas sociales técnicos, incluyendo las estructuras organizacionales y políticas de los procesos productivos.

La usabilidad parte del modelo de Diseño Centrado en el Usuario, que originalmente fue planteado para los estudios de interacción humano-computadora —sistemas informáticos—. La usabilidad en interdisciplina con la ergonomía, ha posibilitado su aplicación en el diseño de productos más cómodos, accesibles y fáciles de usar (Nielsen, 1993). Se ocupa de evaluar cualitativamente el grado de satisfacción resultante de la utilización de artefactos para el desarrollo eficiente de actividades y tareas, es la calidad de la experiencia de uso (Hertzum, 2010).

De Acuerdo con Thatcher (2013, pp. 391-392) la ergonomía ecológica (EE) —o ergonomía verde— se define como la serie de intervenciones ergonómicas con un enfoque proambiental, que centra la afinidad humana con el medioambiente. Considera al planeta como un sistema cerrado, y reconoce las relaciones bidireccionales entre naturaleza y seres humanos, en particular las relacionadas con la salud y bienestar. Su objetivo es que el desarrollo de los sistemas humanos puedan facilitar la conservación, preservación y restauración del capital natural.

Figura 3

Relación bidireccional para la ergonomía ecológica.



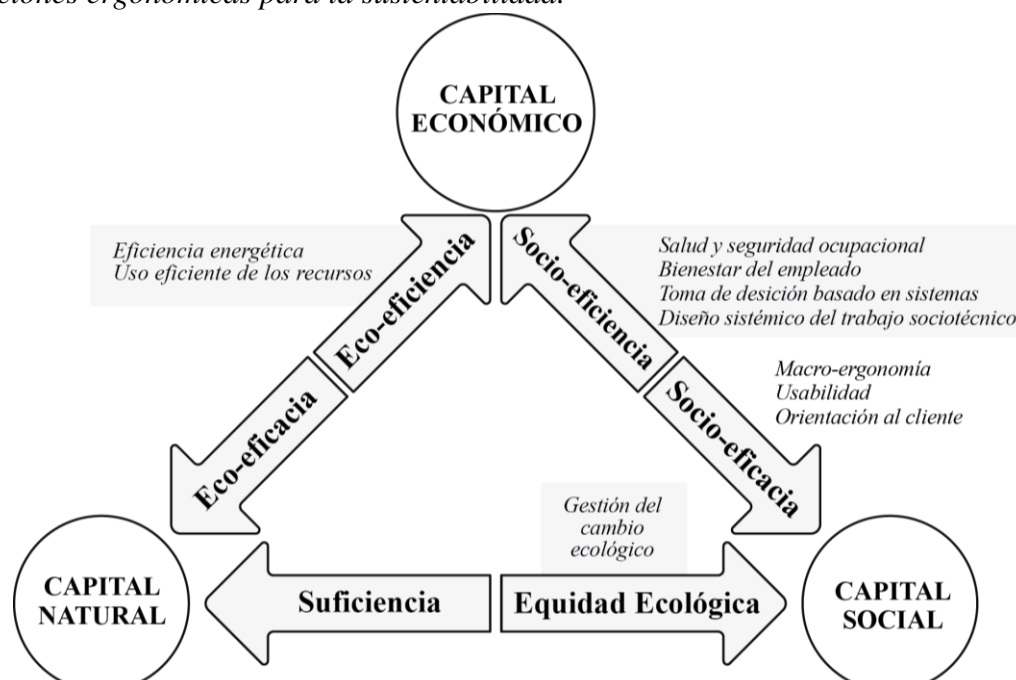
Nota. Diagrama de elaboración propia. Con base en *Green ergonomics: definition and scope* (Thatcher, 2013, p. 392).

Para la EE la fase de consumo/utilización es la etapa más importante del ciclo de vida de los productos y servicios, porque a partir de la ecoefectividad se espera el mayor impacto ambiental. Desde un enfoque psicológico, el papel más importante de la EE es facilitar un cambio de comportamiento sistémico más amplio (Thatcher, 2013, p. 395). Por ejemplo, se puede aplicar en el diseño de señales de advertencia o de ecoetiquetado de productos; informando a los usuarios sobre las características de fabricación de un producto, a fin de garantizar un comportamiento proambiental en el consumidor (Thatcher, 2013, p. 396).

Thatcher y sus colaboradores (2013, pp. 322-325) establecen cuatro principios de diseño para una ergonomía basada en las ciencias ecológicas: 1) Evaluación, diseño e innovación para la ecoeficiencia, ecoefectividad y coproductividad. 2) Evaluación, diseño e innovación consistentes con la resiliencia ecológica, que hace referencia los límites de perturbación que un ecosistema puede absorber antes de cambiar y estructura y función. 3) Evaluación y diseño basados en soluciones indígenas/vernáculos; que se basa en la transferencia tecnológica de estas comunidades, se enfoca en los usos, conocimientos y experiencia de las materias primas locales y en el diseño de los sistemas que ellos mismos producen. 4) Reconocer y valorar la naturaleza en el diseño, que consiste en fomentar la adopción de las lecciones de adaptación e innovación que la naturaleza nos brinda.

Figura 4

Intervenciones ergonómicas para la sustentabilidad.



Nota. Diagrama de elaboración propia. Con base en *Green ergonomics: definition and scope*. (Thatcher, 2013, p. 391).

1.5. Diseño de Envases Plásticos

Un envase es cualquier recipiente adecuado, de cualquier material o naturaleza, que está en contacto directo o indirecto con el producto, su función es proteger y conservar su contenido, debe proporcionar facilidad en su manejo, almacenamiento y distribución (Rodríguez, 2015a, p. 1:1). Posibilita la presentación de mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, también se consideran envases todos los artículos desechables utilizados con este mismo fin (Comisión de las Comunidades Europeas [CCE], 1994). Es un componente vital en la cadena de valor de cualquier producto manufacturado, desde el diseño, los principales requerimientos son: facilitar la manipulación y uso del producto, promocionar el producto e informar al consumidor sobre sus propiedades, y a partir de los materiales y su configuración aportar protección mecánica contra agentes externos (Ecoembes, 2017, p. 7).

Los envases primarios o de punto de venta son diseñados para contener y presentar el producto como una unidad destinada al consumidor. El envase secundario o de agrupación está diseñado para agrupar envases primarios que son destinados tanto al consumidor final, como a la cadena logística con destino al punto de venta. Finalmente, el envase terciario o de transporte está diseñado para facilitar la logística y el transporte de varias unidades de venta o de varios envases colectivos.

Los materiales comúnmente usados para su fabricación son: papel y cartón, vidrio, plástico —sintéticos y biodegradables—, metal —incluido el aluminio—, y compuestos —multicapa, como el tetrapak—. Se pueden clasificar estructuralmente: rígidos —latas, cajas o frascos de vidrio—, semirrígidos —botellas de plástico—, y flexibles —películas, bolsas y *doypack*—. Otra consideración para su diseño, es al tipo de industria a la cual van dirigidos: a la farmacéutica, a la de los alimentos, o a la de los cosméticos y perfumería; cada una de ellas demanda características específicas para prolongar el mayor tiempo posible la vida útil de anaquel, con la mayor calidad, al menor costo posible (Rodríguez, 2015a, pp. 1:1 - 1:3).

Los actores principales que componen la cadena de valor del envase son: los proveedores de materia prima para envases, los fabricantes de envase, las empresas envasadoras de producto, los comercios, los consumidores, los gestores de residuos de envase y los recicladores de residuos (Ecoembes, 2017, p. 10). Por su nivel de participación quienes ejercen mayor influencia sobre los requerimientos de diseño son los fabricantes, los envasadores y los distribuidores. Existen otros agentes involucrados que de manera directa o indirecta participan en esta cadena: ingenieros y diseñadores de envase y embalaje, mercadólogos, impresores de artes gráficas, fabricantes de maquinaria para envase o envasado, servicios de transporte y servicios de recolección de desechos.

Cuando se requiere envasar un alimento lo más importante es disminuir las alteraciones biológicas y abióticas resultantes de la interrelación producto-medioambiente. Deben considerarse: las reacciones oxidativas, la pérdida o ganancia de humedad, la pérdida o absorción de gases, la contaminación por microorganismos, la degradación por la luz, y las interacciones químicas producto-envase —permeación, absorción o migración— (Rodríguez, 2015a, pp. 1:5-1:7). Dentro de las exigencias más estrictas para la conservación de alimentos, destacan la

ausencia de fugas —hermeticidad— y la resistencia a las grasas; resultando el PET uno de los materiales más adecuados por su grado de impermeabilidad y su asequeabilidad.

Para su disposición final, una vez consumido el producto, los planteamientos más aceptados para el manejo de los envases plásticos son la reutilización y el reciclado de sus resinas para otros elementos (Rodríguez, 2015a, p. 6:17). Para hacer más eficiente la operación de reciclado, los materiales plásticos se identifican con un número circunscrito en el símbolo internacional de reciclaje.

Tabla 3

Los plásticos, sus aplicaciones y su reciclabilidad.

1 – PET - Tereftalato de polietileno	
Facilidad para reciclar:	fácil.
Aplicación 1^{er} uso:	envases / botellas / bandejas / monofilamentos/ refuerzos para neumáticos.
Aplicación post-consumo:	envases para agua y refresco (proceso botella a botella) / fibras textiles / flejes / cuerdas / hilos.
2 – HDPE - Polietileno de alta densidad	
Facilidad para reciclar:	fácil.
Aplicación 1^{er} uso:	films / tapas / bolsas / cajas para alimentos / tubería de agua /gas / riego / enseres domésticos / juguetes.
Aplicación post-consumo:	bolsas de residuos domésticos / envases para detergentes y artículos de limpieza / cañería / símil de madera para mesas, cercas, <i>decks</i> y mobiliario urbano / cajas / rotomoldeo de tinacos.
3 – PVC – Cloruro de polivinilo	
Facilidad para reciclar:	muy difícil.
Aplicación 1^{er} uso:	cañería / tarjetas / productos médicos / ventanas / perfiles / aislaciones de cables / pisos / juguetes / botellas.
Aplicación post-consumo:	cañería / protección de cables / muebles de jardín / perfilería / pisos / aislaciones / zapatos y suelas.
4 – LDPE – Polietileno de baja densidad	
Facilidad para reciclar:	factible.
Aplicación 1^{er} uso:	películas para envases — <i>sachet</i> — / bolsas / tubería de agua e irrigación / aislación de cables / películas, <i>stretchfilm</i> y termoencogibles.
Aplicación post-consumo:	bolsas para residuos domésticos / bolsas para comercio / tubería de riego / símil de madera / films para uso agrícola / membranas aislantes de humedad / macetas.

5 – PP – Polipropileno

Facilidad para reciclar: factible.

Aplicación 1^{er} uso: películas para envoltorio de galletas, pastas y frituras / cubetas y contenedores / enseres domésticos / autopartes / cañería / jeringas / sillas y mesas / rafia.

Aplicación post-consumo: contenedores, cubetas y cajas / autopartes / sillas / símil de madera para bancos, mesas, cercas, *deck* y mobiliario urbano / monofilamentos / flejes / productos con proceso de inyección.

6 – PS – Poliestireno

Facilidad para reciclar: difícil.

Aplicación 1^{er} uso: envases lácteos / vasos, platos y bandejas térmicos desechables / electrodomésticos / perfiles / juguetes / aislantes.

Aplicación post-consumo: artículos y accesorios de oficina: reglas, broches y cajas / perfiles / bandejas / marcos para fotografías / zoclos y cornisas / ganchos / macetas para semilleros.

7 – OTHER – Mezcla de los polímeros anteriores y otros

PA – ABS – SAN – Acrílico – PC – entre otros.

Facilidad para reciclar: muy difícil.

Aplicación 1^{er} uso: industria automotriz / electrodomésticos / componentes industriales / colchones / productos electrónicos / construcción.

Aplicación post-consumo: productos inyectados con reciclado químico (PA, SAN, ABS) / instalaciones eléctricas (PC).

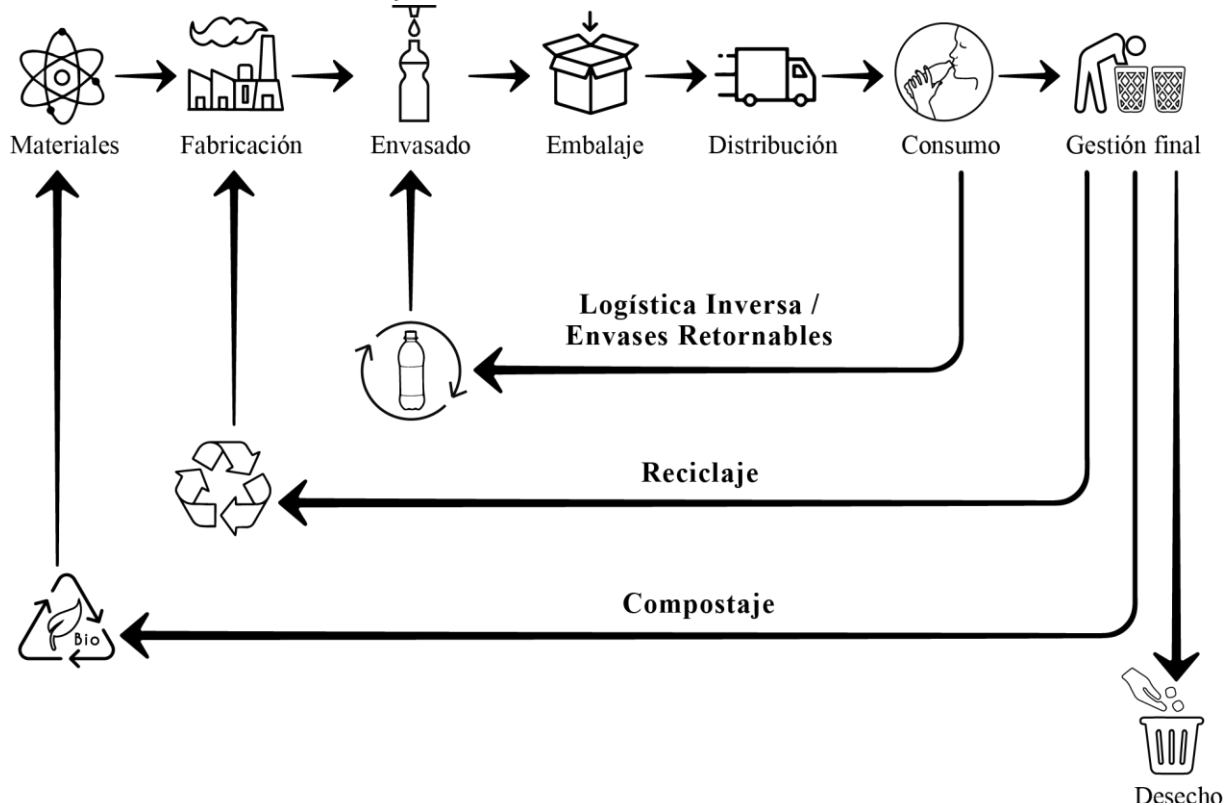
Nota. Tabla de elaboración propia. Basada en Rodríguez (2005, p.6:18) y National Geographic España ([NGE], 2020).

Existe una inclinación hacia el desarrollo de polímeros naturales biodegradables como el ácido poliláctico —PLA—, el polihidroxialcanoato —PHA— y el polihidroxibutirato —PHB—; cuya particularidad es que al entrar en contacto con agua su desintegración se acelera. Por el contrario, la ONU (2018) sostiene que los bioplásticos no son una solución sustentable, porque mantienen la cultura de usar y tirar, no resuelven el problema de la generación de residuos, además que, los materiales producidos a partir de biomasa, requieren condiciones muy específicas para descomponerse. El beneficio medioambiental de un envase sustentable no solo depende de sus características físicas, sino de la percepción y respuesta de consumo del usuario, influenciadas por el conjunto de estrategias de diseño que logre comunicar (Steenis *et al*, 2018).

Desde el enfoque de la economía circular, se deben establecer estrategias de ecodiseño que permitan cerrar ciclos, revalorizando los residuos de envase mediante el reciclaje, la

reutilización o el compostaje; y que transiten de acuerdo legislación vigente de cada país (Ecoembes, 2017, p. 9). El ecodiseño en el desarrollo de envases, desde una visión holística y sistémica, busca aplicar herramientas y métodos para una mejor gestión de los recursos asociados al sistema productivo, por lo que se debe ser indispensable que estos sean: técnicamente industrializables y financieramente rentables, deseables para clientes y consumidores, y optimizados en su consumo de recursos y generación de emisiones (Ecoembes, 2017, p. 8).

Figura 5
El ciclo de vida de un envase bajo la Economía Circular.



Nota. Este diagrama muestra el ciclo de vida de los envases bajo la economía circular. Elaboración propia, basada en Ecoembes (2017, p. 9).

De acuerdo con la organización medioambiental Ecoembes (2017, pp. 33-59) se pueden articular cinco líneas estratégicas aplicables a un proyecto de ecodiseño de envases. Cada línea propone acciones concretas que impactan directamente en una o varias etapas del ciclo de vida y que, además, están enfocadas en las principales oportunidades a nivel técnico, legal y económico. La siguiente tabla reúne las pautas más acordes a la presente investigación.

Tabla 4*Líneas estratégicas de ecodiseño de envases para los distintos agentes de la cadena de valor.*

Diseño de envase eficiente.	1.1	Se debe optimizar el gramaje y el espesor del material.
	1.2	Se deben diseñar envases más ligeros.
	1.3	Se deben diseñar envases reutilizables.
	1.4	Se debe optimizar la capacidad del envase para contener el producto.
	1.5	Eliminar elementos imprescindibles para contener y proteger el producto.
	1.6	Se debe maximizar el aprovechamiento del producto.
Selección de materiales sustentables.	2.1	Se deben adquirir materiales con certificaciones ambientales.
	2.2	Se deben seleccionar los materiales de menor impacto ambiental.
	2.3	Se deben evitar materiales con metales pesados o tóxicos.
Fabricación y envasado optimizado.	3.1	Se debe aplicar una producción ajustada con óptimo uso de recursos.
	3.2	Se deben aplicar energías procedentes de fuentes renovables.
	3.3	Política de contratación de suministros y servicios sustentables.
	3.4	Se deben diseñar envases que simplifiquen su ensamblaje.
	3.5	Se deben diseñar envases ajustados a la línea de llenado.
Logística eficiente.	4.1	Se debe optimizar la cantidad de producto en relación al transporte.
	4.2	Se deben diseñar sistemas modulares de almacenaje y logística.
	4.3	Se deben aplicar pautas y técnicas para conducción eficiente.
	4.4	Se deben diseñar rutas de transporte optimizadas.
	4.5	Se deben adquirir o contratar transportes energéticamente eficientes.
	4.6	Se deben utilizar combustibles limpios.
Óptimo reciclaje de envase.	5.1	Se deben diseñar envases con componentes fácilmente separables.
	5.2	Se debe considerar la compatibilidad para el reciclaje de los materiales de los diferentes elementos del envase.
	5.3	Diseñar envases que se puedan plegar o compactar para su desecho.
	5.4	Seleccionar envases de tonos claros o de acabado natural para la clasificación automática de residuos.
	5.5	Se deben aplicar materiales de diferente densidad en los distintos componentes para facilitar la separación por flotación y decantación.
	5.6	Cuidar que las etiquetas no cubran más de 2/3 partes del envase.
	5.7	Reducir al máximo el uso de adhesivos y seleccionar los de tipo soluble.
	5.8	Se debe marcar el cuerpo del envase y sus principales componentes con los símbolos de identificación de materiales para su clasificación manual.

Nota. Elaboración propia, tomado de Ecoembes, 2017, pp. 30-59).

Dentro de los criterios de usabilidad para el diseño de envases se pueden mencionar: el sistema de apertura-cierre-dosificación, que son impuestos por el fabricante y en relación al usuario provocan un alto nivel de rechazo o aceptación; el traslado y la manipulación, que permiten medir el agarre y portabilidad; la lectura de información del etiquetado, que permiten medir la legibilidad; el tamaño y el peso, que permite identificar factores de riesgo y dependencia; y la estética, que permite conocer motivaciones y creencias del individuo (Cervera, 1998, pp. 136-138).

1.6. Diseño para el Adulto Mayor

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) el envejecimiento, desde el enfoque biológico, es la acumulación del daño molecular y celular producido con el tiempo, lo que puede ocasionar el declive de las capacidades físicas y mentales, además, del aumento en el riesgo de enfermedad o discapacidad (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2015, p. 27). Es importante entender la diversidad en la vejez, los cambios fisiológicos, funcionales y en la salud no se presentan de manera uniforme, ni lineal a la edad cronológica; la mayoría de las personas de entre 60 y 70 años requieren asistencia, mientras que otras mantienen las capacidades de un joven de 20 años (OMS, 2015, p. 7).

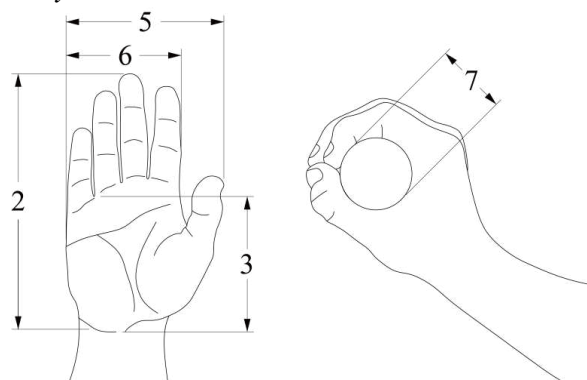
Con base en las publicaciones *Marketing estratégico para la tercera edad* (Ildefonso, 1993, pp. 95-98) y *Diseño y ergonomía para la tercera edad* (Lavalle, 2019, pp. 58-60) se presentan los comportamientos y necesidades que se consideran más relevantes para este segmento poblacional.

Comportamientos: 1) Los adultos mayores son conscientes de la disminución funcional del cuerpo y la constante presencia de debilidad, sin embargo, no perciben la edad en su propio concepto de identidad. 2) Establecen fuertes vínculos con los productos que logran establecer un vínculo emotivo o de confianza. 3) Conservan artefactos y costumbres que por habilidad selectiva consideran útiles o relevantes. 4) Prefieren situaciones y artefactos tradicionales que les resulten familiares, se resisten a experimentar nuevos cambios. 5) Temen a la soledad y son más propensos a la depresión, el deseo de ser amado aumenta. 6) Aumenta el deseo de permanecer inactivo o sedentario. 7) Presentan la tendencia a acumulación de objetos. 8) Manifiestan el deseo de ayudar y de ser útil, compartiendo los conocimientos adquiridos desde su experiencia.

Necesidades: 1) Seguridad económica. 2) Seguridad física y mental. 3) Servicios de asistencia para el hogar. 4) Asistencia médica. 5) Actividades de mantenimiento físico y mental. 6) Adaptación de los productos a sus capacidades. 7) Desplazamiento autónomo. 8) Alimentación especial. 9) Establecer relaciones sociales y de comunicación. 9) Higiene y arreglo personal.

La antropometría es la expresión cuantitativa de una serie de mediciones técnicas y sistematizadas sobre las dimensiones del cuerpo humano, es relevante para el diseño, por que determina el dimensionamiento adecuado de los productos. Existen dos tipos de magnitudes antropométricas: 1) las estructurales, que corresponden a las medidas de las distintas partes del cuerpo, como la estatura, longitud de brazo o diámetro de empuñadura; y 2) las funcionales, que corresponden a las medidas del cuerpo en movimiento al realizar una tarea, como los alcances máximos y mínimos de las extremidades (Ávila *et al*, 2007, p. 16). Cada registro antropométrico varía de acuerdo a la edad, al sexo, a la herencia genética; que en condiciones particulares intervienen la nutrición, el estado de salud y la actividad profesional, entre otras (Ávila *et al*, 2007, pp. 14-15).

Para un correcto desarrollo de productos se utilizan los percentiles 5, 50 y 95. Las consideraciones para su aplicación dependen de la función principal del objeto y del usuario a quien va dirigido. Por ejemplo, para el diseño de un envase, que considere que lo más importante sea su facilidad de manipulación, se utilizara el percentil 5 del diámetro de empuñadura de una mujer; de esta manera se asegura que el envase se pueda tomar fácilmente con las manos, por mujeres y varones, y por sujetos cuyo rango de dimensiones corporales vayan desde el percentil 5 al 95. A continuación, se muestra los datos antropométricos de 129 mujeres y 40 varones, entre 60 y 90 años de edad, realizadas en la Ciudad de Guadalajara, que se utilizaron para esta investigación (Ávila *et al*, 2007, pp. 103-110).

Figura 6*Antropometría del adulto mayor mexicano asociada al uso de envases.**Nota.* Elaboración propia, basada en Ávila *et al* (2007, pp. 103-110).**Tabla 5***Percentiles antropométricos del adulto mayor mexicano asociados al diseño de envases.*

Magnitud (mm)	Percentil					
	Mujer			Hombre		
	5	50	95	5	50	95
1.- Peso (kg)	44.1	63.7	86.6	46.2	68	95.2
2.- Estatura	1398	1500	1615	1519	1635	1746
3.-Longitud de mano	157	170	184	165	184	200
4.-Longitud de palma de la mano	89	97	106	95	104	114
5.-Anchura de mano	84	95	107	94	104	116
6.-Anchura de palma de la mano	71	77	84	79	86	94
7.-Diámetro de empuñadura	36	43	49	38	44	51

Nota. Las magnitudes están acotadas en milímetros. Elaboración propia, tomada de Ávila *et al* (2007, pp. 103-110).

Entre los padecimientos más comunes en la vejez están las enfermedades crónicas degenerativas y la disminución del nivel de funcionalidad. El nivel de funcionalidad se puede determinar mediante la evaluación de las capacidades físicas, las mentales y las interacciones con los entornos habitan. En las funciones de movimiento los problemas más comunes que se presentan son la disminución de la fuerza de presión, la de velocidad de marcha, la de densidad ósea, la de coordinación y la de propio-percepción (OMS, 2015, pp. 55-57). Respecto a las funciones sensoriales se pueden mencionar la hipoacusia bilateral, la presbicia, las cataratas, la

deficiencia visual grave y la ceguera (OMS, 2015, pp. 57-58). En las funciones cognitivas se incluyen la disminución de la memoria y la del procesamiento de información (OMS, 2015, pp. 58-59). Asimismo, se debe tener en consideración que un alto porcentaje de personas mayores presenta multimorbilidad, que es la presencia de varias enfermedades al mismo tiempo (OMS, 2015, pp. 61-66).

Con base en el trabajo de Rakel Poveda (2003, pp. 15-17), y en el de Gustavo Sevilla y Coppelia Herrán (2015, pp. 60-61), podemos clasificar las limitaciones funcionales en: auditivas, cognitivas, visuales y físicas. Siendo este último grupo de limitaciones donde se detectan la mayor cantidad de determinantes para el diseño de envases.

Tabla 6

Limitaciones funcionales de adultos mayores y personas con discapacidad.

Limitaciones funcionales	
Auditivas	Leve —pérdida de 21 a 40 dB—
	Moderada —pérdida de 41 a 71 dB—
	Severa —pérdida de 71 a 80 dB—
	Profunda —pérdida de 91 a 119 dB—
Cognitivas	Intelectuales
	Lenguaje o comunicaciones
	Lecto-escritura
	De memoria
	De atención
Visuales	Disminución de agudeza visual
	Campo de visión reducido
	Disminución de la precepción de contraste
	Fotofobia
	Ceguera total
Físicas	Manipulación
	Destreza
	Movimiento
	Fuerza
	Resistencia
	Voz / habla

Nota. Elaboración propia.

2. Antecedentes

Se realizaron consultas periódicas en distintas bases de datos, los criterios de búsqueda de artículos publicados se centraron en las temáticas de usabilidad, diseño universal, accesibilidad y ergonomía y que, además, tuvieran relación directa con el diseño y la fabricación de envases. Se revisaron publicaciones que incluían por lo menos dos conceptos clave. Del total de la búsqueda fueron siete documentos que se identificaron como pertinentes, para conceptualizar algunas variables y como apoyo en la construcción de la estrategia de investigación, cabe señalar que ninguno es de origen nacional. A continuación, se hace una breve descripción.

Una investigación en Brasil evidenció la gran dificultad del proceso de apertura de los envases de vidrio, situación que obliga al usuario a utilizar paños y objetos cortantes, propiciando escenarios de riesgo y ansiedad (Albrecht *et al*, 2006, p. 181).

Yoxall y Janson (2008) definen los diferentes tipos de agarre y fuerza sostenida requerida en el proceso de apertura de envases. La Universidad de Buenos Aires (Ohashi *et al*, 2009) realizó un estudio en sujetos de la tercera edad, en el cual, detectaron sobreesfuerzos en miembros superiores —brazo y mano— al intentar abrir tapas muy ajustadas.

Magdalen Galley y su equipo (2005, p. 3) identificaron que los envases para líquidos, los cierres metálicos, las latas metálicas, el envase flexible —*doypack*—, los sellos de cinta adhesiva transparente y las tapas de seguridad para niños son el tipo de envases los más difíciles de abrir. Karwowski, Soares y Stanton (2011) identifican las lesiones más atendidas por el personal médico, ocasionadas por el uso de envases. Recolectaron más de 85,000 casos en salas de urgencias médicas de Estados Unidos. Los envases metálicos, los de vidrio, los plásticos, las bolsas y las cubetas plásticas para granel fueron los principales artífices.

Gustavo Sevilla y Coppelia Herrán (2015, p. 71) realizaron un estudio de usabilidad de envases para usuarios de la tercera edad, en donde determinaron que el 100% de los participantes manifestaron haber tenido problemas en la manipulación con algún envase de su muestra. Reportaron que los aspectos más relevantes en el uso de envases son: la tapa (61.84%), la etiqueta (30.77%), y la forma —cuerpo del envase— (7.69%). Concluyen que, en el diseño de envases, más allá de la apariencia física, se deben satisfacer las exigencias de accesibilidad, amabilidad, visualización, manipulación, consumo y almacenamiento. Además, proponen una

serie de recomendaciones basadas en la relación de las limitaciones funcionales de los usuarios y los componentes de los envases (2015, p. 76-83).

Por su parte, Dong y Ma (2016) describen las dificultades de la apertura de envases en la población envejecida de China. Realizaron una serie de estudios que evaluaban la destreza, la habilidad de agarre, la motricidad fina, la fuerza.

En Holanda, Stennis y sus colaboradores (2018) realizaron un estudio sobre la sustentabilidad ambiental percibida en los envases alimenticios. Determinaron que la respuesta mayormente positiva, estuvo influenciada por estrategias múltiples en relación a la sustentabilidad, como la economía circular. Dentro de las estrategias menores valoradas se identificaron los rediseños, enfocados solo en materiales biodegradables o en la disminución de materia prima para su fabricación.

3. Marco Metodológico

El abordaje de la investigación fue de enfoque cualitativo, de tipo fenomenológico y de carácter exploratorio. El método para la recolección de la información fue el estudio de múltiples casos. La metodología propuesta para esta investigación estuvo basada en la de “Diseño de envases para usuarios de la tercera edad” de Gustavo Sevilla y Coppelia Herran (2015), A continuación, se describen las etapas metodológicas que se desarrollaron.

1. Identificación y selección de la muestra de envases.
2. Identificación y selección de las variables a observar.
3. Entrevista semiestructurada a cada uno de los participantes.
4. Prueba de usabilidad a cada uno de los participantes.
5. Triangulación de datos entre los casos de estudio.
6. Entrevista a experto de la industria.
7. Verificación de viabilidad y contraste de los datos con la opinión del experto.
8. Incorporación de los atributos de diseño para la usabilidad en las estrategias de ecodiseño de envases.

En cada caso de estudio se aplicó una entrevista semiestructurada (anexo 1), seguida de una prueba de usabilidad (anexo 2). En las entrevistas se formularon preguntas abiertas, que permitieron indagar sobre aspectos personales del usuario. Terminada de la entrevista se procedió con una evaluación de usabilidad, en la cual se profundizó en las percepciones del participante frente a la interacción de los envases muestra. Estos envases presentaron variaciones en algunos de sus componentes, por ejemplo: tapas de diferente diámetro, etiquetas con distintos tamaños de fuente, botellas con diferentes texturas en su superficie, etc. Esta dinámica permitió observar y registrar posibles deficiencias y suficiencias en el desempeño de los envases muestra.

La prueba de usabilidad, se complementó con análisis fotográfico y registro en video. Para el tratamiento de los datos, se procedió con la triangulación de los resultados en dos momentos distintos. El primero consistió en comparar los resultados entre los diferentes casos de estudio. Para el segundo momento se realizó una entrevista a un experto de la industria del envase y embalaje (anexo 3), en donde se verificó la viabilidad operativa y técnica, de las

oportunidades de diseño identificadas, para la elaboración de los lineamientos de usabilidad. Finalmente, con base en la interpretación de los resultados, se determinaron los puntos de convergencia entre las consideraciones para la usabilidad y las estrategias de ecodiseño de envases.

3.1. Población y Muestra

El total de la muestra se estableció en cinco participantes adultos mayores, cuyo rango de edades se distribuyó dentro de los 65 a los 81 años. Se determinó que la ubicación geográfica de residencia fuera dentro de la Ciudad de México. También se buscó que dentro de sus hábitos se incluyera la adquisición y el consumo de bebidas embotelladas, que mantuvieran una homogeneidad en su nivel socioeconómico y que su nivel de dependencia funcional fuera autónomo. Las características de los participantes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7
Descripción de los participantes.

Usuario	Edad	Sexo	Alcaldía	Dependencia funcional	Nivel socioeconómico	Enfermedad
Marco	65	Hombre	Gustavo A. Madero	Autónomo	" C " Clase media	Hipertensión/ Presbicia
Silvia	66	Mujer	Iztapalapa			Diabetes/ Presbicia
Luz	68	Mujer	Tláhuac			Hipertensión/ Presbicia
Antonio	77	Hombre	Benito Juárez			Cataratas/ Presbicia
Esther	81	Mujer	Coyoacán			Cataratas/ Deficiencia Auditiva

Nota. Elaboración propia.

3.2. Variables

Se caracterizó a los atributos de diseño como la variable independiente y la valoración de la experiencia de uso como la variable dependiente. Se analizó como ciertos atributos y parámetros de diseño en envases plásticos influyen en comportamiento del usuario. Mediante la valoración de la experiencia de uso, se analizó la influencia de la usabilidad en el usuario y sus puntos de convergencia en acciones concretas de ecodiseño en envases plásticos.

La variable independiente está compuesta por cinco categorías de análisis: manipulación, biomecánica, legibilidad, autonomía y ecodiseño. Los factores seleccionados para la categoría de manipulación son: la forma, la superficie, el material; para biomecánica son: dimensiones, peso y fuerza requerida; para legibilidad son: componentes de percepción visual; para autonomía son: los factores de riesgo y los factores de dependencia; y para prácticas ambientales son: actitudes, reciclaje del envase, reutilización, uso de envases retornables y gestión final del envase.

Tabla 8

Caracterización de las variables de investigación.

Atributos de diseño	Categorías de análisis	Variable independiente	Variable dependiente	Categorías de resultados						
Forma	Manipulación	Atributos de diseño asociados a la usabilidad	Experiencia de uso del adulto mayor	Usabilidad						
Superficie										
Material										
Dimensiones	Biomecánica			Atributos de diseño asociados a la usabilidad	Experiencia de uso del adulto mayor	Incorporación de atributos para la usabilidad en las estrategias de ecodiseño de envases				
Peso (masa)										
Remoción de tapas										
Percepción visual	Legibilidad						Atributos de diseño asociados a la usabilidad	Experiencia de uso del adulto mayor	Incorporación de atributos para la usabilidad en las estrategias de ecodiseño de envases	
Factores de riesgo	Autonomía									
Factores de dependencia										
Actitudes	Prácticas ambientales									Atributos de diseño asociados a la usabilidad
Reciclaje										
Reutilización										
Gestión final										

Nota. Elaboración propia.

3.3. Envases Muestra

Para determinar la selección de los envases muestras se categorizaron los diferentes tipos de productos en: a) agua embotellada, b) bebidas carbonatadas, y c) bebidas con alto contenido de azúcares. Debido a las propiedades de producto cada tipo de contenido posee propiedades estructurales distintas, por ejemplo, en el tipo de rosca de la tapa, en el grosor de las paredes del cuerpo del envase o en el diámetro de dosificación del envase.

Otro criterio clave de selección fue identificar y adquirir los productos de mayor demanda y consumo en la Ciudad de México, para lo cual, se realizaron recorridos en los supermercados Walt-Mart, que es considerada como la cadena de venta y distribución con participación mayoritaria en el mercado —47%— (ANTAD, 2019).

Para determinar cuáles son los productos con mayor número de ventas, se contabilizó el número de productos disponibles en los anaqueles y que, además, estuviera dentro del rango óptimo de visualización del comprador, es decir, en una disposición de altura dentro de 1.50 m y 1.80 m de altura. Como último criterio de discriminación para la selección de la muestra, se consideró el reconocimiento de las marcas, que en este caso y de acuerdo con la categorización de los líquidos envasados. Se eligieron: Bonafont, Coca-Cola y Jugos del Valle (ver anexo 6). Las muestras de producto para realizar las pruebas de usabilidad fueron siete, las cuales se presentan en la siguiente tabla (ver anexo 7).

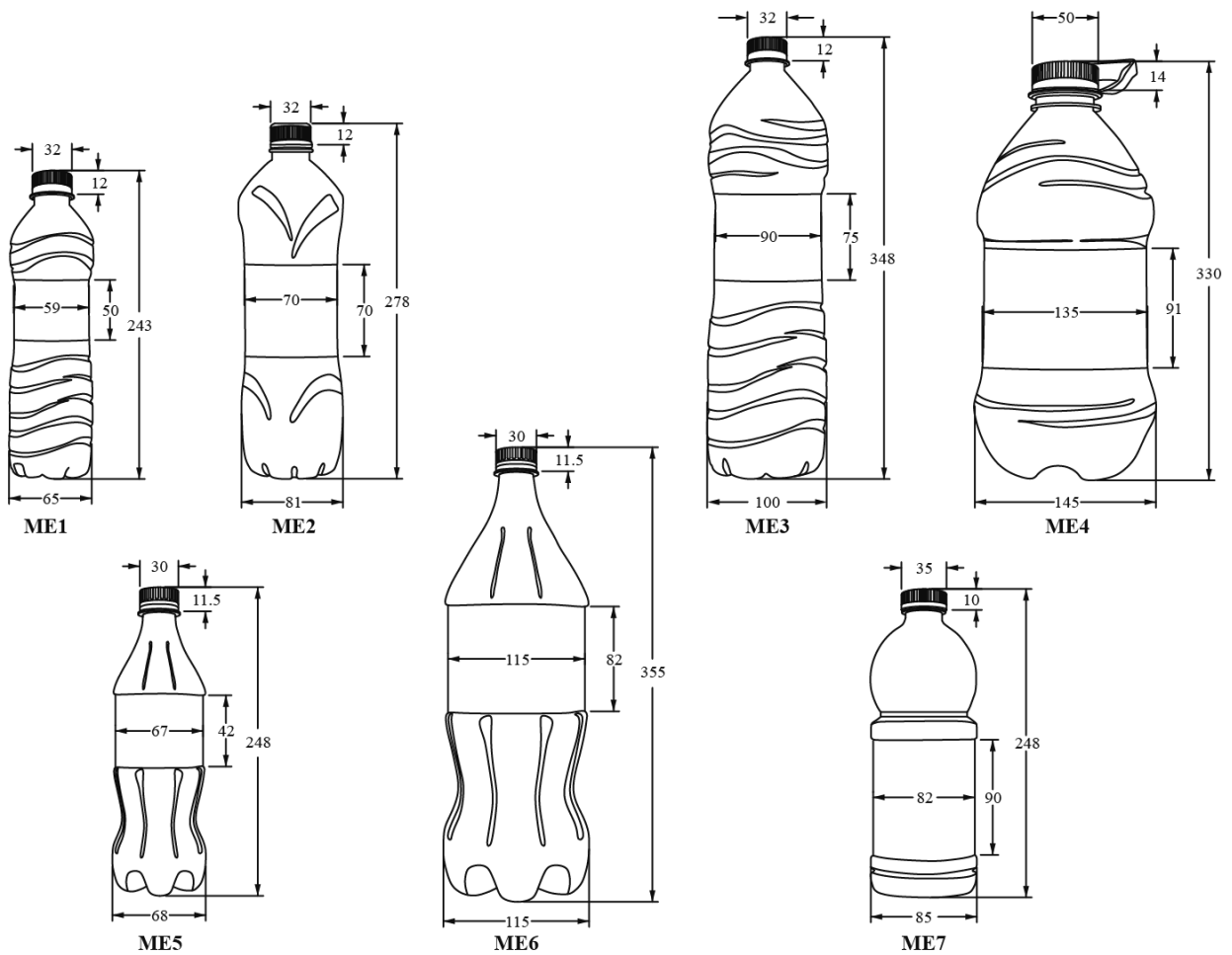
Tabla 9

Selección de envases muestra para prueba de usabilidad.

Id.	Producto	Peso (kg)	Dimensiones generales (mm)			
			Diámetro	Altura	Diámetro Etiqueta	Altura Etiqueta
ME1	Bonafont 600 ml.	0.63	65	243	59	50
ME2	Bonafont 1 L.	1.30	81	278	70	70
ME3	Bonafont 2 L.	2.40	100	348	90	75
ME4	Bonafont 4 L.	4.18	145	330	135	91
ME5	Coca Cola 600 ml.	0.62	68	248	67	42
ME6	Coca Cola 2.5 L.	2.63	115	355	115	82
ME7	Del Valle 1 L.	1.13	85	248	82	90

Nota. Esta tabla de elaboración propia muestra las magnitudes de peso y las dimensiones longitudinales del cuerpo del envase y la etiqueta de los envases muestra.

Figura 7
Planimetría de los envases muestra.



Nota. Esta figura de elaboración propia muestra las dimensiones generales del cuerpo, la tapa y la etiqueta de cada envase muestra. La acotación está en milímetros.

4. Resultados y Análisis

4.1. Entrevista a Usuarios Adultos Mayores

El objetivo de la entrevista semiestructurada tuvo como finalidad, el conocer las opiniones y actitudes de los usuarios de su experiencia de uso con envases plásticos para bebidas en su rutina cotidiana; esto permitió identificar las limitaciones físicas de los participantes, los problemas recurrentes asociados al diseño de envases y las posibles mejoras de diseño. En orden sistemático, a partir de un guion de entrevista (anexo 1) se abordaron las siguientes categorías de análisis: hábitos y preferencia de consumo, manipulación de envases, legibilidad del etiquetado, dificultades de apertura y cierre de envases, dosificación directa y a recipiente, hábitos de almacenamiento, prácticas medioambientales.

A continuación, se presentan algunas de las respuestas más relevantes, que se obtuvieron a partir de las entrevistas. Se citan textualmente, seguidas por la interpretación del autor, para presentar el tipo de información obtenida y su tratamiento.

Categoría de Manipulación

“Los envases que tienen bordes o topes me gustan porque no se me resbalan y más cuando están pesados”. (Moreno, A., comunicación personal, 27 de mayo de 2021). Los envases que no tienen relieves pronunciados, no proporcionan un antideslizamiento adecuado para las personas que carecen de fuerza de agarre. Es necesario determinar las alturas óptimas de altos y bajos relieves para lograr una buena manipulación. Atributos de diseño: forma y superficie. Partes del envase: cuerpo del envase.

“Cuando el envase es pesado y la boquilla es grande, me cuesta trabajo beber directamente porque se me escurre de la boca”. (Araiza, E., comunicación personal, 30 de mayo de 2021). Las personas que carecen de fuerza de agarre, tienen menor estabilidad para beber directamente. Debe identificarse el centro de gravedad adecuado para mejorar la manipulación, y el diámetro de boquilla apropiado para la dosificación de las diferentes presentaciones de productos. Atributos de diseño: forma. Partes del envase: cuerpo y boquilla del envase.

“Cada vez hacen las botellas más delgadas, por una parte, es más fácil aplastarlas cuando te terminas el producto; sin embargo, se maltratan más rápido, no las puedes rellenar y se te andan zafando de las manos”. (Piña, S., comunicación personal, 30 de abril de 2021). Los envases de espesores muy delgados tienden a modificar su forma y rigidez, provocando inestabilidad en su manipulación. Se debe identificar el espesor adecuado para que el envase mantenga su estructura y capacidad autoportante. Atributos de diseño: forma, superficie y material. Partes del envase: cuerpo del envase.

Categoría de Biomecánica

“Siento malestar en los dedos cuando retiro las tapas de refrescos, me arden las yemas de los dedos.” (Sánchez, L., comunicación personal, 25 de mayo de 2021). Los relieves en el contorno de las tapas, que son muy finos y poco pronunciados, no proporcionan un adecuado punto de apoyo para el agarre. Se deben identificar las dimensiones adecuadas del estriado en las tapas. Atributos de diseño: remoción de tapas. Partes del envase: tapa del envase.

“El tipo de tapa que me facilita abrir las botellas es el que tiene más marcada la textura, me sirve como punto de apoyo”. (Macedo, A., comunicación personal, 29 de abril de 2021). Las tapas pequeñas en altura y de relieves poco pronunciados requieren mayor esfuerzo para su remoción. Se deben identificar las formas adecuadas que logren disminuir la fatiga por esfuerzo. Atributos de diseño: remoción de tapas. Partes del envase: tapa del envase.

“Las tapas más grandes me cuestan más trabajo para abrirlas, cuando abro más la mano y giro la tapa, siento que hago más esfuerzo”. (Moreno, A., comunicación personal, 27 de mayo de 2021). Las tapas de mayor diámetro requieren mayor esfuerzo para su remoción. Se debe identificar el diámetro adecuado que logra disminuir el esfuerzo y verificar su correlación con los estándares internacionales de tapas y coronas —*finish*—. Atributos de diseño: remoción de tapas. Partes del envase: tapa del envase.

“Cuando no puedo abrir una tapa utilizo una franela o un cono de silicón que evita que se me resbale de los dedos. En ocasiones he tenido que usar un cuchillo o las tijeras”. (Araiza, E., comunicación personal, 30 de mayo de 2021). Las tapas de alturas reducidas y relieves poco pronunciados provocan deslizamientos, en personas con fuerza reducida en sus manos y dedos. Se deben identificar las formas de la tapa y dimensiones adecuadas del estriado para disminuir el esfuerzo para remoción. Atributos de diseño: remoción de tapas y factores de riesgo. Partes del envase: tapa del envase.

“Puedo agarrar fácilmente envases de hasta 1 L, ya más pesados me cuesta mucho trabajo levantarlos y me tengo que servir en un vaso para poder beber”. (Piña, S., comunicación personal, 30 de abril de 2021). Para las personas que carecen de fuerza en los miembros superiores es complicado manipular envases cuyo contenido se mayor de 1 kg. Se debe identificar el centro de gravedad adecuado para mejorar la dosificación directa y a recipiente. Atributos de diseño: peso —masa— y dimensiones. Partes del envase: cuerpo del envase y dimensiones.

“Compro un garrafón de 20 L cada 15 días y el repartidor tiene que quitarle la tapa y ponerlo en el despachador. Cuando él no viene tengo que ir a la tienda por uno de 5 L y me lo tengo que traer despacito.” (Araiza, E., comunicación personal, 30 de mayo de 2021). El peso mayor a 5 kg. resulta inaccesible para el traslado, manipulación y dosificación de los adultos mayores. Se deben identificar las porciones adecuadas para el consumo y manipulación de las diferentes presentaciones de los productos. Atributos de diseño: peso —masa—, remoción de tapas y dimensiones. Partes del envase: cuerpo del envase, tapa y dimensiones.

“He dejado de consumir los garrafones de agua de 20 L. porque me es imposible moverlos, acomodarlos y servirme. Dependo mucho de que alguien joven me ayude”. (Piña, S., comunicación personal, 30 de abril de 2021). La oferta comercial de agua embotellada en 20 L. resulta totalmente inadecuada e inoperable para el adulto mayor. Se deben establecer los formatos de consumo y las dimensiones adecuadas, además de, proporcionar elementos que mejoren su manipulación y reduzcan la fatiga. Atributos de diseño: peso (masa), dimensiones y factores de dependencia. Partes del envase: cuerpo del envase y dimensiones.

Categoría de Autonomía

“Durante el confinamiento sanitario pasé más de un año y medio encerrada, me volví sumamente dependiente de mis vecinos, ellos me ayudaban a comprar el super cada 15 días; además, me hacían el favor de pagar mis servicios.” (Araiza, E., comunicación personal, 30 de mayo de 2021). En la mayoría de los casos de estudio se identificó que viven solos y no tienen disponibilidad inmediata de asistencia de otras personas de mayor capacidad física. Se deben identificar pautas para el diseño de servicios accesibles y adecuados para este segmento poblacional. Atributos de diseño: autonomía.

Categoría de Legibilidad

“No me considero una persona discapacitada, sin embargo, me falla mucho la vista, además que tengo una lesión en la rodilla que me obliga a usar bastón y evidentemente no puedo cargar pesado. Mi vecina me tiene que ayudar a hacer la despensa”. (Araiza, E., comunicación personal, 30 de mayo de 2021). Con el transcurso de la edad las capacidades físicas se ven reducidas y no son autoperceptibles. Se deben identificar los parámetros idóneos para el diseño cuerpo del envase y el etiquetado. Atributos de diseño: factores de dependencia y riesgo; percepción. Partes del envase: cuerpo del envase, dimensiones y etiqueta.

“Me considero una persona activa, me siento bien, hago mucho ejercicio, sin embargo, tengo dificultades con la vista, me acaban de operar de las cataratas”. (Moreno, A., comunicación personal, 27 de mayo de 2021). La información presentada en las etiquetas regularmente es de tamaño muy pequeño y de contraste inadecuado. Se deben identificar los parámetros de la tipografía y los contrastes más adecuados para mejorar la legibilidad de la información. Atributos de diseño: Percepción visual. Partes del envase: etiqueta.

“Lo primero que veo cuando voy a comprar un producto es la etiqueta, eso me hace tomar la decisión final de compra”. (Macedo, A., comunicación personal, 29 de abril de 2021). Se debe identificar el tipo de información más relevante en el etiquetado, además de, la disposición y la distribución más adecuada para personas con limitaciones visuales. Atributos de diseño: Percepción visual. Partes del envase: etiqueta.

“Reconozco algunos símbolos que vienen en la etiqueta, sin embargo, no sé cuál es su significado”. (Moreno, A., comunicación personal, 27 de mayo de 2021). La diversidad de estilos en las formas, el tamaño y el bajo contraste de algunos pictogramas no son comprensibles para el adulto mayor. Se deben identificar los parámetros y características que mejoren su entendimiento y comunicación. Atributos de diseño: Percepción visual. Partes del envase: etiqueta.

“Con respecto al etiquetado de alimentos, las advertencias y símbolos en las etiquetas funcionan para mí, trato de evitar esos productos”. (Sánchez, L., comunicación personal, 25 de mayo de 2021). La mayoría de los entrevistados afirman que los tamaños de letra pequeños, los contrastes pobres y la desorganización de la información, que están presentes en la mayoría de los envases, dificultan el entendimiento de advertencias y buenas prácticas ambientales. Se deben establecer los atributos y parámetros que logren comunicar efectivamente la información que se identifique como relevante. Atributos de diseño: percepción visual. Partes del envase: etiqueta.

Categoría de Prácticas Ambientales

“Resolver el problema de la contaminación depende de uno mismo, nosotros como últimos consumidores debemos reflejar de la educación que hemos recibido. Creo que el reciclaje puede contribuir a reducir el deterioro ambiental. Yo sé de empresas que recolectan los desperdicios y los transforman en otras cosas; por eso es tan importante separar la basura”. (Sánchez, L., comunicación personal, 25 de mayo de 2021). La información sobre buenas prácticas para el reciclaje es fundamental para la concientización de la preservación ambiental. Esto se puede lograr por medio de campañas en los medios de comunicación y a través de un etiquetado adecuado para este propósito, y comprensible para el consumidor. Atributos de diseño: reciclabilidad y gestión final. Partes del envase: cuerpo del envase y etiqueta.

“Los envases que he reutilizado son los frascos de vidrio, los de crema con tapa y los de helado, como tienen la boca ancha me permiten rellenarlos fácilmente, además, se pueden lavar fácilmente”. (Piña, S., comunicación personal, 30 de abril de 2021). La fabricación de envases se planea para un solo uso; los parámetros de diseño para la limpieza y el relleno solo consideran los procesos automatizados. Difícilmente se pueden encontrar envases lo suficientemente resistentes para ser lavados y reutilizados adecuadamente, esto se debe principalmente a sus boquillas de diámetro reducido. Atributos de diseño: actitudes y reutilización. Partes del envase: cuerpo del envase y etiqueta.

“Los únicos envases retornables que utilizo son los de 20 L. y los de 600 ml. de vidrio. Aunque me da desconfianza no saber si están bien lavados”. (Macedo, A., comunicación personal, 29 de abril de 2021). Existe desconfianza para utilizar envases retornables por que los usuarios desconocen si el envasador cumplió con un adecuado proceso de lavado, sanitización y neutralización del envase. Atributos de diseño: actitudes y reutilización. Partes del envase: cuerpo del envase y dimensiones.

“Yo solía separar mi basura, inclusive vendía las botellas de plástico, pero deje de hacerlo porque los trabajadores del camión recolector mezclaban toda la basura. Me siento frustrada”. (Sánchez, L., comunicación personal, 25 de mayo de 2021). Las actitudes proambientales del adulto mayor se ven reducidas cuando carecen de un sistema de recolección de desechos adecuado y vigilado. Atributos de diseño: actitudes y gestión final. Partes del envase: cuerpo del envase y etiqueta.

“Considero que los responsables directos de la contaminación por plástico son las empresas. Yo les diría que vean primero por el ambiente y después por su economía. Considero que volver a utilizar envases de vidrio sería un cambio positivo para la ecología”. (Moreno, A., comunicación personal, 27 de mayo de 2021). Existe una oferta comercial limitada en cuestión de envases y programas para reducir el consumo de plástico. Los consumidores son conscientes del deterioro ambiental y están dispuestos a pagar un poco más por alternativas más ecológicas; sin embargo, las empresas han trasladado el problema del manejo de residuos al consumidor. Atributos de diseño: actitudes. Partes del envase: cuerpo del envase y materia prima.

4.2. Prueba de Usabilidad a Usuarios Adultos Mayores

La prueba de usabilidad, de acuerdo con la Miami University (2002), es una herramienta utilizada para evaluar la interacción entre el usuario y el producto a través de la medición del grado de facilidad de uso de un objeto. El objetivo general de las pruebas realizadas, fue el de profundizar en las percepciones del usuario mediante la evaluación sobre el grado de facilidad de uso en una muestra de envases. Con esto se definieron los parámetros de diseño de los diferentes elementos que componen al envase. Se verificaron dimensiones, pesos y formas en función de la valoración de cada participante.

Las pruebas se apoyaron con el registro fotográfico en los planos frontal, superior y lateral. Cada prueba fue cronometrada y se utilizó un fondo reticulado para referencias de escala. Se apoyó con un protocolo (anexo 2) en donde se abordaron las siguientes categorías de análisis: manipulación de envase, legibilidad del etiquetado, prueba de apertura, dosificación directa, dosificación a recipiente, prueba de cierre de producto y prueba de compactación para disposición final del recipiente. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes y que más aportaron a la elaboración de los lineamientos para la usabilidad.

Tabla 10

Resultados obtenidos de la prueba de usabilidad.

Categoría de análisis	Observaciones e interpretación
Prueba de Manipulación	Dimensiones y peso asociado a la manipulación.
	• A mayor peso y diámetro/longitud transversal del área de agarre del envase, el esfuerzo de carga aumenta y el control en la motricidad fina disminuye.
	• Los envases de hasta 1 L. o 1.3 kg pueden ser manipulados fácilmente con una sola mano.
	• Para los envases mayores a 1 L. o 1.3 kg. se requiere utilizar las dos manos.
	• El límite de peso de agarre sostenido es de aproximadamente 4.2 kg.
• Los envases de con espesores de pared a partir de 0.4 mm. proporcionan una mejor manipulación porque no se deforman y son resistentes al impacto por caídas y aplastamientos.	

Forma del envase.

- Se identificó que las formas que mejor se adaptan al agarre, que proporcionan comodidad y seguridad para su manipulación son las siguientes, en orden de importancia: rectangulares con bordes redondeados, elipsoides y circulares.

Diámetro del envase.

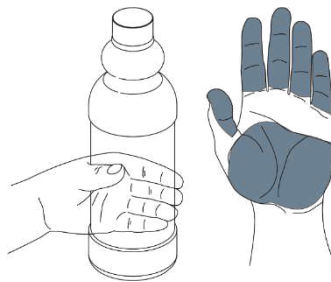
- Los envases de hasta 70 mm. de diámetro fueron los más adecuados para su manipulación.
- Envases con un diámetro de agarre a partir de los 90 mm. requieren de elementos que faciliten su manejo, por ejemplo, las asas.

Superficie del Envase.

- Los relieves pronunciados en su anchura y profundidad proporcionan seguridad en el agarre y previenen el deslizamiento. Se identificó que estos envases fueron los que tienen al menos 25 mm. en su largo y ancho, y 1.5 mm. de profundidad.

Posición de Agarre.

- El agarre predominante para la manipulación sostenida fue el de tipo palmar, en donde la mayor presión ejercida se localiza a lo largo de los dedos y la zona inferior de la palma de la mano.



Nota: Figura 8. Elaboración propia.

Percepción visual de los textos.

- Se reportó que la tipografía con una altura inferior a los 2 mm. dificulta severamente su lectura.
- Los textos con letras negras en fondos claros y letras blancas en fondos negros facilitan su lectura.
- Cuando no se respeta la proporción natural de la tipografía, en relación a su

Prueba de Legibilidad

altura, se dificulta severamente su legibilidad. Se identificaron textos con letras muy angostas y con espacios entre palabras muy reducidos que no pudieron ser leídos con claridad.

- La orientación horizontal o en paralelo con la base del envase fue la más adecuada para la lectura. Se identificaron textos con distintas orientaciones en el mismo etiquetado, los cuales, dificultaron la legibilidad o pasaron inadvertidas por no estar en una posición natural de lectura.

Identificación de la fecha de vencimiento.

- En todos los casos no pudo ser identificada la fecha de vencimiento. Las causas principales fueron que no se encuentra impreso directamente en la etiqueta, está en letras muy pequeñas, el contraste es muy bajo o del mismo color que el envase, y que está ubicado en lugares aleatorios.

Percepción visual de los pictogramas.

- Los pictogramas que pudieron ser identificados y comprendidos con claridad, fueron aquellos con una altura a partir de los 8 mm., y que además, incluían un texto sobre su significado.

Distribución de información.

- En todos los casos, la distribución de la información, se tenía concebida en una segmentación de tres partes. La etiqueta en su sección frontal debe contener información relevante del producto, incluida la fecha de vencimiento. En su sección izquierda debería contener declaración nutricional, información legal, de distribución y de venta. En su sección derecha se busca información dirigida al consumidor como advertencias y prácticas ambientales.
-

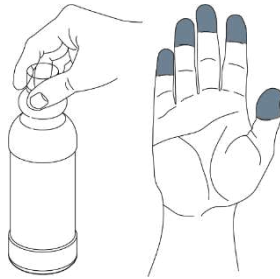
Prueba de Remoción de Tapa

Dimensiones de la Tapa.

- Las tapas que facilitaron su remoción fueron las de un diámetro inferior a los 40 mm, ya que por el tipo de agarre los dedos quedaban lo más juntos posible, previniendo un sobre esfuerzo palmar.
- La altura de las tapas que facilitaron la apertura, fueron las que superaban los 23 mm, ya que estas cubrían al menos la mitad del pulgar, proporcionando un punto de apoyo que previniera el deslizamiento.

Posición de Remoción de la Tapa.

- El agarre predominante para la remoción de tapas fue el de tipo esférico, en donde la mayor presión ejercida se localiza en la yema de los dedos.



Nota: Figura 9. Elaboración propia.

Textura al Contorno de la Tapa.

- Se identificó que las tapas con un estriado fino en su contorno dificultan la remoción, los usuarios reportaron deslizamiento y ardor en las yemas de los dedos. Las estriado de las tapas que facilitó su apertura tenía una profundidad de 0.7 mm., una anchura de 3 mm. y un espaciado de al menos 3 mm.

Sentido de Giro para Remoción de la Tapa.

- Se identificó que la dirección de giro que facilitó la remoción de la tapa, en los usuarios diestros, fue en el sentido de las manecillas del reloj; esto se debe a que sigue el movimiento natural de abducción de la muñeca, del centro hacia afuera. Algunos usuarios diestros preferían abrir las tapas con la mano izquierda, argumentando que utilizaban menor fuerza.

Color de la Tapa.

- Se reportó que las tapas transparentes y en color negro dificultaron la identificación de sus componentes, como las cintas de seguridad, el área de

estriado y la información en alto y bajo relieve.

- Se identificó que los colores que facilitaron su identificación fueron aquellos en colores cálidos o que tenían el mismo color que predominaba en su etiquetado.

Centro de Gravedad.

- Se identificó que el área de agarre entre más cercana a la base del envase este localizada, se obtiene una sensación de menor esfuerzo y mayor control.

Topes antideslizamiento.

- Se reportó que los envases que tenían un área de agarre bien definida por relieves lo suficientemente pronunciados, la acción de levantar el envase y llevarlo hacia la boca mejoraba y evitaba deslizamientos. Los envases que se identificaron con esta característica tenían una longitud de 5 mm. y una profundidad de 4 mm. en alto o bajo relieve.

Prueba de Dosificación Directa

Diámetro de Boquilla.

- Para envases de consumo individual y de un peso inferior a 1.3 kg. el diámetro de la boquilla no es importante; con el contrario, en envases con un peso superior, entre más reducido sea el diámetro se obtiene mejor control y se evitan derramamientos.

Centro de Gravedad.

- Se identificó que pasa envases que rebasen los 70 mm. de diámetro en su área de agarre y que superen el 1.3 kg. de peso requieren por lo menos dos puntos de apoyo; el primero localizado lo más cercano posible a la base del envase y el segundo lo más cercano a la boquilla de dosificación, con esto se incrementa el control de dosificación.

Prueba de Dosificación a Recipiente

Elementos de agarre.

- Se reportó que los envases que tenían un asa, como elemento externo, mejoraba considerablemente el control de dosificación, sin embargo, cuando este elemento es muy delgado, en el área donde se apoyan los dedos, ocasiona molestias en su uso sostenido.
-

Díámetro de Boquilla.

- Para envases de consumo familiar y de un peso superior a 1.3 kg. el diámetro de la boquilla debe ser lo más reducido posible, menor a 35 mm.; de esta manera se obtiene un mejor control de dosificación a recipiente y se evitan derrames.

Compactación del Envase.

Prueba de Gestión Final

- Se identificó que la manera más fácil y que requiere menor esfuerzo físico fue el aplastamiento a lo largo de la dirección longitudinal del envase; esta puede ser realizada con las manos o con los pies, además, los usuarios reportan que ocupa un menor volumen de contenedor.

Nota. Elaboración propia.

4.3. Entrevista a Experto de la Industria del Envase

Con la finalidad de verificar la viabilidad operativa y técnica de las oportunidades de diseño identificadas, se realizó una entrevista a un profesional experimentado en el ramo de la industria del envase y embalaje. Por medio de esta herramienta se logró contrastar la opinión experta con los datos recabados de las entrevistas y de las pruebas de usabilidad. La guía para la entrevista (anexo 3) mantuvo las siguientes categorías de análisis: consideraciones de diseño, procesos de fabricación, normatividad, envases para el adulto mayor y consideraciones medioambientales.

La entrevista le fue realizada la Ingeniero Químico José Antonio Rodríguez Tarango, quien es fundador y director del Instituto Mexicano de Profesionales del Envase y Embalaje (IMPEE). Ha sido asesor para la ONU, además, es autor de diversas publicaciones sobre envase y embalaje. Se desempeña como capacitador de profesionales y consultor externo de compañías como: Unilever, Peñafiel, Mars, Sabormex, Jumex, La Costeña, entre otras. También, es responsable de desarrollar protocolos y maquinaria para pruebas de laboratorio de materiales destinados al envase y embalaje.

A continuación, se presentan las respuestas más relevantes para la presente investigación. Se citan textualmente, seguidas por la interpretación del autor en función de su aplicación para el diseño de envases plásticos para bebidas. Toda la información de este apartado, se obtuvo mediante comunicación personal con el Ingeniero José Antonio Rodríguez Tarango, el 25 de junio de 2021.

”En México y en general en Latinoamérica no hay una propuesta universitaria que ofrezca una licenciatura dedicada a la fabricación de envases, a diferencia de Estados Unidos, Japón y algunas partes de Europa; de igual manera, la literatura es insuficiente. La gente que hoy trabaja en las empresas, en el área de diseño e ingeniería de envase, son personas que se han ido formando a través de su experiencia, a prueba y error”. (Rodríguez, J. [JART, 25-05-2021], comunicación personal, 25 de junio de 2021).

Consideraciones para el Diseño

“En el diseño de envases, las consideraciones sobre forma y función, no bastan, se debe evaluar su desempeño, su comportamiento estructural, su resistencia a la estiba y transporte, y el uso de materiales adecuados para cada producto. Además, intervienen muchas áreas del conocimiento, hay gente de marketing, abogados, gente de control de calidad, de diseño gráfico, de diseño industrial, de ingeniería química y de alimentos”. (JART, 25-05-2021). El diseño estructural del cuerpo del envase y las tapas, además, del diseño gráfico del etiquetado, debe considerarse como una parte de un sistema de envasado. Si bien el envase debe ser diseñado centrado en el usuario, se debe partir de las consideraciones prioritarias que los departamentos de ingeniería de alimentos, el área legal y de distribución determinen. A partir de esto, se pueden configurar las alternativas que mejor compensen con los requerimientos del área de *marketing*. Sumado a esto, las propuestas finales deberán ser sometidas a distintas evaluaciones, principalmente: ciclo de vida del producto y la metodología de diseño universal.

“Cuando se va a diseñar un envase, lo primero es definir los materiales de fabricación, porque tienen un efecto directo en la duración del producto. Dependiendo el tipo de plástico que se utilice, la vida de anaquel de un mismo producto será distinta”. (JART, 25-05-2021). Es prioritario diseñar el envase en función de la materia prima adecuada para el conservar el contenido. Debe considerarse la capacidad moldeable del material plástico y los parámetros

técnicos de las máquinas y moldes; a partir de este punto se pueden configurar, las formas y dimensiones generales, los relieves, el diseño estructural, la capacidad de contención, el tamaño de boquillas y el espesor del material.

“La forma del envase depende mucho de la de la máquina envasadora. Este aspecto es fundamental para el diseño, porque determina que pueda ser implementado en las líneas de producción; estos parámetros difícilmente pueden variar dentro de una misma empresa. El diseño debe adaptarse a la tecnología que se tiene disponible”. (JART, 25-05-2021). Es importante considerar que se pueden hacer ajustes razonables en la fabricación de moldes. Con estas pequeñas variaciones se pueden mejorar los atributos de diseño enfocados a la usabilidad. Sin embargo, hay que considerar parámetros inamovibles en las líneas de envasado como las dimensiones máximas y mínimas del cuerpo del envase, del acuellado y de la corona o *finish*.

“Mucho de la participación del diseño dependerá del consumidor: sus costumbres, sus hábitos y las formas reconocibles para el —siluetas de envase—. Sin embargo, las empresas basan su toma de decisión en dos factores: la oferta de los proveedores de envases y las similitudes con su competencia directa. Es por eso que, en el mercado se observa tanta repetición de formas y falta de innovación”. (JART, 25-05-2021). Como estrategia de innovación, la mejor alternativa es generar propuestas bajo una metodología de diseño centrado en el usuario en paralelo de las estrategias de ecodiseño para envases.

Procesos de Fabricación

“El proceso de fabricación define la posibilidad y alcance que se tiene para el diseño. En la fabricación de envases plásticos rígidos se utiliza principalmente la de inyección-soplado —polietilenos, polipropilenos, PVC, PET y policarbonato—. Este proceso como tal marca ciertas limitantes. Una de las razones para utilizar PET es su alta barrera a la liberación de oxígeno y humedad, solo deja pasar 5 unidades en 24 horas, mientras que el HDPE deja pasar 500 unidades en el mismo tiempo”. (JART, 25-05-2021). Para el desarrollo de esta investigación, en particular para la propuesta de lineamientos, se delimita el PET como materia prima, en su proceso de inyección-soplado. Todos los parámetros y propuestas, deberán condicionados por su viabilidad técnica-productiva.

Normatividad

“En el caso del etiquetado, en México, la industria debe seguir la norma oficial mexicana NOM-050-SCFI-2004. En esta se establecen los componentes que debe llevar el etiquetado, tales como unidades, leyendas, tamaños de letra, sellos de advertencia, tamaño de etiqueta, entre muchos otros”. (JART, 25-05-2021). A pesar que existan regulaciones y lineamientos que abordan ciertos parámetros de diseño, estas especificaciones han sido elaboradas a partir de consideraciones globales y dirigidas a una población con capacidades funcionales promedio.

Envases Dirigidos al Adulto Mayor

“El caso de los adultos mayores, las consideraciones de uso son muy específicas. Pondría principal atención en la parte de comunicación —textos—, apertura, reapertura y cierre; ya que estos criterios, son los que más pueden impactar en el usuario. En México, actualmente, este segmento poblacional no es la mayoría y por lo tanto no es de importancia para la industria”. (JART, 25-05-2021). Es importante considerar como prioritarias las funciones de apertura y cierre del envase, además de la legibilidad del etiquetado; ya que en estas interacciones intervienen las limitaciones funcionales más recurrentes del adulto mayor, que son las físicas en miembros superiores y las visuales. Se debe empezar a sensibilizar a los consumidores y los productores sobre este tipo de alternativas para, que cuando la curva generacional cambie, se hayan realizado los estudios pertinentes y las adecuaciones de producción sean graduales.

“En México, no existen muchas iniciativas de envases accesibles, sin embargo, principalmente en Europa, es muy común observar etiquetas y cajas plegadizas con sistema braille”. (JART, 25-05-2021). Es importante incorporar ajustes razonales en moldes y troqueles, que sumen a la generación de atributos para el diseño de envases más accesibles, que faciliten el uso al mayor número posible de personas; dando prioridad a los usuarios con algún tipo de discapacidad.

“Se pueden hacer ajustes razonables para modificar los moldes, se pueden incorporar altos y bajos relieves, también se pueden modificar las dimensiones de las tapas, sin embargo, esto dependerá mucho de la evaluación de costos del fabricante; pero sobre todo de la demanda de los consumidores”. (JART, 25-05-2021). Es importante identificar los factores más relevantes

para mejorar la usabilidad y proponer variaciones mínimas. Para alcanzar la factibilidad, se debe lograr un equilibrio entre el diseño estructural y su viabilidad tecnológica-económica.

Consideraciones Medioambientales

“El plástico ha venido a generar elementos de comodidad de bajo costo para el ser humano. En cuestión ambiental, el uso de los plásticos se ha satanizado. El problema no son los plásticos, somos nosotros y tenemos que asumir nuestra responsabilidad en su consumo y disposición final. Si revalorizamos los plásticos, entonces no veremos flotando en los ríos como basura, si no como trajineras”. (JART, 25-05-2021). Se debe generar propuestas de diseño que faciliten su reutilización, ya sea para el mismo uso o para usos creativos totalmente distintos al original —suprareciclado—; además, el aspecto de la comunicación —etiquetado— se debe diseñado de manera legible y comprensible para potencializar un comportamiento proambiental.

“El reciclaje a nivel nacional no es un aspecto al que la industria le ponga mucha atención. Por ejemplo, Estados Unidos recicla tres veces más que México. Actualmente, desconozco si existe estrategia empresarial o gubernamental seria y verdaderamente comprometida. Cuando las personas adolecen de un adecuado servicio de limpia, se observa cómo la gente vierte la basura en los espacios públicos o de manera inadecuada”. (JART, 25-05-2021). El aspecto de comunicación del envase es fundamental para la gestión de residuos. La legibilidad en la identificación de materiales y la facilidad para separar los componentes —tapa, etiqueta, cuerpo de envase— son aspectos que contribuyen a su reciclabilidad y revaloración

“La necesidad, la forma y el costo de los envases retornables promovió la reutilización de los envases en décadas anteriores. Cuando entra el PET al mercado de los refrescos, la dinámica de la cadena de valor cambió. Actualmente, la estrategia de los envases retornables es viable, sin embargo, tiene ciertas limitaciones, sobre todo en las cuestiones sanitarias y de toxicidad. Siempre lo más recomendable para envasar líquidos es utilizar resina virgen”. (JART, 25-05-2021). Diseñar en función de la usabilidad potencializa la integración y aceptación de estrategias que generen menor impacto ambiental. Las consideraciones sanitarias, principalmente de limpieza, deben incidir directamente en los requerimientos de diseño.

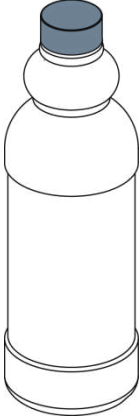
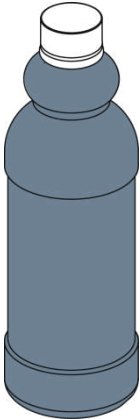
“El etilen-glicol, que forma parte de la composición química del PET, se puede extraer tanto del petróleo como de ciertos vegetales; es por eso que podemos observar tanta publicidad engañosa”. (JART, 25-05-2021). Es obligación del fabricante presentar información clara y verídica sobre los componentes de sus materiales de fabricación y de cómo están estructurados químicamente. Es importante considerar que, al mezclar de materiales con propiedades distintas, se reduce su capacidad para ser reciclado; además, estos materiales compuestos se pueden degradar hasta micropartículas, que son extremadamente difíciles de recuperar.

“Como tendencia medioambiental se observa la incorporación de aditivos oxo-degradables y algunos biopolímeros; a pesar de esto estamos muy lejos de poderlos incorporar satisfactoriamente en la infraestructura nacional. Y a pesar de que ya existan estas alternativas ecológicamente amigables, la extracción del petróleo, como factor de desarrollo económico, sigue y seguirá impulsando el uso de los plásticos convencionales”. (JART, 25-05-2021). El avance tecnológico para sustituir el plástico por otros materiales de menor impacto aún no ha sido desarrollado y experimentados en su totalidad. Mientras tanto, las posibilidades reales que se tienen para contribuir con la conservación medioambiental son la reutilización de envases, mediante la valoración positiva en su experiencia de uso, y la comunicación sobre prácticas proambientales que el etiquetado pueda transmitir.

4.4. Problemas Asociados al Uso de Envases

Los principales problemas de uso se detectaron en las pruebas de apertura, manipulación y legibilidad. Como se ha comprobado a lo largo del desarrollo de la investigación, las principales limitaciones que experimenta el adulto mayor durante el uso de envases son las físicas, que incluye la disminución de fuerza, movimiento y resistencia; y las visuales, que implican la disminución de la agudeza visual y la de percepción de contraste. La mayoría de los participantes declaro haber experimentado problemas de manipulación con los envases en presentación mayores de 1 L. Con relación a las pruebas de apertura, se identificó que las tapas de mayor diámetro les resultaron más complicadas de abrir. En todos los casos se reportó la imposibilidad de leer los textos más pequeños y de identificar las fechas de caducidad. En la siguiente tabla, se presentan los problemas más recurrentes que se identificaron en las pruebas de usabilidad. Estos datos están relacionados con las partes que componen el envase y su respectiva categoría de análisis.

Tabla 11
Problemas más recurrentes en el uso de envases.

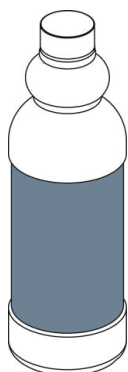
Componente	Categoría	Problemática		
<p data-bbox="263 398 331 432">Tapa</p> 	<p data-bbox="467 483 596 517">Apertura</p> <hr/> <p data-bbox="451 860 612 893">Legibilidad</p> <hr/> <p data-bbox="440 976 624 1010">Gestión Final</p>	<p data-bbox="655 383 1415 465">Las tapas de los diámetros más grandes —mayores a 40 mm. de diámetro— son las más difíciles de abrir.</p> <hr/> <p data-bbox="655 510 1415 593">Entre menor altura tenga una tapa resulta más difícil de abrir.</p> <hr/> <p data-bbox="655 638 1415 779">Los estriados entre más delgados y continuos, resultan menos eficientes como puntos de apoyo y provocan sensación de molestia en los dedos.</p> <hr/> <p data-bbox="655 824 1415 907">Los textos y advertencias impresos en las tapas resultan difíciles de leer; por su tamaño, contraste y orientación.</p> <hr/> <p data-bbox="655 952 1415 1093">Algunos envases de la muestra no tienen o no se pueden identificar con facilidad los símbolos que identifican el tipo de material.</p>		
		<p data-bbox="225 1151 368 1211">Cuerpo del envase</p> 	<p data-bbox="467 1205 596 1238">Apertura</p> <hr/> <p data-bbox="435 1462 628 1496">Manipulación</p> <hr/> <p data-bbox="448 1579 616 1653">Dosificación Directa</p> <hr/> <p data-bbox="451 1787 612 1821">Legibilidad</p>	<p data-bbox="655 1137 1319 1220">Los envases de grosores muy delgados provocan la sensación de inseguridad al intentar abrir el envase.</p> <hr/> <p data-bbox="655 1265 1415 1406">Debido a la presión de agarra, que se ejerce durante la apertura, el cuerpo del envase presenta deformaciones y tiene a derramar el líquido.</p> <hr/> <p data-bbox="655 1451 1415 1534">En algunos envases de la muestra, el área destinada al agarre no está claramente delimitada.</p> <hr/> <p data-bbox="655 1579 1415 1720">Envases de consumo individual que rebasan los 70 mm. de diámetro resultan incómodos para su dosificación directa.</p> <hr/> <p data-bbox="655 1765 1415 1848">En envases de consumo individual la etiqueta está colocada en el área de agarre, cuestión que resulta</p>

inapropiada cuando el usuario intenta leer la información.

Gestión Final

Algunos envases de la muestra no tienen o no se pueden identificar con facilidad los símbolos de identificación del material.

Etiqueta



Legibilidad

Tamaños de letra muy pequeños.

Diferentes orientaciones en los textos.

Falta de contraste entre el texto y el fondo.

Demasiado contenido gráfico e informativo irrelevante.

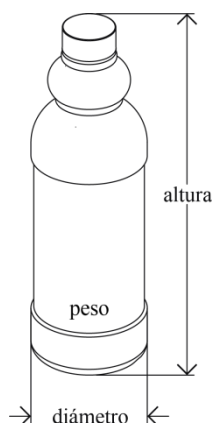
Fecha de caducidad muy difícil de localizar.

Gestión Final

Los símbolos de identificación de material son muy pequeños y poco claros.

No se presenta información sobre prácticas para el reciclaje.

Magnitudes:
longitud,
volumen y
peso.



Apertura

Los envases más difíciles de abrir son aquellos en formatos superiores a los 2 L. Las tapas en estos formatos están más ajustadas y se requiere al menos tres puntos de apoyo para lograr la apertura (mano-tapa, mano-cuerpo, superficie-cuerpo).

Manipulación

Envases con un volumen mayor de 1 L. (1.3 kg) resultan incómodos para beber directamente de ellos y para ser transportados.

Dosificación

Envases a partir de 1 L. requieren una dosificación a un recipiente, por lo que requieren de dos áreas de agarre.

Gestión Final

Envases de un volumen mayor a 1 L. resultan difíciles de ser compactados.

Nota. Elaboración propia.

4.5. Propuesta de Lineamientos para la Usabilidad en el Diseño de Envases

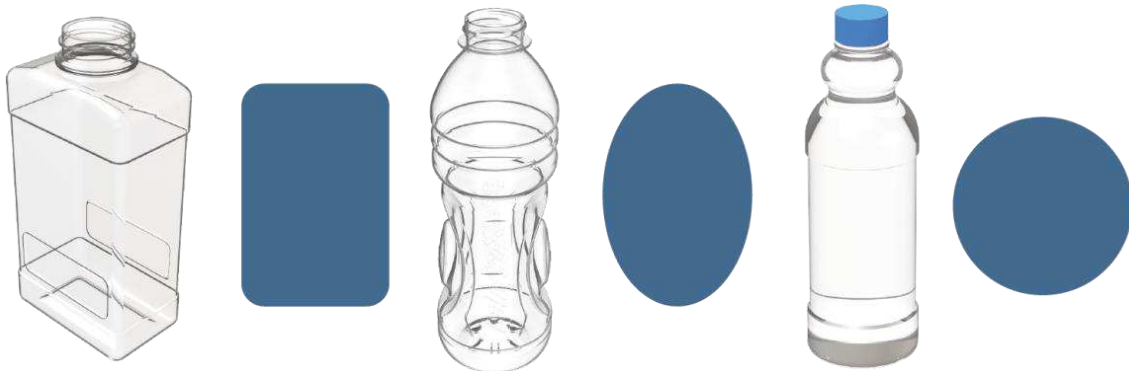
La propuesta de lineamientos para la usabilidad, en el diseño de envases plásticos para bebidas, se presenta a continuación. Para establecer estas generalidades, fue indispensable interpretar y cruzar la información recabada en las diferentes entrevistas y las pruebas. Los atributos, parámetros y magnitudes expresadas en estas consideraciones de diseño, se sustentan en los envases muestra utilizados en la prueba de usabilidad. Finalmente, todos los datos fueron contrastados con las tablas antropométricas de Ávila y sus colaboradores (2007).

Lineamientos para el Diseño del Cuerpo del Envase

Forma Transversal del Cuerpo del Envase. Lineamiento CF1

Las geometrías más convenientes a utilizar en la sección transversal del envase, en orden de importancia, son las siguientes: los rectángulos con aristas redondeadas, las elipses, las circunferencias y las combinaciones que se generen entre las mismas. Estas formas fueron identificadas como las que mejor se adaptan a la palma de la mano y que otorgan mayor estabilidad durante la manipulación y dosificación. Se deben considerar las variaciones superficiales al incorporar relieves estructurales y antideslizamiento.

Ilustración de referencia.



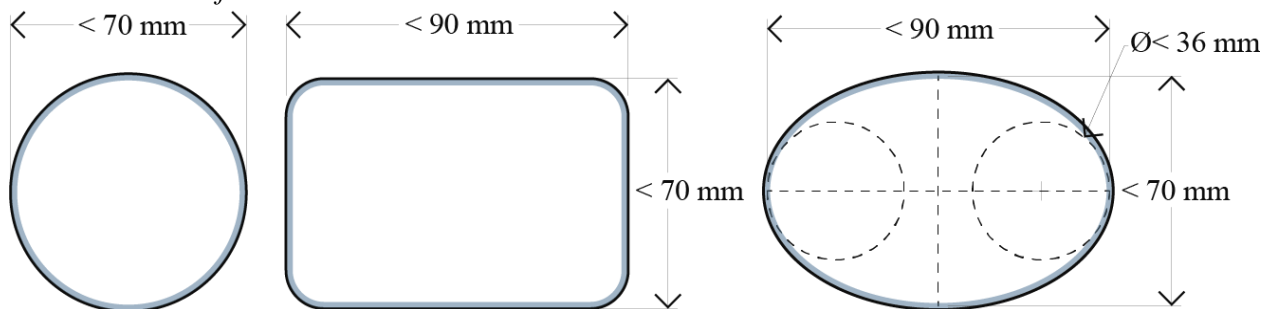
Nota: Figura 10. Elaboración propia.

Dimensiones de la Geometría Transversal. Lineamiento DA1

Las dimensiones recomendadas para ser utilizadas en las geometrías transversales del envase, en el área destinada para el agarre son las siguientes:

- Para las formas rectangulares, se recomiendan magnitudes que no rebasen los 70 mm. en sus dos caras menores —laterales— y de hasta 90 mm. en sus caras mayores —frontal y posterior.
- Para las formas elípticas, se recomiendan una magnitud igual o menor a 70 mm en su eje menor; y hasta 90 mm. en su eje mayor, comenzando en circunferencias que no rebasen los 36 mm de diámetro.
- Para las formas cilíndricas un diámetro igual o menor a 70 mm.

Ilustración de referencia.

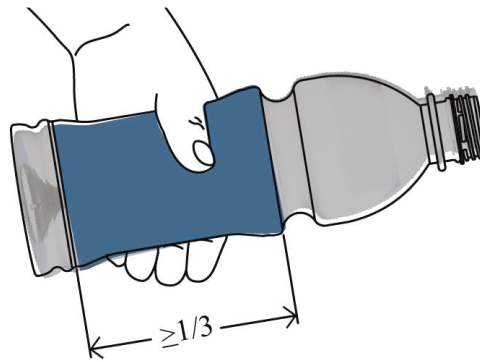


Nota: Figura 11. Elaboración propia.

Área de Agarre. Lineamiento CF2

Se debe destinar un área de agarre de por lo menos una tercera parte del total del envase en su orientación longitudinal. Esta superficie deberá ser visualmente intuitiva y estar libre de etiquetado o información importante para el consumidor, que en determinado caso se pudiera estar bloqueando con la palma de la mano del usuario. Apoyada con las tablas antropométricas, utilizando el percentil 5 de una mujer, esta magnitud deberá al menos ser de 89 mm. Con esto se intenta lograr una manipulación estable, se evitan deslizamientos y se disminuye la fatiga por carga. Esta consideración puede aplicar en presentaciones de consumo individual en el cuerpo del envase, y en presentaciones familiares, en los elementos de agarre integrados al envase, como: asas, mangos y empuñaduras.

Ilustración de referencia.

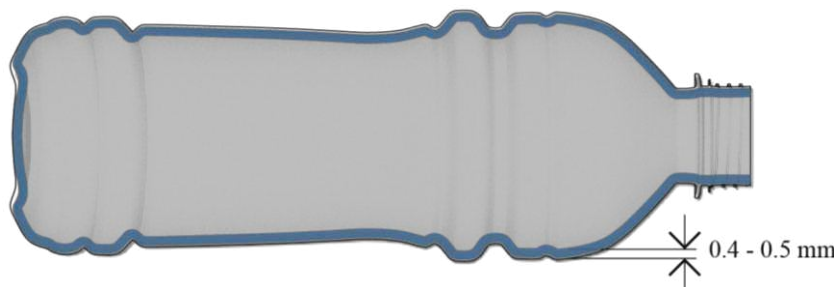


Nota: Figura 12. Elaboración propia.

Grosor del Material para el Cuerpo del Envase. Lineamiento GM1

Para asegurar una buena portabilidad y resistencia estructural se debe utilizar espesor de entre 0.4 y 0.5 mm. En contraposición, la tendencia enfocada a la desmaterialización, se orienta hacia la fabricación de envases con los grosores de pared lo más delgados posibles; sin embargo, fundamentado en los resultados de esta investigación, los envases bajo esta condición logran disminuir el rechazo por maltrato, las deformaciones por la manipulación repetitiva y, además, se estimula su reutilización en al menos una recarga del contenido por parte del usuario.

Ilustración de referencia.

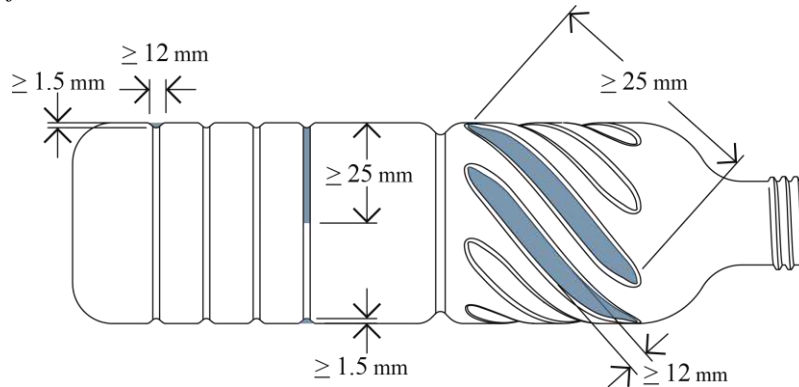


Nota: Figura 13. Elaboración propia.

Relieves Antideslizamiento. Lineamiento TAI

Es recomendable incorporar, en la superficie del envase, altos y bajos relieves de al menos 1.5 mm. de profundidad, magnitudes longitudinales de al menos 12 mm. y magnitudes transversales mayores a 25 mm. Con estas consideraciones se intentan reducir deslizamientos y caídas durante su manipulación, además de mejorar su portabilidad al incrementar su resistencia estructural.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 14. Elaboración propia.

Centro de Gravedad para Dosificación Directa. Lineamiento CGD1

Para envases de presentación individual, que requieran ser manipulados con una sola mano, el área de agarre debe localizarse lo más abajo posible en la dirección longitudinal del envase, es decir del centro del envase hacia su base. Bajo esta consideración la sensación de esfuerzo por carga disminuye y se logra incrementar el control de dosificación directa, es decir, la acción de asir el envase y beberlo directamente.

Ilustración de referencia.



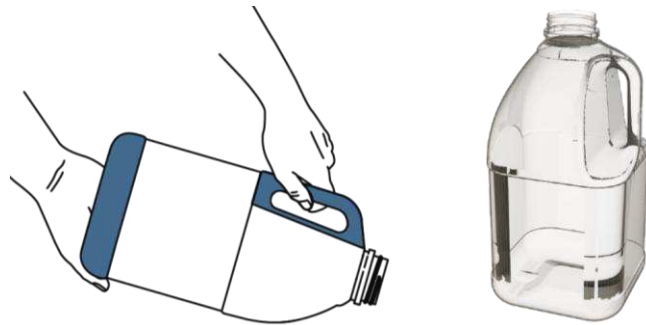
Nota: Figura 15. Elaboración propia.

Centro de Gravedad para Dosificación a Recipiente. Lineamiento CGR1

Para envases de presentación familiar, que requieran ser manipulados con dos manos, lo más convenientes es incorporar dos áreas de agarre en la dirección longitudinal del envase, una localizada lo más abajo posible, del centro hacia la base, y la otra lo más cercana posible a la boquilla del envase. También se pueden utilizar asas externas sujetas al cuello del envase a manera de soporte superior. Bajo estas consideraciones el esfuerzo por carga se distribuye

equitativamente en ambas manos y se incrementa el control de dosificación a recipiente, es decir, la acción de verter el líquido a un recipiente para después ser consumido.

Ilustración de referencia.

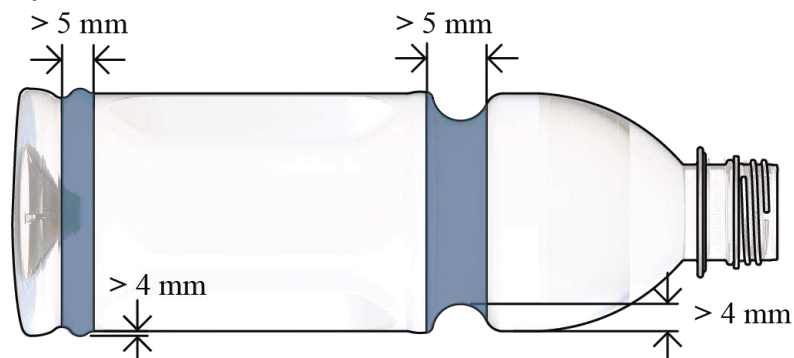


Nota: Figura 16. Elaboración propia.

Topes de Agarre Antideslizamiento. Lineamiento AAI

Para envases de presentación individual, se sugiere incorporar al diseño altos o bajos relieves que delimiten intuitivamente el área de agarre. Las dimensiones recomendadas deberán ser de al menos 4 mm. de profundidad y de al menos 5 mm. en su dirección longitudinal. Esta consideración permite disminuir los deslizamientos y caídas, además de, brindarle seguridad de control al usuario.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 17. Elaboración propia.

Diámetro Interno de Boquilla. Lineamiento DBI

El diámetro interior de la boquilla del envase permite regular la dosificación de su contenido. Para determinar su diámetro se debe considerar el propósito de su uso, el tamaño del envase, el peso del producto y el tipo de tapa a utilizar. La consideración más relevante de este atributo es

la de evitar el derrame involuntario por baja estabilidad durante su dosificación. Para envases de presentación individual se debe utilizar un diámetro interior de boquilla que este dentro de los 25 mm. a los 60 mm. y para presentaciones familiares de hasta 35 mm. Por otra parte, independientemente de la presentación, para los envases que estén destinados a ser reutilizados repetidamente, lo aconsejable es utilizar un diámetro de al menos 60 mm.; con esto se garantiza una limpieza eficiente.

Ilustración de referencia.



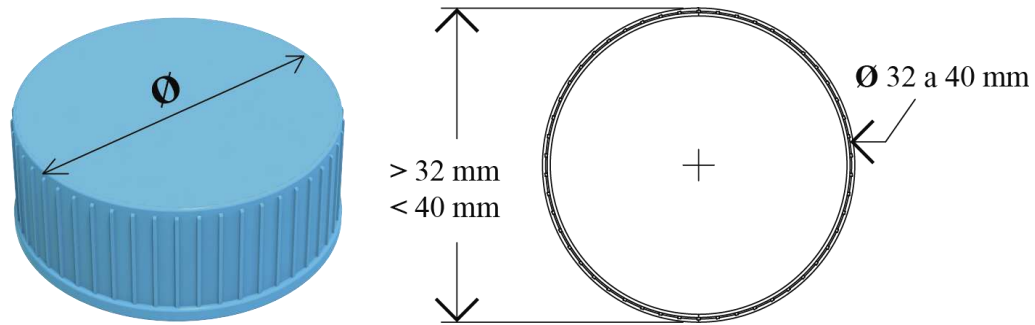
Nota: Figura 18. Elaboración propia.

Lineamientos para el Diseño de Tapas

Diámetro Exterior de la Tapa. Lineamiento DT1

El diámetro exterior recomendado para tapas está dentro del rango de los 32 mm. a los 40 mm. Se identificó que las tapas con estos parámetros resultaron más fáciles de abrir, estos proporcionan una posición adecuada para su remoción y disminuyen el esfuerzo por extensión de los dedos. Un diámetro inferior a los 32 mm. requiere un agarre de pinza, que exigen mayor fuerza en los dedos y una mayor motricidad fina. Un diámetro superior a los 45 mm. reduce la fuerza en agarre de tipo esférico y requiere mayor fuerza para lograr la remoción de la tapa.

Ilustración de referencia.

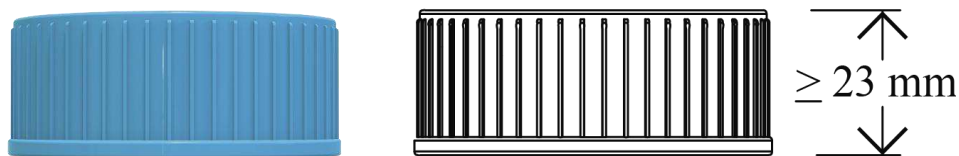


Nota: Figura 19. Elaboración propia.

Altura del Contorno de la Tapa. Lineamiento HT1

Se recomienda que la altura del contorno de la tapa sea de al menos 23 mm. Con esta consideración se garantiza que la posición del pulgar sea la más adecuada y que cubra la totalidad de su longitud transversal. De acuerdo con los datos antropométricos, del percentil 95 de un hombre, el ancho del pulgar corresponde a una magnitud de 22 mm. También se identificó esta característica en las tapas que resultaron más fáciles de remover, y además, aporta un área más amplia para incorporar estriados que sirvan como elemento antideslizante. Se debe considerar que este parámetro no debe incrementar el número de vueltas para el cierre o apertura. Esta magnitud debe emplearse únicamente para la tapa, los arillos de seguridad deben considerarse como elementos adicionales.

Ilustración de referencia.



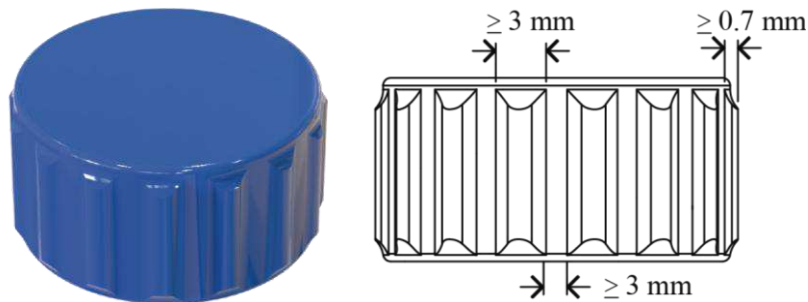
Nota: Figura 20. Elaboración propia.

Estriado del Contorno de la Tapa. Lineamiento ET1

El estriado o relieves al contorno de la tapa tienen como propósito ser elementos que eviten deslizamientos durante su remoción y que, además, proporcionen varios puntos de apoyo para reducir el esfuerzo necesario para girarla. Se identificó que un estriado adecuado que cumpla con

estos requerimientos debe tener al menos 0.7 mm. de altura, su magnitud transversal debe ser igual o mayor a 3 mm. y debe tener al menos 3 mm. de separación entre relieves.

Ilustración de referencia.

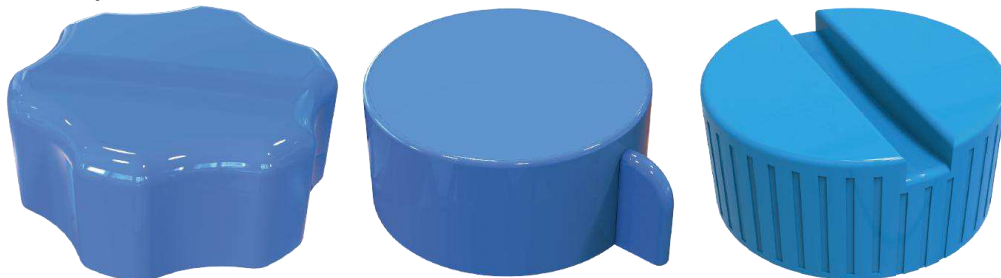


Nota: Figura 21. Elaboración propia.

Forma de la Tapa. Lineamiento FT1

Para la forma de la tapa, se identificó que el factor que incide mayormente, para facilitar su remoción, son los puntos de apoyo que los dedos puedan tener. Una posición adecuada de agarre esférico reduce considerablemente la fuerza para iniciar el giro, para lograrlo se recomienda utilizar una forma análoga a un engrane de seis dientes, en el cual, se puedan colocar cómodamente al menos 3 dedos con cierta separación. Para reducir de esfuerzo que requiere la remoción, se recomienda incorporar al menos un elemento que sobresalga al contorno de la tapa, en el cual, se pueda posicionar cómodamente los dedos, principalmente el pulgar. También se pueden incorporar ranuras en la parte superior de la tapa, que permitan utilizar objetos cotidianos a manera de palanca, esto con la finalidad de reducir drásticamente el esfuerzo de remoción; el ancho de la ranura deberá establecerse en función de artefactos de fácil disponibilidad como bolígrafos, monedas, cubiertos o llaves.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 22. Elaboración propia.

Fuerza de Remoción de la Tapa. Lineamiento FRI

La fuerza necesaria para abrir o cerrar un envase se denomina como torque. El toque de aplicación se determina en función del diámetro externo de la boquilla del envase y el tipo de roscado de la tapa. El equilibrio entre la fuerza de aplicación para el cierre y la remoción resulta fundamental, porque influye en la posibilidad que el contenido pueda derramarse durante su transportación o que sea imposible de abrir. Se identifico que las tapas a partir de los 40 mm., de diámetro exterior, son las más difíciles de abrir. Con base en el libro de *Manual de Fórmulas y Tablas de Envase y Embalaje*, de José Rodríguez Tarango, lo más recomendable es que la fuerza destinada para la remoción de tapas plásticas rígidas sea inferior los 90.5 N.cm —20.35 lb/in— (2015b, p.131).

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 23. Imagen tomada de: <https://www.impee.mx/pruebadelaboratorio/pl50/5>

Número de Vueltas para la Remoción de la Tapa. Lineamiento VAI

Se identifico que, a mayor número de vueltas para la remoción de las tapas, la fuerza sostenida incrementa la fatiga por esfuerzo. Esto se debe a que el giro natural de la mano va de los 0° relativos hasta los 90°, en su movimiento de abducción. Con la finalidad de reducir al mínimo el esfuerzo de remoción y de no sobre extender el giro natural de la muñeca, se recomienda que el número de vueltas requerido para la apertura de tapas se lo más cercano a ¼ de vuelta.

Ilustración de referencia.



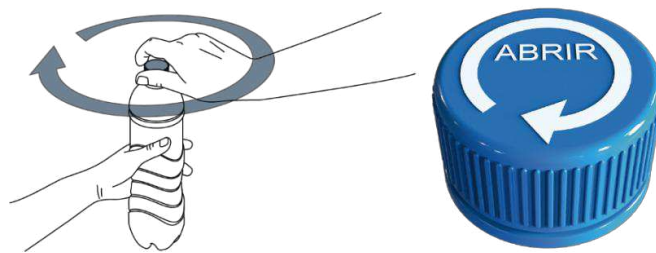
Nota: Figura 24. Elaboración propia.

Sentido de Giro para Remoción de la Tapa. Lineamiento SG1

Se identificó que el movimiento de abducción natural de la muñeca es hacia afuera. En este sentido de giro el esfuerzo es menor y la sobre extensión es mínima. Por lo tanto, para la remoción de tapas, lo más aconsejable es que la dirección de giro de apertura sea en sentido de las manecillas del reloj. Este parámetro se identificó cuando los participantes diestros manifestaron que se les facilitaba más abrir las tapas con la mano izquierda, y viceversa. Este punto es discutible ya que los fabricantes de envases manifiestan que resulta más importante resellar adecuadamente el producto cuando no se ha terminado, además de que, existen estándares globales muy instaurados sobre el sentido de apertura. Sin embargo, esta consideración pudiera ser factible cuando el producto sea de consumo rápido, de presentación individual y que no requiera ser cerrado por segunda ocasión; además, que el mercado objetivo sea el adulto mayor.

Sumado a todo lo anterior, resulta necesario que el sentido de apertura se identifique en la parte superior de la tapa, mediante impresión directa o con relieves. El pictograma se deberá presentar una flecha que señale el sentido de apertura y debe incluir el texto que indique la acción; como ejemplo: “abrir”, “gire para abrir” o “abierto”. Lo anterior, con la finalidad de evitar confusión y que el usuario apriete más la tapa, cuando se le dificulte la remoción.

Ilustración de referencia.



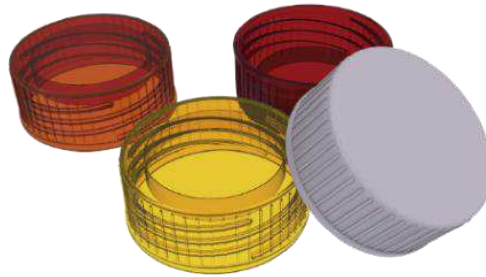
Nota: Figura 25. Elaboración propia.

Aplicación del Color para la Tapa. Lineamiento CT1

Para lograr una rápida identificación de ubicación la tapa y sus componentes —como arillos de seguridad o relieves de apoyo— deberá evitarse el color transparente y el negro. Lo mas

recomendable es utilizar el mismo color que predomine en el etiquetado, esto con la finalidad de evitar confusiones entre distintos productos. Las tapas con colores en tonalidades cálidas como rojo, amarillo y naranja son fácilmente localizables cuando el usuario requiere volver a cerrar su producto. Para envases que puedan ser reutilizados, lo mas aconsejable es utilizar colores translucidos o color solido en blanco, esto funciona para los usuarios que marcan sus envases para identificar su contenido o fechas de vencimiento.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 26. Elaboración propia.

Lineamientos para el Diseño del Etiquetado

Material de la Etiqueta. Lineamiento ME1

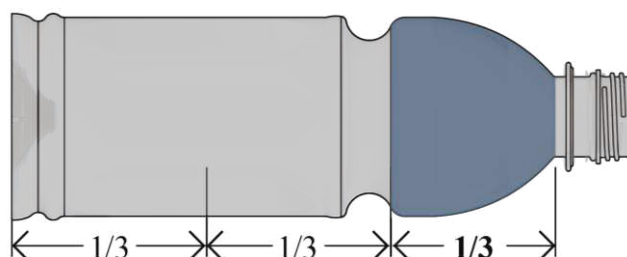
Para envases de colores claros —preferentemente blanco— se recomienda utilizar una impresión directa sobre el envase. Se requiere un contraste adecuado de los elementos informativos y una alta definición de impresión. Bajo esta consideración se evita el desprendimiento de etiquetas, se agiliza la identificación de fechas de vencimiento y se facilita la adecuada separación de residuos.

Para envases transparentes o translucidos lo más aconsejable es utilizar mangas termoencogibles —de PETG— con fondo blanco e impresión directa. Para evitar reflejos y deslumbramientos lo recomendable utilizar acabados mate o satinados. Las etiquetas fijadas con adhesivo en ocasiones se despegan, se remojan, se decoloran, o se maltratan, lo cual dificulta la legibilidad y la separación adecuada de residuos; además que, en el punto de venta en usuario evita adquirir productos maltratados.

Tamaño y Posición de la Etiqueta. Lineamiento TPE1

La etiqueta en su dirección transversal debe cubrir el total de la circunferencia y en el caso de envases rectangulares al menos 3 caras. En su orientación longitudinal se aconseja, que no rebase una 1/3 parte del cuerpo total del envase. La etiqueta debe colocarse en la parte superior de su dirección longitudinal. El agarre se efectúa, regularmente, del centro del envase hacia abajo, al colocar la etiqueta por arriba de este nivel, permitirá visualizar los elementos gráficos en todo momento. Se debe evitar utilizar etiquetas, cuyas dimensiones o posición, invadan el área de agarre; ya que se pueden generar desplazamientos, maltratos, desprendimientos o deformación de textos.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 27. Elaboración propia.

Distribución de la Información. Lineamiento EDII

La información del etiquetado deberá distribuirse en tres secciones contiguas. A la sección frontal [1] le corresponde a la información relevante sobre el producto; al menos deberá incluir: advertencias nutrimentales —sellos de la Secretaría de Salud—, marca, denominación genérica —nombre comercial del producto—, denominación específica del producto —estilo de fabricación—, contenido neto y fecha de caducidad. A la sección izquierda [2] le corresponde presentar las declaraciones del fabricante al consumidor; incluyendo: declaración de ingredientes, declaración nutrimental, información legal del fabricante, país de origen y código de barras. Finalmente, en la sección derecha [3] se debe presentar la información relacionada con el adecuado uso del producto; que debe incluir: advertencias de seguridad, *disclaimers*, instrucciones de uso y conservación del contenido, pictogramas medioambientales, además un código QR, que permita obtener información complementaria o específica.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 28. Elaboración propia.

Aplicación de Color en los Fondos. Lineamiento EACI

Con la finalidad de mejorar la legibilidad de los textos y pictogramas, los colores para el fondo del etiquetado, más recomendables y en orden jerárquico son el color blanco, colores muy claros, y con la aplicación correcta de contraste de textos, fondos transparentes. Deberá evitarse el utilizar fondos degradados, particularmente, tonalidades oscuras. Como recurso auxiliar se podrá utilizar un contorno, tanto en imágenes como en textos, de al menos 2 mm. y con un adecuado contraste.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 29. Elaboración propia.

Aplicación de Color en los Textos. Lineamiento EAC2

Con la finalidad de mejorar la legibilidad de la información, los colores recomendables para aplicarse en los textos son el color negro y el color blanco —solo para superponerse en fondos oscuros—.

Ilustración de referencia.

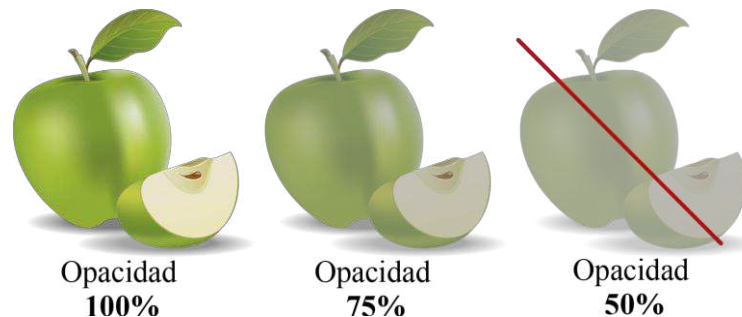


Nota: Figura 30. Elaboración propia.

Aplicación de Color en las Imágenes. Lineamiento EAC3

Con la finalidad de mejorar la percepción visual del etiquetado, para la aplicación de los colores en imágenes se recomienda utilizar colores sólidos, evitar rellenos en colores degradados y manejar una opacidad de al menos un 75%.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 31. Elaboración propia.

Contraste para los Textos. Lineamiento ECT1

Con el propósito de facilitar la lectura de información en textos y localizar efectivamente las advertencias se debe mantener una relación de 4:1 de luminosidad, entre el texto y el fondo. Se identificó que los contrastes más adecuados son —en orden jerárquico—: 1) fondo blanco con letras en negro, 2) fondo negro con letras blancas, 3) fondo amarillo con letras negras y 4) fondo amarillo con letras rojas.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 32. Elaboración propia.

Contraste para los Pictogramas. Lineamiento ECP1

Con el propósito identificar efectivamente los pictogramas y de mejorar su legibilidad, se identificó que los contrastes más adecuados y en orden jerárquico son: fondo blanco con rellenos en negro y fondo negro con rellenos en blanco.

Ilustración de referencia.



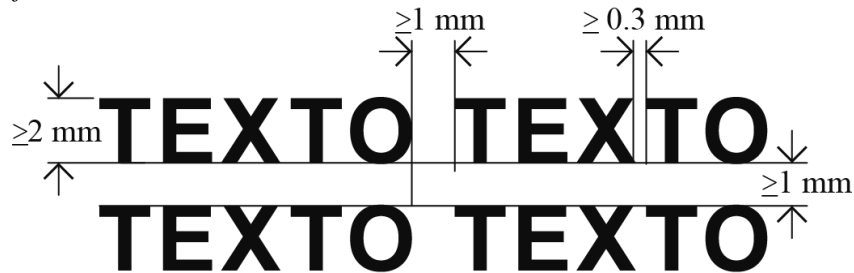
Nota: Figura 33. Elaboración propia.

Parámetros de la Tipografía. Lineamiento EPT1

Para facilitar la lectura de información lo más recomendable es utilizar una tipografía sin serifas, como la Helvética o la Arial, particularmente en textos reducidos. Estas tipografías proporcionan mayor legibilidad y se obtiene una mejor nitidez en la impresión. Se debe evitar el uso de fuentes tipo *light*, itálicas o con subrayados. El uso de letras cursivas, decorativas o con serifas —como la Times New Roman— solo es recomendable para el nombre de la marca y en imagotipos. La alineación de textos extensos se recomienda que sea hacia la izquierda. Es importante mantener una sola orientación de los textos, en paralelo con la base del envase —horizontal—.

Se identifico que el tamaño mínimo de letra deberá ser de al menos 2 mm. de altura, conservando la proporción natural en su ancho; deberá evitarse adelgazar o estrechar la fuente — como las fuentes *narrow*—. En cuanto al espaciado, entre letras se deberá mantener una distancia de al menos de 0.3 mm., entre palabras de al menos 1 mm. y en el interlineado de al menos 1 mm.

Ilustración de referencia.

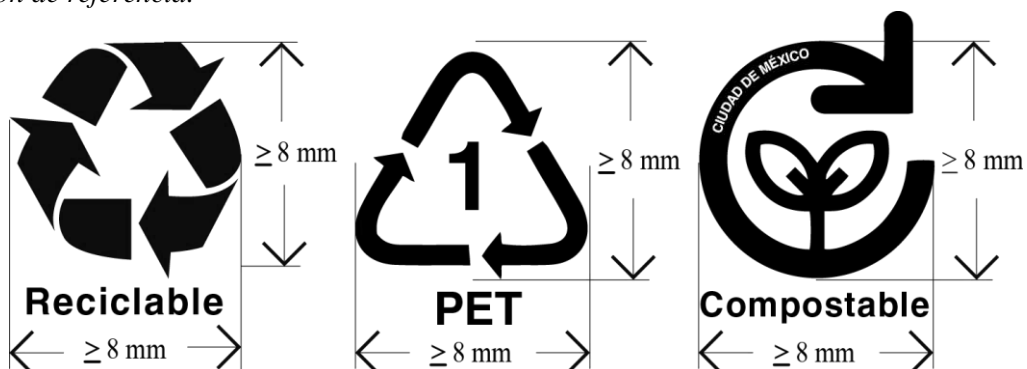


Nota: Figura 34. Elaboración propia.

Aplicación de los Pictogramas. Lineamiento EAPI

Con la finalidad de mejorar la legibilidad, la comprensión y la identificación de los pictogramas se recomienda utilizar una proporción cuadrada —1:1—, conservando una altura mínima de 8 mm. por su ancho proporcional de al menos 8 mm., sin considerar el espacio destinado a los textos. Se debe evitar el uso de pictogramas muy detallados o decorados; se deben utilizar líneas claras, definidas y de grosores considerables. Se sugiere colocar un texto explicativo sobre su significado, que deberá colocarse en la parte inferior, no deberá rebasar el ancho del símbolo y no podrá extenderse más allá de dos líneas.

Ilustración de referencia.

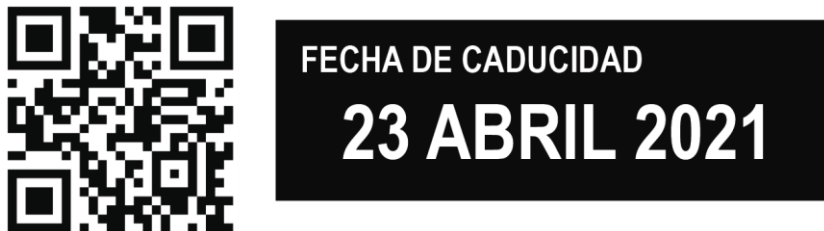


Nota: Figura 35. Elaboración propia.

Aplicación de Información y Advertencias. Lineamiento EIA1

Para la presentación de advertencias e información en el etiquetado lo más recomendable es evitar información innecesaria. Se debe resaltar la fecha de vencimiento directamente en la impresión de la etiqueta, utilizando una placa negra con letras blancas, que incluya el texto “Fecha de Caducidad”, “Cad.”, o “Consumo preferente”; además se debe diferenciar claramente la fecha de vencimiento con el lote de fabricación. Deberán incluirse instrucciones de uso y de prácticas medioambientales, que pueden reforzarse con pictogramas. En cuanto a los símbolos de identificación de materiales, deberán incluirse en todos los componentes del envase: cuerpo, tapa, etiqueta y accesorios. Finalmente, se sugiere incorporar un Código QR que remita a información complementaria, la cual, puede ser presentada de manera accesible en formatos electrónicos multimedia.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 36. Elaboración propia.

Lineamientos Complementarios para la Usabilidad en el Diseño de Envases

Formatos de Consumo. Lineamiento CFC1

Con base en las respuestas de los participantes, los formatos de consumo más adecuados y utilizados por el adulto mayor, en presentaciones individuales son las bebidas de 600 ml. y 1 L.; y en presentaciones familiares son las bebidas de 2 L., el agua en envase desechable de 4 L. y el agua en garrafón retornable de 5 L. Estas consideraciones se fundamentan en las declaraciones de los participantes en relación a su capacidad de carga para la transportación, al peso adecuado para su manipulación y en la cantidad de producto requerida.

Ilustración de referencia.

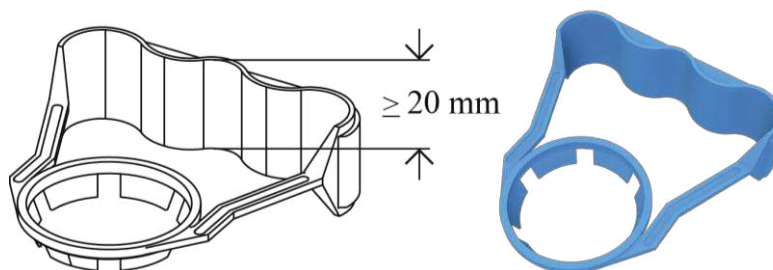


Nota: Figura 37. Imagen tomada de <https://www.freepik.com/vectors/water>

Elementos para el Agarre. Lineamiento CEA1

Con la finalidad de reducir el esfuerzo generado durante la transportación y la manipulación, además, de mejorar el control durante la dosificación a recipiente, en envases familiares, se recomienda incorporar, en la orientación longitudinal del envase, elementos de agarre que vayan al menos del centro del envase hasta la línea de llenado; como asas, mangos y empuñaduras. Para estos elementos se recomienda evitar bordes con rebaba o que sean muy delgados, la superficie que descansa en la palma de la mano deberá tener al menos 20 mm. de ancho y todas sus aristas deberán estar redondeadas. Estos elementos deberán ser incorporados en el diseño de todas las presentaciones a partir de 2 L.

Ilustración de referencia.

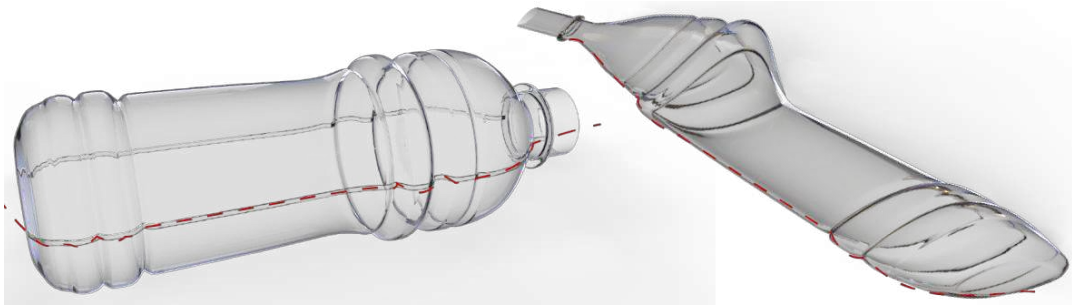


Nota: Figura 38. Elaboración propia.

Compactación para el Desecho. Lineamiento CCD1

Con base en la prueba de usabilidad y las declaraciones de los participantes, se identificó que la manera más eficiente para compactar los envases es a lo largo de su sección longitudinal; por lo que se recomienda, incorporar en el diseño del cuerpo del envase, una línea de doblez a manera de bajo relieve, que reduzca el esfuerzo e indique intuitivamente la dirección de compresión.

Ilustración de referencia.

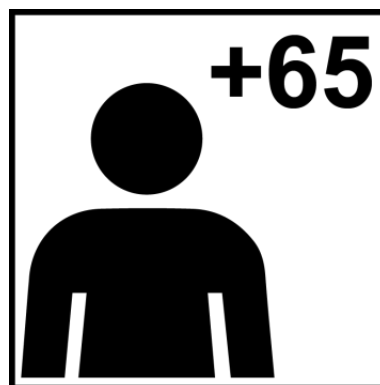


Nota: Figura 39. Elaboración propia.

Pictograma de Uso Adecuado para el Adulto Mayor. Lineamiento PAMI

Cuando un producto haya sido evaluado satisfactoriamente y se garantice un buen desempeño de usabilidad del envase, y además, que las declaraciones nutrimentales sean las apropiadas; se sugiere incluir el siguiente pictograma, propuesto por el Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEAPAT). Este deberá estar ubicado en la sección derecha del etiquetado. Su significado hará referencia a que el producto, es seguro y adecuado para el adulto mayor. Con base a las declaraciones de los participantes, en muchas ocasiones la adquisición de los productos la realiza otra persona, de esta manera se puede advertir al comprador que el producto es conveniente para el usuario final.

Ilustración de referencia.



Nota: Figura 40. Fuente: https://ceapat.imserso.es/ceapat_01/servicios/sg_pm/index.htm

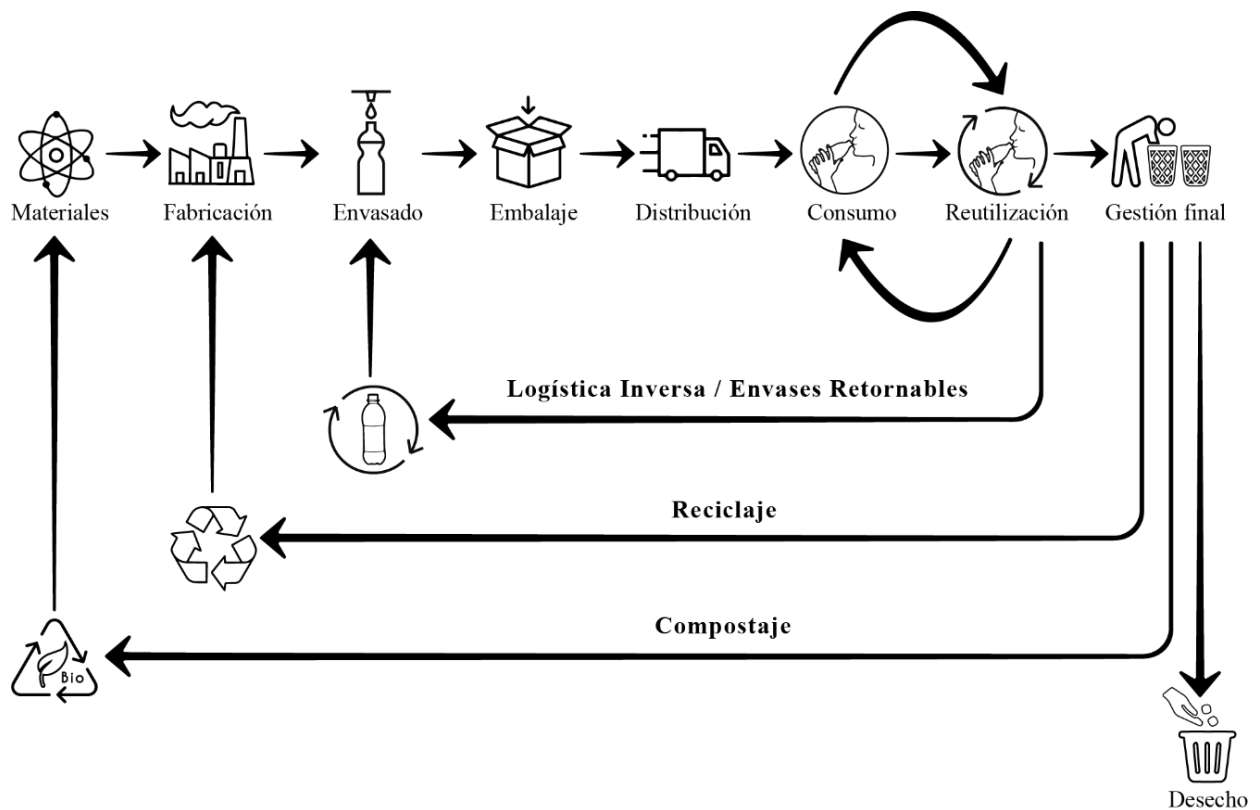
4.6. Integración de Atributos de Diseño para la Usabilidad en el Ecodiseño

El diseño tiene la posibilidad de condicionar el comportamiento humano cuando se genera una valoración positiva en la experiencia de uso. El diseñador como mediador entre objeto, usuario y medioambiente, tiene la capacidad de definir el enfoque, y los alcances de los atributos y los parámetros de diseño que ha configurado.

La principal aportación de la usabilidad, para la conservación ambiental, se identificó en el emplazamiento del ciclo de vida del envase. Esta extensión de su vida útil se manifiesta principalmente en la reutilización y la gestión adecuada de los residuos. La integración de la reutilización, mediante la recarga del envase con el mismo fin, por parte del usuario, añade un ciclo más a la vida útil del envase. Así mismo, este nuevo ciclo puede repetirse indefinidamente hasta que la capacidad estructural y funcional del envase lo permita.

Figura 41

Integración de la reutilización en el ciclo de vida del envase orientado a la economía circular.



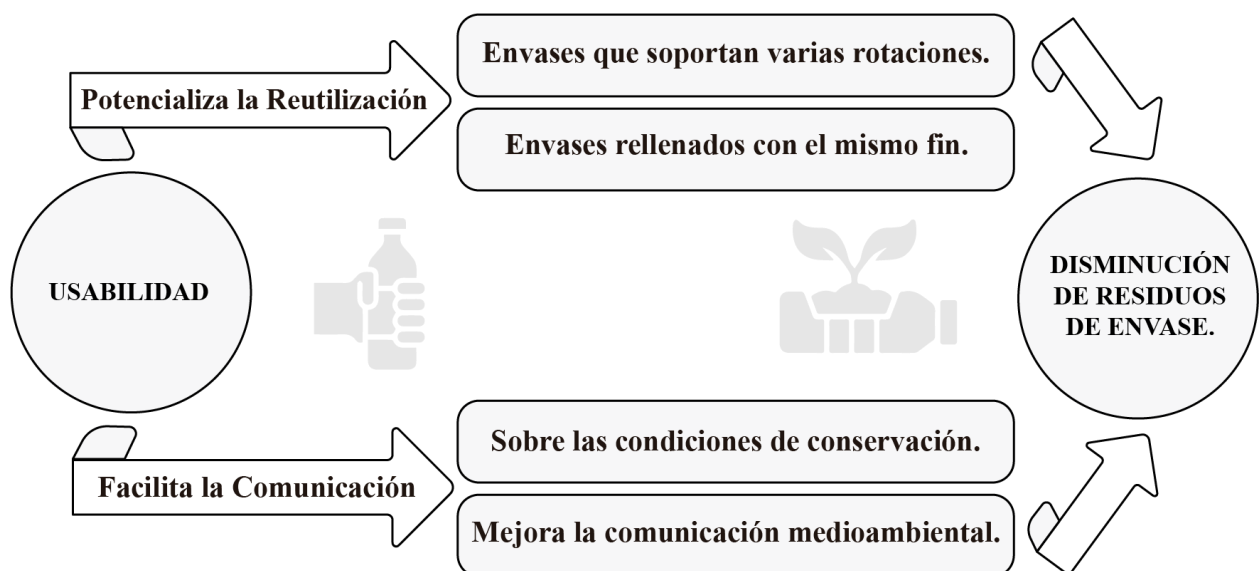
Nota. Elaboración propia, basada en Ecoembes (2017, p. 9).

La participación de la usabilidad en el ecodiseño se orienta hacia la disminución de los residuos de envase. La primera línea estratégica se conduce hacia la reutilización, mediante el diseño de envases que soporten varias rotaciones de recarga industrial y envases que puedan ser rellenados por el usuario con la misma finalidad. A partir de estas consideraciones se deben diseñar envases que se puedan limpiar de manera efectiva —por el usuario y por el envasador—, además de, emplear materiales y sus grosores de pared adecuados, que soporten usos repetitivos. Bajo esta lógica, también se pueden sustituir las etiquetas de adhesivo, por la impresión directa al envase; contribuyendo con la desmaterialización y la recolección selectiva de sus residuos.

La segunda línea estratégica procura facilitar la comunicación con el consumidor. Se intenta transmitir información, de manera comprensible y accesible, sobre las condiciones de conservación y almacenaje de los productos, además, de las prácticas medioambientales adecuadas. A partir de estas consideraciones, se maximiza el aprovechamiento y se reducen las pérdidas de producto, se aumenta la cantidad y calidad del material de envase reciclado, y se facilita la colaboración para la recolección, separación y clasificación selectiva de residuos.

Figura 42

Integración de atributos de usabilidad en el ecodiseño de envases.



Nota. Elaboración propia.

Durante todo el proceso de investigación, se procuró dar la misma importancia tanto al aspecto social-inclusivo, como al medioambiental. A partir de este enfoque sistémico, cuando la valoración sobre la usabilidad es positiva, se logran identificar los siguientes puntos de convergencia,

- Se potencializa la reutilización del consumidor, mediante la recarga o usos alternativos.
- Se potencializa la participación en la logística inversa —envases retornables—.
- Se maximiza el aprovechamiento del producto y se reducen pérdidas.
- Se potencializa la sustitución de embalajes de un solo uso por diseños reutilizables.
- La estandarización de formatos óptimos, reduce la sobre disponibilidad de productos monodosis.
- Al reducir la oferta de formatos inadecuados, se disminuye la fabricación de moldes y procesos especializados.
- La legibilidad adecuada en la información y los pictogramas facilita la comprensión de prácticas proambientales.
- Se reduce la posibilidad de desperdicio de alimentos por comunicar efectivamente las condiciones de conservación.
- Se facilita la separación y clasificación adecuada de materiales para su reciclaje.

5. Conclusiones

La investigación realizada presenta una propuesta para el diseño de envases sustentables dirigidos al adulto mayor, en la cual, se estudió la usabilidad y sus puntos de convergencia tanto con las prácticas proambientales, como con las estrategias de ecodiseño de envases.

La mayoría de los participantes reportaron problemas asociados al uso de envases, principalmente durante el proceso de apertura y legibilidad del etiquetado y por lo tanto la importancia de establecer pautas para el diseño dirigido al adulto mayor. Si la tendencia mundial de envejecimiento acelerado continua, los consumidores demandaran con insistencia que los productos —no solo de envases— cuenten con certificaciones que garanticen su seguridad y facilidad de uso.

En función de la hipótesis planteada, se demuestra que todas las variables tienen una fuerte relación con las prácticas ambientales, la ventaja que la incorporación de atributos para la usabilidad permite, es la función del diseño como un mediador y un facilitador de las prácticas ambientales, las cuales son susceptibles de incorporarse en las estrategias de ecodiseño de envases.

Sobre el diseño para el adulto mayor

La población mayor en la Ciudad de México, a pesar de los esfuerzos legislativos de inclusión, es un sector vulnerable e invisible, en particular para el diseño de productos de fabricación masiva. En un sentido prospectivo, se requiere el desarrollo de productos y alternativas para este sector demográfico en crecimiento.

Las condiciones sanitarias por COVID-19 ha modificado los hábitos, maneras y formatos de consumo, impactando directamente la dependencia del adulto mayor, por lo que se deben empezar a formular investigaciones emergentes.

Sobre el diseño de envases:

Se requiere que desarrolladores de nuevos productos y servicios hagan evaluaciones bajo los principios del diseño universal, antes de su lanzamiento al mercado.

La información sobre prácticas proambientales que logre comunicar efectivamente un producto, a través de su etiquetado, puede concientizar al consumidor sobre sus hábitos de consumo.

La integración de atributos para la usabilidad, influye en las experiencias, emociones y creencias de los usuarios, impactando directamente en el emplazamiento del ciclo de vida de los productos y en la revalorización de sus materiales de fabricación.

Limitaciones de la investigación

El trabajo de campo de esta investigación se desarrolló bajo el contexto de la pandemia por la COVID19. Las principales dificultades se derivaron del confinamiento y las restricciones del distanciamiento social.

En un principio la investigación está planeada para trabajar con una muestra representativa de 143 usuarios bajo un enfoque cuantitativo, sin embargo, la estrategia de recolección de datos tuvo que ser modificada hacia una investigación cualitativa de carácter exploratorio. Cabe mencionar que, a pesar de la muestra tan limitada, se consideró prudente no realizar las entrevistas y las pruebas hasta que los participantes fueran vacunados; lo cual retrasó el levantamiento de datos. La naturaleza de las pruebas de uso en envases, descartó de manera inmediata, la posibilidad de llevar a cabo entrevistas virtuales.

Sumado a lo anterior, hay que tomar en cuenta que el adulto mayor vive constantemente bajo condiciones de vulnerabilidad. Durante la etapa del levantamiento de los datos se tuvieron que cancelar tres entrevistas programadas, una de ellas por enfermedad, otra por hospitalización debido a una caída y una más por fallecimiento.

Finalmente se puede mencionar que otra dificultad, que no se había considerado previamente, es la de la disponibilidad de los recursos para la compra de los envases muestra. Cada prueba requirió de la compra de un set de siete envases muestra, con un costo promedio de \$125 pesos mexicanos. Si esta investigación requiriera ser ampliada a una muestra representativa de 143 participantes, se debe considerar al menos un presupuesto de \$18,000 pesos mexicanos.

5.1. Líneas de Investigación futuras

A continuación, se presentan algunos ejes temáticos, que son el producto de la reflexión de aspectos que en la investigación no pudieron ser desarrollados con la extensión adecuada por su complejidad teórica pero que, además, resultan pertinentes para esta investigación en diseño, y que además son relevantes para el área de sustentabilidad ambiental:

- El comportamiento proambiental del adulto mayor.
- Estudios sobre la integración de la reutilización en el análisis del ciclo de vida de los envases.
- Propuesta de etiquetado inteligente en los envases alimenticios para el consumo responsable, la accesibilidad y la gestión adecuada de los desechos.
- Diseño de envases para las personas con algún tipo de discapacidad.

Referencias

- Aguayo, F., Soltero, V., Peralta, M., y Lama, J. (2013). *Ecodiseño. Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)*. Madrid: Alfaomega.
- Albelda, J., y Sgaramella, C. (2015). Arte, empatía y sostenibilidad. Capacidad empática y conciencia ambiental en las prácticas contemporáneas de arte ecológico. *Ecozon@: European journal of literature, culture and the environment*. 6(2):10-25. <http://hdl.handle.net/10251/65586>
- Albrecht, E., Schunck, C., Frâncio F., Seligman, L., da Silva M., Estivalet, P., Wachs, P. y de Paula, S. (2006). El nivell de satisfacci3n de los usuarios de envases de conserva (vidrio), en cuanto a la apertura de las mismas. *Actas de Dise1o 1*. 1(1):181, agosto 2006. Buenos Aires: Universidad de Palermo. https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/13_libro.pdf
- Alfie, M. (2005). *Democracia y desaf1o medioambiental en M3xico: riesgos, retos y opciones en la nueva era de la globalizaci3n*. Barcelona: Pomares; UAM-Azcapotzalco.
- Ardila, R. (2003). Calidad de vida: una definici3n integradora. *Revista Latinoamericana de Psicolog1a*, 35(2), 161-164. Bogot3: Fundaci3n Universitaria Konrad Lorenz.
- 3vila, R., Prado, L. & Gonz3lez, E. (2007). *Dimensiones antropom3tricas de la poblaci3n latinoamericana*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. <https://www.researchgate.net/publication/31722433>
- Asociaci3n Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales [ANTAD] (2019). *Indicantad*. <https://antad.net/indicadores/indicantad/>
- Berman, A. (2004). Reducing Medication Errors Through Naming, Labeling, and Packaging. *Journal of Medical Systems*, (28), 9–29. <https://doi.org/10.1023/B:JOMS.0000021518.60670.10>
- Bertalanffy, L. (1986). *Teor1a general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. M3xico: Fondo de Cultura Econ3mica.

- Caltenco, H., Hedvall, P., Larsson, A., Rasmus-Grön, K., & Rydeman, B. (2014). *“Universal Design 2014. Three Days of Creativity and Diversity: Proceedings”*. Lund: IOS Press.
<http://ebooks.iospress.nl/volume/universal-design-2014-three-days-of-creativity-and-diversity>
- Cámara de Diputados (13 de abril de 2017). *En México, 90 millones de botellas de plástico de refrescos y agua son lanzados a la vía pública, ríos y mares*. Boletín N°.3469.
<http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/Comunicacion/Boletines/2017/Abril/13/3469-En-Mexico-90-millones-de-botellas-de-plastico-de-refrescos-y-agua-son-lanzados-a-la-via-publica-rios-y-mares>
- Chávez, N. (2005). *El diseño invisible. Siete lecciones sobre la intervención culta en el hábitat humano*. Buenos Aires: Paidós.
- Cantú-Martínez, P. (2015). Calidad de vida y sustentabilidad: una nueva ciudadanía. *Ambiente y Desarrollo*, 19(37), 09-21. DOI: 10.11144/Javeriana.ayd19-37.cvsn
- Capra, F. (1994). *Sabiduría insólita. Conversaciones con personajes notables*. Barcelona: Kairós.
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.
- Capra, F. (2000). *El tao de física*. Málaga: Sirio.
- Castillo, S., Alma, Y., Suárez, G., John, H., & Mosquera, T., (2017). Naturaleza y sociedad: relaciones y tendencias desde un enfoque eurocéntrico. *Luna Azul*, (44), 348-371. <https://dx.doi.org/10.17151/luaz.2017.44.21>
- Cervera, A. (1998). *Envase y Embalaje*. Madrid: Esic.

- Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas [CEAPAT] (2021). *Símbolo Gráfico de Personas Mayores*.
https://ceapat.imserso.es/ceapat_01/servicios/sg_pm/index.htm
- Chávez, N. (2005). *El diseño invisible. Siete lecciones sobre la intervención culta en el hábitat humano*, Buenos Aires: Paidós.
- Checkland, P. (1993). *Pensamiento de sistemas, prácticas de sistemas*. México: Limusa - Grupo Noriega.
- Comisión de las Comunidades Europeas [CCE] (1994), *Quinto Programa de la Unión Europea en Materia de Medio Ambiente. Directiva 94/62/CE. Relativa a los envases y residuos de envases*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Bruselas, Bélgica. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0062&from=ES>
- Consejo Nacional de Población [CONAPO] (2019). *Colección. Proyecciones de la población de México y las entidades federativas 2016-2050*. Ciudad de México: CONAPO.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487395/09_CMX.pdf
- Dispack (28 de junio de 2020). *Reciclar Plásticos* [Tabla en un blog].
<http://www.dispack.com.bo/blog/104-reciclar-plasticos>
- Ecoembes (2017). Guía de ecodiseño de envases y embalajes. España: Ecoembes-Ihobe.
https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_publicaciones_empresas/10-guia-ecodiseno-envases-2018.pdf
- Enciso, A. (29 de septiembre de 2019). Basura de plástico, la que más crece en México; contaminará por siglos. La Jornada.
<https://www.jornada.com.mx/2019/09/29/politica/002n1pol>
- Ellen MacArthur Foundation [EMF] (2019). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*. www.ellenmacarthurfoundation.org/publications
- García, B. (2008). *Ecodiseño. Nueva herramienta para la sustentabilidad*. México: Designio.

- García, B. (28-30 de octubre de 2009). MX Design Conference 2009 Impacto Social del Diseño [Modelos de sustentabilidad y su relación en la disciplina del diseño]. Tercer congreso Internacional de Diseño. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana. www.dis.uia.mx/conference/2009
- García, R. (2006). Los sistemas complejos. Barcelona: Gedisa.
- Galley, M., Elton, E. y Haines, V. (2005). “*Packaging: a box of delights or a can of worms? The Contribution of Ergonomics to the Usability, Safety and Semantics of Packaging*”. Reino Unido: Loughborough University. <https://hdl.handle.net/2134/3105>
- González, F. (2013). *Ecoeficiencia. Propuesta de diseño para el mejoramiento ambiental*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Greenpeace. (2015). *Un millón de acciones contra el plástico*. Madrid: Greenpeace. <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/TOOLKIT-PLASTICOS-v3.pdf>
- Gudynas, E. y Evia, G. (1991). La Praxis por la Vida - Introducción a las metodologías de la Ecología Social. Montevideo: CIPFE - CLAES – NORDAN
- Hertzum, M. (2010). Images of usability. *Journal of Human-Computer Interaction*, 26(6), 567-600. <https://doi.org/10.1080/10447311003781300>
- Idelfonso, E. (1993). *Marketing estratégico para la tercera edad. Principios para atender a un segmento creciente*. España: Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing.
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W., Wilson, J. & Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55:4, 377-395. DOI: 10.1080/00140139.2012.661087
- Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55:4, 377- 395, DOI: 10.1080/00140139.2012.661087

- Karwowski, W., Soares, M. y Stanton, N. (2011). *Human factors and ergonomics in consumer product design: uses and applications*. CRC Press. Florida. University of Central Florida. <https://epdf.pub/queue/human-factors-interaction-theories-in-consumer-product-design-handbook-of-human-.html>
- Kuhn, T. (1971). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lavalle, Y. (2019). *Diseño y ergonomía para la tercera edad: aplicación al diseño de calzado*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de México] Ciudad de México: UNAM. https://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_col-posg/55_Ergonomia.pdf
- López, R., López-Hernández, C., Salvador E., & Ancona I. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4578/457845044002>
- Lovelock, J. (2007). *La venganza de la Tierra. Por qué la Tierra está rebelándose y cómo podemos todavía salvar a la humanidad*. Barcelona: Planeta.
- Lund: IOS Press. <http://ebooks.iospress.nl/volume/universal-design-2014-three-days-of-creativity-and-diversity>
- Ma, X. y Dong H. (2016) *Packaging Openability: A Study Involving Chinese Elders*. In: Langdon P., Lazar J., Heylighen A., Dong H. (eds) *Designing Around People*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29498-8_11
- Manzini, E. (2015). *Cuando todos diseñan. Una introducción al diseño para la innovación social*. Madrid: Experimenta Theoria.
- Morin, E., Ciurana, R., y Motta, D. (2003). *Educación en la era planetaria. El pensamiento complejo como un método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. España: UNESCO.
- Morin, E. (1999). *Introducción al pensamiento complejo*. España: Gedisa.

- National Geographic España [NGE]. (2020). *Tipos de plástico según su facilidad de reciclaje*.
https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/tipos-plastico-segun-su-facilidad-reciclaje_12714/1
- Ohashi, S. y Oviedo, G. (2009). *Envases alimenticios para la tercera edad. Aspectos centrales para un diseño inclusivo*. Buenos Aires:Universidad de Buenos Aires.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2015). *Informe mundial sobre la discapacidad*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2003). *Declaración Política y Plan de Acción Internacional de Madrid sobre el Envejecimiento 2002*. New York: ONU.
<https://www.un.org/esa/socdev/documents/ageing/MIPAA/political-declaration-sp.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2016). *Producción y consumo responsables: ¿Por qué son importantes?* https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/12_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2019), Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019, Nueva York, 2019. Pp.7-10. https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (17 de junio, 2019). *Creciendo a un ritmo menor, se espera que la población mundial alcanzará 9.700 millones en 2050 y un máximo de casi 11.000 millones alrededor de 2100*. Informe de la ONU. [Comunicado de prensa].
https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2020), *Objetivos de Desarrollo Sostenible. 17 objetivos para transformar nuestro mundo*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es>.

- Padilla, G. (2005), Calidad de vida: panorámica de investigaciones clínicas. *Revista Colombiana de Psicología*. (14), 80-88. <https://www.redalyc.org/pdf/804/80401408.pdf>
- Papanek, V. (1997). *Diseñar para el mundo real. Ecología humana y cambio social*. Barcelona: Pollen.
- Parayil, G. (2002). "Conceptualizing Technological Change: Theoretical and Empirical Explorations". Maryland: Rowman & Littlefield Publishing Group.
- Poveda, R. (2003). *DATUS: ¿Cómo obtener productos con alta usabilidad? Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia. <https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO7077/datus.pdf>
- Press, M., y Cooper, R. (2009). *El diseño como experiencia: el papel del diseño y los diseñadores en el siglo XXI*, Barcelona: Gustavo Gili.
- Rodríguez, G. (2011). *Notas de ergonomía en relación con el diseño*. Ciudad de México: Encuadre.
- Rodríguez, J. (2015a). *Manual de Ingeniería y Diseño en Envase y Embalaje. Para la industria de los alimentos, farmacéutica, química y de cosméticos*. Ciudad de México: Instituto Mexicano de Profesionales del Envase y Embalaje.
- Rodríguez, J. (2015b). *Manual de Fórmulas y Tablas de Envase y Embalaje*. Ciudad de México: Instituto Mexicano de Profesionales del Envase y Embalaje.
- Santillán, M. (27 de julio de 2018). Una vida de plástico. *Ciencia UNAM-DGDC*. <http://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>
- Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/index.html>

- Sevilla, G., y Herrán, C. (2015). Diseño de envases para usuarios de la tercera edad. *Iconofacto*, 11(16), 56-85. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6302040.pdf>
- Soler, Y. (2017). Teorías sobre los sistemas complejos. *Administración y Desarrollo* 47(2), 52-69. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6403420.pdf>
- Steenis, N., Lans, I., Herpen, E., & Trijp, H. (2018). “Effects of sustainable design strategies on consumer preferences for redesigned packaging”. *Journal of Cleaner Production*, 205 (2018), 854-865. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.137>
- Thatcher, A. (2013). Green ergonomics: definition and scope. *Ergonomics*, 56:3, 389-398. DOI:10.1080/00140139.2012.718371
- Thatcher, A., Garcia, G. y Lange, K. (2013). Design principles for green ergonomics. *Contemporary Ergonomics and Human Factors* 2013, 1, 319-326. DOI:10.1201/b13826-69
- The Center for Universal Design (CUD). (1997). “*The Principles of Universal Design*”. Version 2.0. Raleigh: North Carolina State University. https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciples.htm
- Vector (29 de marzo de 2019). Representa la industria del plástico más del 3% del PIB Nacional, *Revista digital Vector*, consultado el 2 de agosto de 2021. <http://www.revistavector.com.mx/2019/03/29/representa-la-industria-del-plastico-mas-del-3-del-pib-nacional/>
- Yoxall, A. y Janson, R. (2008). Fact or friction: A model for understanding the openability of wide mouth closures. *Packaging Technology and Science*, 9 (137 -147). <https://doi.org/10.1002/pts.785>

Anexos

Anexo 1

Guía de entrevista para usuario final

Guía de Entrevista para Usuario Final

Fecha y lugar de aplicación:

Entrevista no. :

Introducción

Presentación. Explicación del objetivo de la entrevista y la prueba. Informar que la sesión será grabada en audio y video.

- 1 ¿Cuál es su nombre?
 - 2 ¿Cuántos años tiene?
 - 3 ¿Cuál es su último nivel de escolaridad?
 - 4 ¿A qué se dedica?
 - 5 ¿Cómo describiría un día normal?
 - 6 ¿Padece de alguna discapacidad, enfermedad crónica o malestar físico recurrente?
 - 7 ¿Cuáles son las actividades que le cuesta más trabajo realizar?
 - 8 ¿Hay alguien que lo apoye para realizar sus labores en el hogar?
 - 9 ¿Utiliza algún objeto/ayuda técnica que le facilite sus labores diarias?
-

Patrones de Consumo

- 10 ¿Quién se encarga de comprar sus bebidas embotelladas? ¿Alguien le ayuda?
 - 11 ¿En dónde compra regularmente este tipo de productos (Envases para Bebidas)?
 - 12 ¿Podría describir como realiza sus compras un día normal?
 - 13 ¿Qué es lo más importante al comprar este tipo de productos? ¿Precio, tamaño, marca, calidad, diseño de envase, funcionalidad del envase, que sea ecológico? *Ordenar jerárquicamente (ayuda con fichas). **
 - 14 ¿Cuáles son los productos y presentaciones que más compra? ¿Por qué?
 - 15 ¿El tipo de envase influye en su decisión de compra?
 - 16 ¿Qué es lo más importante de un envase?
 - 17 ¿Consume bebidas embotelladas con envases retornables? ¿Por qué? ¿Qué dificultades ha tenido con este tipo de productos? *Ayuda con imágenes de ejemplos. **
 - 18 ¿Cuáles son las dificultades más recurrentes desde que realiza sus compras hasta llegar a su casa? (*transporte, reparto, traslado de mercancía*) *Ayuda con imágenes de ejemplos. **
 - 19 Ante la pandemia por COVID19 ¿De qué manera han cambiado sus hábitos de compra y consumo de bebidas embotelladas?
-

Manipulación

- 20 ¿Ha dejado de consumir productos en envases grandes o pesados porque no pueda manipularlos? ¿Cuáles y por qué?
 - 21 ¿Cuáles son las formas que se ajustan mejor a su mano? ¿Por qué? *Ayuda de muestras físicas (cilíndricas, cuadradas, bordes redondeados, anatómicas, flexibles)*
 - 22 ¿Identifica algún envase con algún tipo de textura que le haya facilitado el agarre?
 - 23 ¿Tiene alguna preferencia por algún tipo de envase que le permita manipularlo fácilmente y de manera segura?
-

Legibilidad

- 24 En relación a texto, imágenes y símbolos ¿Qué es lo primero que usted observa en un

-
- envase? Marca, nombre del producto, contenido neto, fecha de caducidad, información nutricional, legales, ecoetiquetado, nuevo etiquetado, imágenes de sugerencia de uso, lugar de elaboración, advertencias. *Ordenar jerárquicamente (ayuda con fichas).* *
- 25 ¿De qué manera verifica de la fecha de caducidad de un producto?
- 26 ¿Ha tenido alguna dificultad para leer/comprender la información de las etiquetas de algún producto?
- 27 ¿Reconoce el significado de los símbolos en las etiquetas? *Ayuda con imágenes de ejemplos.*
- 28 ¿Reconoce el significado de los símbolos de bajo/alto relieve en los envases? *Ayuda con imágenes de ejemplos.* *
-

Apertura

-
- 29 ¿Qué tipo de tapas le facilitan la apertura? *Ordenar jerárquicamente. Muestras de tapas.*
- 30 ¿Qué tipo de envases le cuesta más trabajo abrir?
- 31 ¿Ha experimentado algún dolor/malestar como consecuencia del esfuerzo por abrir algún envase?
- 32 ¿Utiliza algún tipo de objeto para abrirlos? (*cuchillo, tijeras, telas*)
- 33 ¿Ha tenido algún accidente al intentar abrir un envase?
- 34 ¿Ha tenido que solicitar ayuda a alguien más para abrir un envase?
-

Dosificación

-
- 35 ¿Ha experimentado problemas al intentar beber directamente de algún envase? ¿De qué manera? ¿Con que tipo de envases?
- 36 Con envases de gran capacidad. ¿De qué manera dispone del contenido? ¿Lo vacía directamente a un vaso, a una jarra o utiliza algún despachador? ¿Qué problemas identifica con este tipo de envases?
-

Cierre de Producto No Terminado

-
- 37 ¿Qué hace cuando no termina de consumir el producto? Lo cierra, lo vacía en otro recipiente, lo deja abierto.
- 38 ¿Qué dificultades ha experimentado al intentar cerrar el envase?
- 39 ¿Utiliza algún artefacto para volver a cerrar algún envase? (*pinzas, alambres, bolsas, ligas*)
-

Rutina de Almacenamiento

-
- 40 ¿En dónde almacena este tipo de productos?
- 41 ¿De qué manera organiza este tipo de productos?
- 42 ¿Ha tenido alguna dificultad en el envase cuando va a guardar el producto?
-

Disposición Final

-
- 43 Una vez que se termina el contenido del producto ¿Qué hace regularmente con el envase?
- 44 ¿Reutiliza algún tipo de envase? ¿Con que finalidad?
- 45 ¿Cómo desecha los envases? (*los separa por material, los compacta, etc. ...*)
- 46 ¿Qué dificultades ha experimentado al desechar los envases?
- 47 ¿Qué dificultades ha experimentado al utilizar envases retornables?
-

Actitudes Proambientales

-
- 48 ¿Considera que la calidad medioambiental está fuertemente ligada a su salud y calidad de vida?
- 49 ¿Considera que el problema de los residuos plásticos es uno de los principales problemas a resolver?
- 50 ¿De quién cree que dependa resolver esta problemática? ¿La tecnología, los políticos, los individuos o las empresas?
- 51 ¿Considera que el reciclaje de envases contribuye a reducir la contaminación?
-

- 52 ¿Considera que separar los residuos contribuye a reducir la contaminación? ¿Lleva a cabo esta práctica?
- 53 Si un envase retornable fuera ideal para usted. ¿Dejaría de consumir envases desechables?
- 54 ¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por adquirir productos con envases amigables con el medioambiente?

Recomendaciones del Usuario para el Diseño

- 58 ¿Ha utilizado algún envase que le haya facilitado la vida? ¿Qué características tiene?
- 59 ¿Cómo sería su envase ideal? ¿Qué características tendría?
- 60 ¿Qué recomendaciones le daría a los diseñadores y fabricantes de envases para generar un producto que se adapte a sus necesidades?
-

Cierre de la entrevista

Se comunica el fin del estudio. Se agradece la participación. Se le recuerda los objetivos del estudio y se le reitera que sus datos personales y de interés será resguardados.

Nota. Elaboración propia.

Anexo 2

Guía de la prueba de usabilidad para usuario final

Prueba de Usabilidad

Fecha y lugar de aplicación:

Prueba No.

Muestras de envases

Id.	Producto
ME1	Agua Bonafont 600 ml.
ME2	Agua Bonafont 1 L.
ME3	Agua Bonafont 2L.
ME4	Agua Bonafont 4 L.
ME5	Bebida Carbonatada Coca Cola 600 ml.
ME6	Bebida Carbonatada Coca Cola 2.5 L.
ME7	Bebida Alto Contenido de Azucars Del Valle Manzana de 1 L.

Manipulación

Posición de Agarre

- 1 *Objetivo:* Registrar y el tipo de agarre del cuerpo del envase
Datos que se obtienen: Registro fotográfico de vista superior y vista frontal
Procedimiento: Se pide al usuario que agarre el producto de la manera más cómoda.
Materiales: Fondo reticulado con escala.
Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7
-

Tamaño de Envase

- 2 *Objetivo:* Identificar cuáles son las dimensiones óptimas para su manipulación.
Datos que se obtienen: Las dimensiones óptimas para su manipulación.
Procedimiento: Se pide al usuario que tome la posición más cómoda para agarrar producto. Jerarquizar la valoración de las muestras.
Materiales: Fondo reticulado con escala.
Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7
-

Diámetro de Envase

Objetivo: Identificar cual es el diámetro que permite un acomodo adecuado de la palma

de la mano.

Datos que se obtienen: Porcentaje de agarre en la circunferencia del cuerpo del envase.

Procedimiento: Se pide al usuario que tome la posición más cómoda para agarrar producto. Jerarquizar la valoración de las muestras.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME1/ ME2/ ME3/ ME4/ ME5/ ME6/ME7

Peso del Producto

Objetivo: Identificar cual es el peso que adecuado para el usuario.

4 *Datos que se obtienen:* El rango que peso más adecuado y cómodo para el usuario.

Procedimiento: Se pide al usuario que tome cargue producto y lo lleve a la altura de su rostro. Jerarquizar la valoración de las muestras.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME/ME2/ME3/ME4/ME/ME6/ME7

Forma de Envase

5 *Objetivo:* Identificar qué tipo de forma reduce la presión en la palma de las manos y permite una mejor manipulación.

Datos que se obtienen: Identificar la relación entre el cuerpo del envase en función de su manipulación.

Procedimiento: Se pide al usuario que tome la posición más cómoda para abrir el producto. Jerarquizar la valoración de las muestras.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7

Superficie de Envase

6 *Objetivo:* Identificar qué tipo textura/relieve mejora la actividad y de qué manera lo logra.

Datos que se obtienen: Que tipos de formas y relieves facilitan la manipulación

Procedimiento: Se pide al usuario que tome cargue producto y lo lleve a la altura de su rostro. Jerarquizar la valoración de las muestras.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7

Legibilidad

Posición y Distancia de Lectura

7 *Objetivo:* Registrar la posición y distancia más cómoda del usuario para lectura de información

Datos que se obtienen: Registro fotográfico de vista superior y vista frontal

Procedimiento: Se pide al usuario que tome el producto para leer la información, de la manera más cómoda.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME2/ME5/ME7

Identificación de Contenidos Gráficos

8 *Objetivo:* Identificar qué tipo de contenidos gráficos tienen mayor facilidad de localización.

Datos que se obtienen: ubicación espacial de la información gráfica que permitan una mayor legibilidad para el usuario.

Procedimiento: Se le pide al usuario que identifique y señale la ubicación de los siguientes contenidos: marca, tipo de producto, contenido neto, país de origen,

advertencias, nuevo etiquetado, símbolos de reciclaje. Jerarquizar la valoración de las muestras. Se registra el tiempo que dura cada actividad.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME2/ME5/ME7

Lectura de Información

9 *Objetivo:* Identificar qué tipo de contenidos gráficos tienen mayor legibilidad.

Datos que se obtienen: tamaño de letra, forma de letra, contraste de colores y símbolos que permitan una mayor legibilidad para el usuario.

Procedimiento: Se le pide al usuario que lea en voz alta la información de: marca, tipo de producto, contenido neto, país de origen, advertencias, nuevo etiquetado, símbolos de reciclaje. Jerarquizar la valoración de las muestras. Se registra el tiempo que dura cada actividad.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME2/ME5/ME7

Remoción de Tapa

Posición de Apertura

10 *Objetivo:* Registrar y el tipo de agarre del cuerpo y la tapa del envase.

Datos que se obtienen: Registro fotográfico de vista superior y vista frontal

Procedimiento: Se pide al usuario que tome la posición más cómoda para abrir el producto. Jerarquizar la valoración de las muestras.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7

Diámetro de Tapa

11 *Objetivo:* Identificar cual es el diámetro que permite un acomodo adecuado de la palma de la mano y los dedos.

Datos que se obtienen: Porcentaje de agarre en la circunferencia de las tapas.

Procedimiento: Se pide al usuario que tome la posición más cómoda para abrir el producto. Jerarquizar la valoración de las muestras.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7

Forma de la Tapa

12 *Objetivo:* Identificar cual forma o relieves permiten un agarre adecuado para la apertura.

Datos que se obtienen: Analizar la relación entre la forma y relieves de la tapa que faciliten la actividad.

Procedimiento: Se pide al usuario que tome la posición más cómoda para abrir el producto. Jerarquizar la valoración de las muestras.

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7

Apertura de Producto

13 *Objetivo:* Identificar qué tipo de tapa / rosca requieren mayor esfuerzo para su apertura.

Analizar la relación entre la tapa y el cuerpo del envase en función de su facilidad de apertura.

Datos que se obtienen: Se determina la fuerza requerida de cada tapa para lograr su apertura. Se identifica si el usuario requiere de objetos o herramientas para lograr la actividad. Se identifican riesgos de la actividad.

Procedimiento: Se pide al usuario que abra el producto como lo hace regularmente.

Jerarquizar la valoración de las muestras. Jerarquizar la valoración de las muestras. Se registra el tiempo que dura cada actividad. Cada muestra se analiza con una prueba de laboratorio para medir la fuerza de torque (IMPEE).

Materiales: Fondo reticulado con escala.

Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7

Dosificación

Dosificación Directa

- 14 *Objetivo:* Registrar como el usuario consume el producto directamente del envase.
Datos que se obtienen: Identificar posibles complicaciones durante la actividad.
Procedimiento: Se pide al usuario que consuma el producto directamente del envase. Jerarquizar la valoración de las muestras.
Materiales: Fondo reticulado con escala.
Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7
-

Dosificación a Otro Recipiente

- 15 *Objetivo:* Registrar como el usuario dosifica el producto en algún recipiente.
Datos que se obtienen: Identificar posibles complicaciones durante la actividad.
Procedimiento: Se pide al usuario que consuma vierta el producto en algún recipiente. Jerarquizar la valoración de las muestras.
Materiales: Fondo reticulado con escala.
Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7
-

Cierre de Tapa

Posición de Cierre

- 16 *Objetivo:* Registrar y el tipo de agarre del cuerpo y la tapa del envase.
Datos que se obtienen: Registro fotográfico de vista superior y vista frontal
Procedimiento: Se pide al usuario que tome la posición más cómoda para cerrar el producto. Jerarquizar la valoración de las muestras.
Materiales: Fondo reticulado con escala.
Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7
-

Cierre del Envase

- 17 *Objetivo:* Identificar dificultades para cerrar el producto y sus consecuencias de un mal cierre (fugas y degradación).
Datos que se obtienen: Se analiza cómo influyen el cuerpo y la tapa con los movimientos y fuerza del usuario.
Procedimiento: Se pide al usuario que cierre cada muestra como regularmente lo hace. Se jerarquiza la valoración de acuerdo a su facilidad. Se registra el tiempo de cada actividad.
Materiales: Fondo reticulado con escala.
Muestras de envase: ME1/ME2/ME3/ME4/ME5/ME6/ME7
-

Almacenamiento

Almacenamiento del Producto No Terminado

- 18 *Objetivo:* Registrar la rutina de almacenamiento.
Datos que se obtienen: Lugar y patrones de almacenamiento. Identificación de dificultades.
Procedimiento: Se le pide al usuario que almacene el producto como regularmente lo hace cuando no termino el contenido.
Muestras de envase: ME3/ME4
-

Disposición Final

Desecho del Envase

- 19 *Objetivo:* Registrar de qué manera el usuario desecha el envase.
Datos que se obtienen: Identificar su rutina de desecho. Compactación / Reutilización / Desecho.
Procedimiento: Se le pide al usuario que deseché el envase como lo hace regularmente.
Muestra de envase vacíos: ME1
-

Cierre de la Prueba

Se comunica el fin de la prueba. Se agradece la participación. Se le recuerda los objetivos del estudio y se le reitera que sus datos personales y de interés serán resguardados.

Nota. Elaboración propia.

Anexo 3

Guía de entrevista para experto de la industria del envase.

Guía de Entrevista para Experto en Envase

Aplicable a profesionales y dueños de empresas que manufacturen envases. Áreas de ingeniería, diseño y capacitación.

INTRODUCCIÓN

Objetivo: Indagar sobre aspectos personales del usuario, conocer un poco de su historia de vida. Presentar los objetivos y alcances de la investigación.

- 1 ¿Cuál es su nombre?
 - 2 ¿Cuántos años tiene?
 - 3 ¿Cuál es su último nivel de escolaridad?
 - 4 ¿Cuál es su cargo en la empresa?
 - 5 ¿Cuáles son sus principales responsabilidades?
 - 6 ¿Cuáles son sus principales actividades?
 - 7 ¿Cuáles considera que han sido sus mayores logros en su desarrollo profesional?
-

PROCESOS DE FABRICACIÓN

Objetivo: Identificar las limitantes para el diseño en relación a la capacidad productiva e infraestructura.

- 8 ¿Cuáles considera que son los principales problemas en la fabricación de envases plásticos?
 - 9 ¿Cómo inciden las normativas en el proceso de fabricación de envases plásticos y en la selección de la materia prima?
 - 10 ¿Cómo incide la infraestructura (máquinas y procesos instalados) en las pautas para el diseño de envases plásticos?
 - 11 ¿Cuál es el procedimiento para desarrollar un nuevo modelo de envase?
 - 12 Para poner en marcha la producción de un nuevo modelo de envase ¿Qué es más importante, la viabilidad técnica-operativa o los requerimientos de diseño?
-

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO Y NORMATIVIDAD

Objetivo: Indagar sobre el proceso de diseño para el desarrollo de envases.

- 13 ¿Cuáles son los criterios para el diseño de envases?
- 14 ¿Podría describir el proceso de diseño?
- 15 ¿De qué manera obtienen las especificaciones técnicas para el diseño de envases? ¿Las generan internamente? ¿Consultan bibliografía especializada?
- 16 ¿Cuáles son los criterios para el diseño del etiquetado?

(colores, composición, tipos y tamaños de letra)

17 ¿Cómo inciden las normativas en el proceso de diseño?

ENVASES PARA EL ADULTO MAYOR

Objetivo: Indagar sobre la influencia del usuario en el diseño de envases.

- 18 ¿Quién determina las pautas generales para el diseño de nuevos productos? ¿El dueño?
¿Alguna comisión o área especializada? ¿Realizan estudios de mercado? ¿A solicitud de algún cliente o cadenas de distribución?
- 19 ¿Diseñan para un usuario final? ¿Cómo lo determinan?
- 20 ¿Diseñan para la población mexicana?
- 21 ¿Hacen alguna prueba de usabilidad antes de que el producto salga al mercado?
- 22 ¿Se tiene en consideración que el producto pueda ser utilizado por alguna persona de la tercera? ¿Cómo influyen estas consideraciones para el diseño?
- 23 ¿Identifica posibles riesgos para el consumidor cuando interactúan con los envases?
-

TENDENCIAS Y CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Objetivo: Identificar las limitantes y oportunidades para el diseño de envases de bebidas embotelladas.

- 24 En su opinión ¿cree que exista una oportunidad de negocio dirigida a los adultos mayores?
- 25 ¿Qué tipo de estrategias se están llevando a cabo para reducir el impacto ambiental por plásticos?
- 26 ¿Cómo ha influido la nueva prohibición de plásticos de un solo uso a nivel industria del envase y consumidor?
- 27 En su opinión ¿Cuáles son las nuevas tendencias en el desarrollo de envases plásticos para bebidas embotelladas?
-

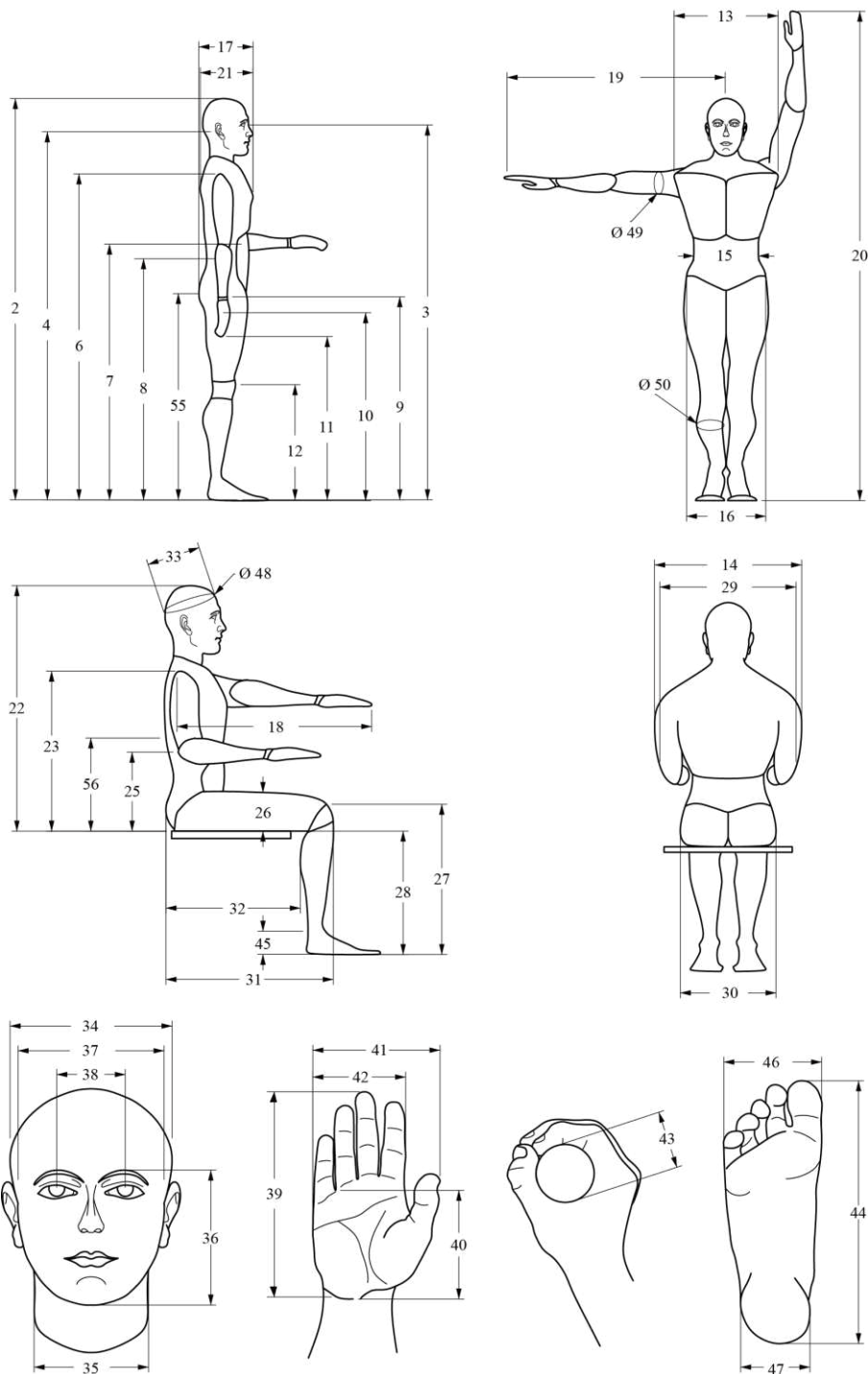
CIERRE DE LA ENTREVISTA

Se comunica el fin de la entrevista. Se agradece la participación. Se le recuerda los objetivos del estudio y se le reitera que sus datos personales y de interés serán resguardados.

Nota. Elaboración propia.

Anexo 4

Antropometría de la población mexicana adulta mayor.



Nota. Estos esquemas muestran los datos antropométricos de la población adulta mayor en Guadalajara. Elaboración propia. Basado en *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.* De Ávila, R., Prado, L. & González, E. (2007).

Anexo 5*Tabla antropométrica de la población mexicana adulta mayor.*

Dimensiones (mm)	Sexo femenino			Sexo masculino		
	Percentil			Percentil		
	5	50	95	5	50	95
1.- Peso (kg)	44.1	63.7	86.6	46.2	68	95.2
2.- Estatura	1398	1500	1615	1519	1635	1746
3.- Altura ojos	1288	1388	1498	1405	1508	1623
4.- Altura oído	1275	1370	1480	1395	1500	1605
6.-Altura de hombro	1138	1230	1333	1238	1340	1455
7.- Altura de codo	879	975	1035	952	1031	1130
8.- Altura de codo flexionado	849	926	1007	923	1000	1091
9.-Altura de muñeca	677	741	812	739	801	872
10.- Altura de nudillo	596	668	737	652	716	790
11.- Altura del dedo medio	501	575	638	552	610	675
12.-Altura de rodilla	368	412	458	406	458	506
13.-Diámetro máximo bideltoideo	375	431	496	406	452	503
14.-Anchura máxima de cuerpo	428	495	569	439	506	586
15.-Diámetro transversal tórax	254	306	362	269	314	366
16.-Diámetro bitrocantérico	305	353	407	309	348	401
17.- Profundidad máxima de cuerpo	294	321	386	226	292	369
18.-Alcance de brazo frontal	508	571	634	549	620	687
19.-Alcance de brazo lateral	499	556	614	541	612	675
20.-Alcance máximo vertical	1675	1820	1958	1816	1896	2143
21.-Profundidad de tórax	237	291	344	221	268	317
22.-Altura normal sentado	714	778	849	774	846	911
23.-Altura hombro sentado	465	519	577	507	567	626
25.-Altura codo sentado	163	211	260	159	198	240
26.-Altura máxima muslo	107	132	159	175	225	277
27.-Altura rodilla sentado	402	466	541	115	141	167
28.-Altura poplíteo	325	363	396	460	512	562
29.-Anchura codos	415	195	586	372	402	343
30.-Anchura cadera sentado	318	380	456	436	510	584
31.-Longitud nalga-rodilla	507	553	602	330	367	446
32.-Longitud nalga-poplíteo	420	465	506	525	574	628
33.-Diámetro anteroposterior cabeza	173	187	200	430	472	520
34.-Anchura de cabeza	142	151	162	114	154	167
35.-Anchura de cuello	94	110	124	99	114	128
36.-Altura de cara	111	126	141	122	132	146
37.-Anchura de cara	118	131	144	123	136	153
38.-Diámetro interpupilar	54	61	68	56	64	72
39.-Longitud de mano	157	170	184	165	184	200
40.-Longitud de palma de la mano	89	97	106	95	104	114
41.-Anchura de mano	84	95	107	94	104	116
42.-Anchura de palma de la mano	71	77	84	79	86	94
43.-Diámetro de empuñadura	36	43	49	38	44	51

44.-Longitud de pie	216	232	249	228	258	280
45.-Altura de tobillo	56	72	85	68	82	98
46.-Anchura de pie	83	93	104	88	100	111
47.-Anchura de talón	56	65	76	60	68	79
48.-Perímetro cabeza	517	545	572	178	191	207
49.- Perímetro de brazo	226	281	352	223	272	324
50.-Perímetro de pantorrilla	286	334	391	298	342	397
55.-Altura de cadera	824	898	983	884	974	1062
56.-Altura lumbar	158	189	222	514	554	604

Nota. Esta tabla muestra los percentiles antropométricos de la población adulta mayor en Guadalajara. Tomado de Ávila, R., Prado, L. & González, E. (2007). Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Anexo 6

Oferta de productos líquidos envasados en anaquel.



Anaqueles Agua Embotellada

Muestras:

1001, 1002, 1003, 1004

Anaqueles Bebidas Carbonatadas

Muestras:

1005, 1006

Anaqueles Bebidas Alto Contenido de Azúcares

Muestras:

1007

Nota. Estas fotografías de elaboración propia muestran los recorridos por los supermercados de mayor participación en la Ciudad de México, esto se realizó para identificar las bebidas de mayor oferta y demanda con el objetivo delimitar los envases muestra utilizados en la prueba de usabilidad.

Anexo 7

Envases muestra seleccionados para la prueba de usabilidad.



Nota. Imágenes tomadas de <https://www.walmart.com.mx/>

Anexo 8

Evidencia fotográfica de las entrevistas a usuarios finales y al experto de la industria.



Nota. Elaboración propia.

Anexo 9

Evidencia fotográfica de las pruebas de usabilidad a usuarios finales.

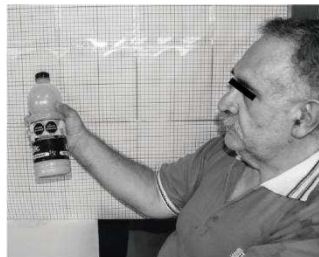
Prueba de
Remoción
de tapa



Prueba de
Percepción
Visual



Prueba de
Manipulación



Prueba de
Dosificación
Directa



Prueba de
Dosificación
a Recipiente



Prueba de
Compactación
de Envase



Nota. Elaboración propia.