

PROYECTO DE GRADUACION

Trabajo Final de Grado

Packaging Sustentable

Envases más livianos al alcance de todos

Franco Gabriel Mercado

Cuerpo B del PG

14 de Septiembre, 2015

Diseño Industrial

Creación y expresión

Diseño y producción de objetos, espacios e imágenes

Índice

Introducción	3
Capítulo 1. Industria del packaging	10
1.1 Producción de botellas de PET	10
1.2 Logística y transporte del producto	10
1.3 Diferencias entre envasado y empaquetado	16
1.4 Manufactura	18
1.5 Comercialización	19
1.6 Envases sustentables	21
1.7 Diseño ecológico de envases	24
Capítulo 2. Contaminación de la producción de botellas PET	26
2.1 Medio Ambiente	26
2.2 Eco – Friendly	30
2.3 Los bioplásticos	33
2.4 Materiales Sustentables	34
2.5 Tendencia al uso de envases plásticos reciclables	36
Capítulo 3. Packaging	42
3.1 Orígenes del término y funciones del packaging	42
3.2 El vidrio como material para envases	44
3.3 Historia de las botellas	44
3.4 Comienzos del plástico	45
3.5 Orígenes del PET	50
3.6 Proceso de elaboración de las botellas	54
Capítulo 4. Impacto económico-social de la reducción del uso de PET	59
4.1 Reducción de la fuente	60
4.2 La reducción de la fuente en el caso del PET	62
4.3 Indicadores adicionales	65
4.4 Tendencia a la sustentabilidad	67
4.5 Legislación para la sustentabilidad	73
Capítulo 5. Desarrollo de un pack sustentable	76
5.1 Influencia del Diseño Industrial	77
5.2 Etapa de diseño	78
5.3 Características del envase propuesto	81
5.4 Validación virtual	84
5.5 Análisis de elementos finitos	86
Conclusiones	89
Lista de referencias bibliográficas	91
Bibliografía	95

Introducción

Actualmente los envases son los responsables de comunicar el producto que contienen, ya que es el primer contacto que este tiene con el consumidor, de manera tal que resulte atractivo o intrigante, con el fin de poder vender el producto. El envase, a lo largo de su historia, fue variando no sólo por los materiales que comenzaron a utilizarse para su fabricación, sino por la importancia que poco a poco alcanzó.

En sus inicios fue considerado simplemente como un contenedor o protector, pasando luego a ocupar un lugar asociado mucho más a la presentación del producto ya que es lo primero que se observa, y a partir de ahí comunica las cualidades y los beneficios que se obtienen al consumirlo. (Mathon, 2012, p3)

El tema de los envases resulta tan importante para el producto, que llegó a considerársele como un vendedor silencioso, refiriéndose a que su aspecto exterior puede ser tan llamativo que influye de tal manera en los consumidores, que no necesariamente se hace atractivo a través de una campaña publicitaria, sino por lo que comunica al ser observado.

La categoría a la cual pertenece este proyecto de graduación, corresponde a la de creación y expresión, dentro de la misma se aboca a la línea temática de diseño y producción de objetos, espacios e imágenes.

El título de este proyecto de graduación originalmente era *Packaging libre de contaminación, reducción del plástico en el proceso de fabricación de botellas*, por motivos de referenciar y centrar aún más el objetivo de este proyecto, se decidió modificar a *Packaging sustentable, envases más livianos al alcance de todos*. El objetivo general a desarrollar, será el diseño de una botella de 500ml para la región de Argentina, la cual será elaborada mediante el proceso de fabricación por inyección soplado, utilizando para tal fin como material, tereftalato de polietileno (PET), plástico utilizado comúnmente para la fabricación de botellas de consumo masivo. El diseño tendrá como desafío la utilización de un porcentaje menor de material PET, con el propósito de lograr dos objetivos específicos, en primer lugar un envase que favorezca al medio ambiente, ya que al utilizar un porcentaje menor de material para fabricar la botella, se produce una reducción en la cantidad de fabricación de este material,

por lo tanto se reduce la contaminación ambiental que se produce en el momento su fabricación. Esta mejora permitirá, una mejor compactación del envase al ser desechado, ya que al tener menor cantidad de plástico, el espesor de las paredes de la botella es más fino, por lo tanto permite una mejor flexibilidad del envase al momento de su compresión, permitiendo más espacio para colocar más residuos. En segundo lugar lograr un diseño de bajo costo, al cual puedan recurrir las empresas Argentinas que se encuentran económicamente impedidas para contratar diseñadores especializados, ya que hoy en día, contratar diseño es un lujo que no todas las empresas se pueden dar. Este proyecto, no pretende competir con los envases existentes de las marcas líderes de esta región, tales como Coca Cola, Pepsi, entre otras. Sino que lo que plantea es un envase genérico sustentable y customizable, que ha pasado por los estudios necesarios para ser colocado en el mercado. Por lo tanto mediante este proyecto, aquellas empresas que tengan dificultades económicas al momento de contratar diseño, tendrán la oportunidad de poder adquirir un envase que les permita ser sustentables a un menor costo, manteniendo la identidad de su producto.

Al respecto se buscaron referencias en trabajos presentados por estudiantes de esta misma facultad. Como por ejemplo el proyecto del alumno, Mana, M (2012). *La identidad de los productos, El envase*. Proyecto de graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. El autor de este proyecto intenta explicar cómo la identidad de un envase es de suma importancia para el reconocimiento de un producto, para tal fin se adentra en la explicación de las diferentes características que posee un envase y como cada parte es tratada con suma importancia, así como también se aclara que esta identidad siempre irá de la mano con el producto que contenga el envase en su interior. Hoy en día, el concepto de sustentabilidad está muy ligado al mundo del packaging, por eso el presente proyecto de graduación no solo hace hincapié en lo necesario que es para las empresas tener una identidad en sus productos, sino que también lo importante que es comunicar sustentabilidad. Otros proyectos que fueron utilizados de sustento son; Esquioga, E (2011).

Packaging, Dos caras muy opuestas. Proyecto de graduación Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo; Gómez Naar, M (2011). *Packaging funcional, Rediseño de un nuevo envase para un producto existente.* Proyecto de graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo; Masciangioli, P (2011). *Packaging y diseño sustentable, una propuesta basada en el eco-diseño.* Proyecto de graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo; Rodríguez Palacios, A (2013). *Diseño ecológico, Desarrollo de mobiliario en cartón corrugado con el propósito de reducir el impacto ambiental.* Proyecto de graduación Facultad de diseño y comunicación Buenos Aires Universidad de Palermo; Calvo Lefranc, D (2013). *Impacto ambiental, el enemigo del presente, El diseño ecológico genera conciencia.* Proyecto de graduación. Facultad de diseño y comunicación Buenos Aires. Universidad de Palermo; Britos, A (2013). *Una Argentina más limpia, Ecodiseño, educación y reciclado, pilares para una menor producción de residuos.* Proyecto de graduación. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo; López Blanco, A (2011). *El diseño como objeto de consumo, la relación entre el consumo, la publicidad y el diseño.* Proyecto Profesional. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo; Turci, F (2013). *La ignorancia planificada, el greenwashing como medio para aumentar los márgenes de ganancias.* Proyecto profesional. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo; Blacio Game, P (2012). *Packaging, diseño o contaminación.* Creación y expresión. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo.

Los efectos que el ciclo de vida de un producto causan sobre el medio ambiente son una preocupación desde hace muchísimo tiempo tanto en el mundo de la industria, como en el mundo del consumo. Es por esta razón, que se procedió a la búsqueda de antecedentes que funcionen como indicadores del panorama actual respecto de la problemática abordada.

Los trabajos de investigación citados anteriormente toman como punto de partida problemáticas similares a las planteadas en el siguiente proyecto de graduación. Fueron

seleccionados trabajos de alumnos de esta misma universidad, como por ejemplo, el trabajo de Graduación perteneciente a Blacio Game, Paola Tamara, de la carrera de Diseño Industrial quien centró su preocupación en la incidencia del packaging en la situación del planeta. A través de la lectura de esos trabajos, no sólo podrá establecerse hasta dónde llegan las investigaciones realizadas con anterioridad al trabajo planteado, sino que también surgirán nuevas problemáticas que necesitarán ser atendidas, como por ejemplo el impacto económico que causa en una empresa, el tener que disponer de personal idóneo que pueda ocuparse de buscar diferentes soluciones para que, en este caso, los envases utilizados para los productos que necesitan ser envasados en botellas elaboradas con PET, pasen por un proceso menos contaminante.

Entre los múltiples materiales que se utilizan para la fabricación de envases: el vidrio y el plástico, ocupan un lugar privilegiado en la elaboración de botellas. En lo que a vidrio se refiere, puede afirmarse que es un material que presenta varias ventajas como desventajas en el impacto ambiental.

Es reciclable, sin límite de reúsos, puede ser retornable, cumple con las propiedades de impermeabilidad y hermeticidad y ofrece las mejores propiedades de barrera (...) no altera el sabor y el aroma de su contenido; pero también presenta desventajas tales como: Es costoso, ocupa espacio y es pesado aún vacío. Pesa más que otro material. Es frágil. Puede romperse en el llenado (...) Es peligroso. Quebrado puede generar daños (Mathon, 2012, p9)

El crecimiento de la población y los avances tecnológicos dieron lugar a la creación de un material que podría compensar las desventajas del vidrio, pero que con el tiempo, comenzó a contaminar la vida en el planeta: El plástico, que se obtiene por la combinación de un polímero o de varios, con aditivos y cargas, con el fin de obtener un material con unas propiedades determinadas.

En cuanto a los polímeros, son materiales que se obtienen del petróleo, a través de reacciones de síntesis, y esta es la característica que hace que la naturaleza no pueda por si misma hacerlos desaparecer y que permanezcan en los vertederos por largos períodos.

En su fabricación se utilizan sustancias altamente perjudiciales para la salud del ser humano, a pesar de no ser tan contaminante como la fabricación del PVC.

Muchas son las mejoras que han podido lograrse con los avances de las nuevas tecnologías, las cuales orientan sus objetivos a la búsqueda de una mejor calidad de vida y a la conservación del planeta. Esas mejoras apuntan a lograr que la fabricación del PET sea cada vez menos contaminante.

El Polietileno Tereftalato (PET) es un Poliéster Termoplástico y se produce a partir de dos compuestos principalmente: Ácido Terftálico y Etilenglicol, aunque también puede obtenerse utilizando Dimetiltereftalato en lugar de Ácido Tereftálico. Este material tiene una baja velocidad de cristalización y puede encontrarse en estado amorfo-transparente o cristalino. (Quiminet, 2013)

Actualmente los productos que se consumen, vienen contenidos en envases que reflejan las necesidades que los consumidores fueron manifestando con el correr del tiempo: son de fácil apertura, llevan una exhausta descripción que es fiel a su contenido, sirven como protección de la mercadería, tienen en general buena calidad y responden a un precio razonable, sin embargo aún no se ha logrado disminuir lo suficiente la incidencia que estos envases tienen en la contaminación del medio ambiente.

La realidad es que la búsqueda de alternativas para el cuidado de la salud mundial, debe venir de la mano con la urgente necesidad que las empresas presentan para aumentar el número de sus producciones y en consecuencia sus ventas.

Intentar abaratar los costos de la contratación de profesionales que realicen estudios previos para asegurar el éxito y el buen funcionamiento del empaque, sería una opción, pero también cabe la posibilidad de tener que enfrentarse con algunas consecuencias tales como, dificultades durante y post fabricación. Uno de los problemas más comunes en la logística de estos procesos, son las botellas que llegan deformadas a la góndola de exhibición. Esto se debe a que el envase no soporta el peso mínimo requerido para ser apilado y transportado sobre un pallet. El estudio que se realiza para poder anticiparse a este problema, es un ensayo de *top load*, carga vertical, proceso que consiste en una

simulación de compresión vertical sobre el envase, compresión similar a la que sufren los envases cuando están apilados en el pallet, de esta manera se comprueba la resistencia física de los empaques, con el objetivo de verificar que no se produzcan deformaciones en la botella y que lleguen sanos a la góndola de exhibición; otra posibilidad, es que el envase resulte flácido, debido a una mala distribución de espesores y por ende, esto haga fracasar su éxito, puesto que sería rechazado por el consumidor, por tener a una mala experiencia al momento de la apertura del envase, o al momento de tener que verter el contenido, ya que no brindara un agarre firme por no tener estructura. Otro de los problemas existentes, es la falta de estabilidad del envase, el hecho de que de esto no sea previamente estudiado, trae complicaciones, tanto previamente al consumo, como post consumo. La falta de un Angulo de estabilidad, ocasiona que durante el proceso de llenado de las botellas, se tenga que frenar la línea de llenado debido a que una botella se cayó, por falta de un Angulo de estabilidad correcto. Con respecto al post consumo, el envase puede nunca quedar estable donde uno lo guarde, ocasionando una mala experiencia de consumo.

Enmarcado en la categoría de Diseño y producción de objetos, espacios e imágenes, este proyecto de graduación pretende crear un nuevo envase sustentable. Se ha organizado en cinco capítulos. El capítulo uno, propone un acercamiento al Diseño Industrial, específicamente al diseño de *packaging*, haciendo un recorrido que abarca desde los comienzos del *packaging*, las modificaciones en las técnicas de diseño que fueron ajustándose a las necesidades tanto de los fabricantes como de los consumidores, pero además, se analizan los cambios en la selección de los materiales para su manufactura, hasta alcanzar el momento en que, debido a los avances tecnológicos, entra en escena el PET, principalmente en el rubro de las bebidas. El capítulo dos, trata de definir de qué manera incide en el medio ambiente la fabricación de los envases de PET, pero en principio, expone las diferencias entre las catástrofes naturales y los problemas ambientales de origen humano. Encuadra en estos últimos la problemática de los efectos que causa tanto la fabricación de PET como su utilización, e informa sobre cómo el mercado del *packaging* se

va ajustando a esta realidad, ofreciendo ciertas posibilidades que perjudiquen cada vez menos el medio ambiente. El capítulo tres, está dedicado al proceso industrialización del packaging, los materiales que, con el correr del tiempo fueron utilizándose y las diferencias entre los plásticos utilizados a principio de siglo, y los materiales tales como el PET, que comenzaron a circular a mitad del siglo XX. Finalmente se hace hincapié en la industrialización y comercialización de envases fabricados con PET, realizando un análisis y diferenciación entre los mecanismos utilizados por las grandes y por las pequeñas empresas. El capítulo cuatro, se enfoca en cómo estas problemáticas y modificaciones afectan e impactan, tanto en el usuario como en las empresas; dado que la búsqueda del envase óptimo que dañe lo menos posible el medio ambiente, muchas veces trae como consecuencia un desmejoramiento en la calidad y esto provoca rechazo por parte de los consumidores. el quinto y último capítulo, desarrolla la solución hallada para subsanar las problemáticas encontradas, tal como fueron mencionadas anteriormente, a la vez que contiene las conclusiones finales.

Mediante el análisis de los diferentes puntos planteados dentro de los capítulos, es como se llegara a la propuesta para la solución a la problemática planteada.

Capítulo 1. Industria del packaging

En el siguiente capítulo se desarrollará todo lo relacionado con la producción y manufactura de las botellas mediante la utilización de PET. Asimismo se profundizará acerca de los requisitos que dichas botellas deberán reunir para que puedan resistir ser transportadas, en otras palabras, que contengan un índice de tolerancia hacia los inconvenientes que puedan sufrir durante la manipulación, el traslado y el almacenamiento, ya que si no se guardan ciertos requisitos podrían no resistir ni el acopio, ni todo el proceso siguiente hasta llegar al lugar en donde va a ser comercializada.

1.1 Producción de botellas de PET

En primer lugar, cabe aclarar la diferencia entre ambos términos, manufactura por un lado y producción por el otro, ya que si se recurre al diccionario Merriam- Webster, el término producción puede referirse a una obra literaria o artística o a un trabajo que se presenta al público, como en el caso de la producción de una obra teatral, pero, en el caso del otro término, manufactura, el mismo diccionario lo define como el proceso por el cual se convierte a la materia prima en un producto apto para su uso, por ejemplo en el caso del PET, cuando la materia prima necesaria para su manufactura, es manipulada por la mano del hombre o por maquinaria, pero para que este producto se considere fabricado, tiene que ser producido de acuerdo a un plan organizado y con división de trabajo.

En particular, este trabajo se refiere específicamente al uso del PET como materia prima para la elaboración de botellas. El PET se fabrica a partir de dos materias primas derivadas del petróleo: etileno y paraxileno. Los derivados de estos compuestos, respectivamente, etilen glicol y el ácido tereftálico que se elabora a partir del paraxileno, son puestos a reaccionar a temperatura y presiones elevadas para obtener la resina PET en estado amorfo. La resina se cristaliza y polimeriza para incrementar su peso molecular y su viscosidad. El resultado es la resina que se usa para fabricar envases. Esta se presenta en forma de pequeños cilindros o chips, los cuales, secos, se funden e inyectan a presión en

máquinas de cavidades múltiples (16", 32", 64", etc.); de las que se producen las preformas, que son recipientes aún no soplados y que sólo presentan la boca del envase en forma definitiva. Las preformas son sometidas a un proceso de calentamiento preciso y gradual, posteriormente se colocan dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo, el cual sopla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se forma el envase deseado. (Paot, 2014)

Gracias a este proceso, las moléculas se acomodan en forma de red; esta disposición da al material propiedades de alta resistencia mecánica y baja permeabilidad a gases y vapores. Son estas características las que lo han convertido en un material ideal para dirección de proyectos de agua, suelo y residuos, el empaque y embalaje de algunos. Mientras que la reacción de esterificación tiene lugar, con la eliminación del agua como subproducto, la fase de poli condensación que se efectúa en condiciones de alto vacío, libera una molécula de glicol cada vez que la cadena se alarga por unidad repetida. Conforme la cadena va alargándose, existe un aumento en el peso molecular, el cual va acompañado por un aumento en la viscosidad de la masa y otras ventajas asociadas proporcionando así una mayor resistencia mecánica. La calidad final de un polímero sintético depende en gran parte de la calidad de su monómero y dado que no es práctico purificar el monómero de tereftalato, la pureza química de su inmediato precursor es de gran importancia. En este contexto, el etilenglicol no presenta problema, pero el ácido tereftálico, al ser un sólido, limita la elección de la tecnología de purificación, no obstante, una vez resuelto este problema, ya que el ácido tereftálico de gran pureza se convierte en un producto comercial, la necesidad inicial de utilizar dimetiltereftalato puede evitarse, por lo que las fases del proceso quedan simplificadas.

Una vez que la longitud de cadena es suficientemente larga, el PET se extruye a través de un dado de orificios múltiples para obtener un espagueti que se enfría en agua y una vez semisólido es cortado en peletz obteniendo así el granulado que presenta las siguientes

características: es amorfo, por otra parte posee un alto contenido de acetaldehído y además, presenta un bajo peso molecular. (Eis, 2014)

En el manual de eficiencia energética para PyMes dedicado a la Fabricación de productos de Plástico, se describe el proceso de fabricación de un envase de plástico partiendo de los dos métodos existentes de polimerización: las reacciones de condensación y las de adición, llevadas a cabo de modos diferentes. Existe la polimerización en masa, en la cual se polimeriza solo el monómero; la polimerización en disolución, en la cual se forma una emulsión que seguidamente se coagula; la polimerización por interface en donde los monómeros se disuelven en dos líquidos inmiscibles. Para lograr que los polímeros resultantes posean determinadas propiedades se utilizan aditivos químicos. Dependerá el objetivo para el cual se le adicionan esas sustancias: para protegerlo de degradaciones químicas causadas por oxígeno y carbono, se agregarán antioxidantes; para protegerlos de la intemperie, se deberá recurrir a los estabilizadores ultravioleta; para lograr flexibilidad, los plastificantes; se recurrirá a lubricantes para reducir la fricción y a los pigmentos para darles color.

Para poder dar forma al plástico, existen diferentes procesos, la autora Giovannetti (1999), detalla en su manual, los procesos más utilizados en la industria del plástico. Como primera instancia se describe el proceso por extrusión soplado, es uno de los procesos más antiguos e importantes en lo que se refiere a la fabricación de contenedores plásticos. En este tipo de moldeo la primera acción que se realiza es fundir el material termoplástico en una extrusora. El material fundido cae verticalmente en forma de manguera, ubicándose entre las mitades del molde de soplado. El material que sobresalga por debajo del molde es rebanado. Una vez cerrado el molde, la manguera queda atrapada dentro, para que un cabezal de soplado sea introducido y emita aire caliente, generando de esta manera el moldeo por soplado. El aire soplado es equivalente a una presión de 3 a 10 BAR (atmósferas), la presión que genera el aire se encarga de ensanchar a la manguera hasta que su superficie exterior haga contacto con las paredes internas de la cavidad del molde. El molde posee una temperatura

diferente a la del material plástico, por ende su función además de proveer la forma será la de enfriar por medio del contacto, al material plástico. La cantidad de piezas obtenidas en este proceso en determinado tiempo, dependerá de la velocidad en la que el material plástico se termine de solidificar, entre otros factores.

Como segundo proceso se describe el de inyección soplado. En este proceso, se empieza por inyectar una preforma, que posteriormente es colocada en el molde de soplado. Mediante una lanza o válvula que se inserta en el interior de la preforma, el material plástico se estira hasta hacer contacto con la cavidad interna del molde, que como bien se mencionó en el proceso anterior está a una temperatura diferente que la del material. Una de las principales ventajas de este proceso, es la posibilidad de poder controlar el peso y espesor de los productos resultantes, a diferencia del método por extrusión soplado, este proceso no tiene desperdicio de material.

La autora enuncia también que existen otros tipos de procedimientos, que son variantes del moldeo por soplado, entre ellos el moldeo por extrusión en dos etapas. Este proceso consiste en extruir un tubo que se deja enfriar para luego ser cortado en fragmentos con una dimensión longitudinal superior a la de la pieza a realizar. Estos tubos posteriormente son colocados sobre unos espárragos que están fijados a una cadena sin fin. El fin de esta operación, es conseguir un estado temoelástico de los tubos, para poder introducirlos en los moldes de soplado.

Como variante del proceso de inyección soplado, se menciona la inyección y soplado en dos etapas, donde la preforma no se ubica directamente en el molde de soplado, sino que se deja enfriar por completo y se almacenan. Posteriormente, se proceden a precalentar para luego ser colocadas en los moldes de soplado. (Giovannetti, 1999)

Si bien este trabajo se centra en el uso del PET para la fabricación de botella, no es el único uso que puede dársele, sino que en realidad, hasta el momento, se conocen tres destinos para este material que en conjunto forman su línea de productos, entendiéndose como línea

de productos al grupo de los mismos relacionados entre sí que se ofrecen a la venta. Al contrario que la agrupación de productos en la que varios productos se combinan en uno, la creación de líneas de productos implica el ofrecer varios productos relacionados entre sí pero de forma individual. Una línea puede comprender productos de varios tamaños, tipos, colores, cantidades o precios. La línea de productos del PET es la que sigue. En orden de aparición luego de su descubrimiento, en primer lugar fue la aplicación en la industria textil durante la Segunda Guerra Mundial, para reemplazar a fibras naturales como el algodón o el lino. A diferencia de otras fibras sintéticas, al poliéster, nombre común con el que se denomina al PET de grado textil, se le reconocieron desde el primer momento unas excelentes cualidades para el proceso textil, entre las que cabe destacar su alta resistencia a la deformación y su estabilidad dimensional, además de otras propiedades como el fácil cuidado de la prenda tejida (lavado y secado rápidos sin apenas necesidad de planchado). Presenta también algunas limitaciones, tales como su difícil tintura, la formación de pilling (bolitas), la acumulación de electricidad estática y el tacto duro de los tejidos, problemas para los que ya se han desarrollado soluciones eficaces.

Ya sea como filamento continuo o como fibra cortada, el PET encabeza a los polímeros textiles. Se emplea para la producción de fibras de confección, es muy utilizado en mezclas de diversos porcentajes con el algodón y para rellenos de edredones o almohadas, además de manufacturarse con él tejidos industriales de sustentación para cauchos, lonas, bandas transportadoras y otros numerosos artículos. Más adelante, este material se comenzó a comercializar en formato de botella. Esto se llevó a cabo en los EE.UU., produciéndose en Europa a partir de 1974. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo, lo cual conlleva un beneficio añadido para el consumidor final.

Aunque comúnmente se asocia con el embotellado de las bebidas gaseosas, el PET tiene infinidad de usos dentro del sector. Su más reciente y exitosa aplicación ha sido en el envasado de aguas minerales, habiendo copado prácticamente el mercado en detrimento del PVC, también se ha comenzado a utilizar el PET para el envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios como salsas, mermeladas, miel, etcétera. Su próximo reto es el envasado de leche y, sobre todo, de cerveza, mercados donde ya se han emprendido pequeñas pero decididas aproximaciones; por último, también encontramos este material en grado film; utilizándose actualmente para todas las películas fotográficas, de rayos X y de audio.

Las características antes mencionadas: falta de forma, alto contenido de acetaldehído y el bajo peso molecular limitan el uso del PET en la fabricación de botellas, por lo que se hace necesario pasar el granulado por otro proceso conocido como polimerización en fase sólida. Durante este proceso, el granulado se calienta en una atmósfera inerte permitiendo que se mejoren estas tres propiedades simultáneamente, lo cual permite una mayor facilidad y eficiencia del secado y moldeado de la preforma o bien durante la producción y la calidad de la botella misma.

Una vez obtenido el PET, uno de sus destinos será el ser utilizado en la fabricación de botellas. Si se hace un rastreo acerca de las primeras comercializaciones de PET, encontramos que fue realizada, en grado botella, en los EE.UU. Y luego en Europa, a partir del año 1974. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo, lo cual conlleva un beneficio añadido para el consumidor final. Todas las fases que comprenden la industrialización de este material son de suma importancia, pero la etapa de transporte o logística de los envases elaborados con PET, merece una especial atención.

1.2 Logística y transporte del producto

En lo que atañe al transporte, debido a la ligereza de este material, un camión puede transportar un 60% más de contenido y un 80% menos de envase, que en años anteriores cuando los envases se fabricaban con vidrio, generando un ahorro significativo en combustibles y la consiguiente contaminación atmosférica del 10%.

Por otra parte el soplado de los envases suele hacerse como una unidad más en la línea de envasado suponiendo un ahorro energético absoluto ya que evita el transporte de envase vacío. En cuanto a la manipulación del producto envasado en los almacenes de los mayoristas, distribuidores y despacho al público se simplifica enormemente lo que supone igualmente un gran ahorro energético, cabe aclarar que envasado y empaquetado no es lo mismo, por lo cual es útil aclarar ambas definiciones para evitar la confusión, ya que los riesgos que sufre el producto mediante el traslado, tienen que ver con esta etapa de la industrialización.

1.3 Diferencias entre envasado y empaquetado

Se entiende por envasado a la acción de poner en un envase; envase es la acción y efecto de envasar, y envasar es poner en un recipiente o en un envoltorio. La mayoría de las operaciones del envasado comercial se basan en el principio de que la destrucción de bacterias se duplica por cada diez grados Celsius de incremento en la temperatura, cuando se colocan antes dentro de un recipiente cerrado.

Por otro lado, empaquetado es la tecnología utilizada para guardar, proteger y preservar los productos durante su distribución, almacenaje y manipulación, a la vez que sirve como identificación y promoción del producto y de información para su uso. Más de la mitad de los empaquetados se destinan a bebidas y alimentos, pero también son esenciales en el caso de cosméticos, productos del hogar, productos eléctricos, medicinas y un sinnúmero de productos más. El empaquetado debe mantener las condiciones originales de su contenido e identificar éste y su composición con etiquetas y dibujos explicativos, por lo que incluye instrucciones

de uso y advertencias sobre su peligrosidad cuando es preciso. Suele además ser parte de la planificación de un sistema global de distribución; así, el tamaño debe tener un diseño específico para optimizar el espacio en los contenedores. En el caso de los alimentos, normalmente se extrae el aire de los recipientes para evitar que se deterioren y los vuelva no aptos para el consumo.

El embalaje comprende un conjunto de materiales destinados a proteger un producto que debe ser manipulado y transportado. Tanto los embalajes de ayer, tan limitados, como los de hoy, tan sofisticados, tenían y tienen funciones precisas para el consumidor que no han variado pese a ser una parte importante en nuestra vida cotidiana. Entre esas funciones precisas cabe mencionar en primer lugar la función de continente, entendiéndose por esto que el embalaje debe ser, un recipiente con características metrológicas, o sea, que debe indicar la masa o volumen del contenido. En segundo lugar, la función de representación, que está encaminada a llamar la atención ejerciendo un poder seductor ante el consumidor. A esta función suele llamársela también función de marketing. Otra de las funciones que se le atribuye al embalaje, es la de información. Determinada por el etiquetado, indica todo lo que el consumidor debe conocer sobre el producto, sobre todo lo que se va a consumir.

Por otra parte la función de servicio, señala la presentación del embalaje aportando datos para el mejor manejo por parte del consumidor: frasco pulverizador, frasco espolvoreador, caja autocalentable y demás. Cabe destacarse la función de seguridad alimentaria la cual se refiere a una posible contaminación o alteración delictiva.

Por último la función de conservación y protección que implica la información de la calidad del producto alimentario frente a los agentes exteriores que pueden alterar los alimentos, porque el embalaje debe ser inocuo químicamente para proteger su contenido

Ambas etapas, tanto la de envasado como la de embalado, son fundamentales para que la próxima, el traslado, pueda ser realizado exitosamente. En la etapa del transporte, es donde el producto se torna frágil puesto que debe sobrevivir y sanear todas las dificultades que se

presentan hasta llegar con todas las propiedades con que partió de fábrica hasta las manos del consumidor, sin que su calidad sufra ninguna modificación.-

El sistema producto - embalaje, deberá ser capaz de soportar sin sufrir excesivos daños, compresiones, vibraciones, humedad, electricidad estática, calor, frío, cambios de presión, impactos por caídas, inestabilidad, infestación, etc.

1.4 Manufactura

Resaltar que el uso cada vez mayor de envases y embalajes, debido a ciclos de distribución más largos, así como por las demandas de calidad y protección del producto, ha hecho que los residuos derivados de los mismos tras su uso aumenten considerablemente en los últimos años. Todo ello hace que sea cada vez más importante la integración del medio ambiente como factor clave en el diseño de los envases y embalajes, y para eso hasta el momento se han desarrollado numerosas metodologías y técnicas que facilitan esta integración, siendo una de las más novedosas y de éxito contrastado el Eco diseño. A pesar de que muchas empresas consideran el embalaje como un aspecto muy importante a tener en cuenta, existe al mismo tiempo y de forma generalizada la idea de que el sistema de envase y embalaje del producto, es más un gasto innecesario o un problema, antes que un valor añadido al producto, o inversión rentable a corto plazo.

Además de la función principal de protección, el embalaje facilita la transmisión de la imagen de la empresa. Por lo que un buen embalaje que tenga en cuenta factores como la optimización del espacio de carga, la reducción de la cantidad de material de envase y embalaje por producto expedido, materiales fácilmente reciclables etc. (siguiendo las directrices de las directivas y leyes en materia de envase y embalaje y medio ambiente), ergonomía, fácil manejo de la carga, etc. repercutirá muy positivamente en la imagen de calidad que se percibe de la empresa, al tiempo que supondrá importantes ahorros en toda la cadena logística.

A la vista de lo expuesto se comprueba que para el desarrollo de un sistema de envase y embalaje óptimo, es necesaria la consideración de numerosos factores además de una metodología consistente que los relacione y optimice sin detrimento de ninguno de ellos. Para que un proceso arroje los mejores resultados, entonces, deberá ser cuidadosamente planificado. (Itene, 2007)

La planificación, tal como lo afirman, Schermerbern Jr. & Willey, es formalmente definida como un proceso en el cual se fijan objetivos y se toman las decisiones necesarias para llevarlos a cabo. Los objetivos, son los resultados concretos que se desean alcanzar. Se entiende por planificación, a la organización especial de las acciones a seguir, orientadas a la toma de decisiones. Dentro una planificación, está la acción de identificar los objetivos importantes que se quieren lograr y la acción de seleccionar las metodologías adecuadas para poder lograrlos. (Schermerbern Jr. y Willey, 1993)

1.5 Comercialización

Dentro de la planificación de objetivos, se deben tener en cuenta aquellos que apuntan a la comercialización, puesto que ésta permite al productor hacer llegar un bien o un servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar. La comercialización es parte esencial en el funcionamiento de una empresa. Se puede estar produciendo el mejor artículo en su género y al mejor precio, pero si no se cuenta con los medios adecuados para que llegue al cliente en forma eficaz, esa empresa irá a la quiebra. No es la simple transferencia de productos o servicios hasta las manos del cliente; esta actividad debe conferirle al producto los beneficios de tiempo y lugar, es decir, una buena comercialización es la que coloca el producto en un sitio y momento adecuados, para dar al cliente la satisfacción que espera con su compra.

Casi ninguna empresa está capacitada para vender todos sus productos directamente al consumidor final. Para ello existen los intermediarios, que son empresas o negocios propiedad de terceros encargados de transferir el producto de la fábrica al consumidor final,

para darle el beneficio de tiempo y lugar. Hay dos tipos de intermediarios: los comerciantes y los agentes. Los primeros adquieren el título de propietarios de la mercancía, en tanto que los segundos sólo sirven de contacto entre productor y vendedor.

Entre el productor y el consumidor final puede haber varios intermediarios, cada uno con ganancias del 20 a 25% del precio de adquisición del producto, de manera que si hubiese cuatro intermediarios, un producto doblaría su precio desde que sale de la empresa productora hasta que llega al consumidor final. A pesar de saber que este último es el que sostiene todas esas ganancias, ¿por qué se justifica la existencia de tantos intermediarios? Los beneficios que los intermediarios aportan a la sociedad son: el hecho de asignar a los productos el tiempo y el lugar oportuno para que sean consumidos adecuadamente. Por otro lado, los intermediarios, concentran y distribuyen grandes cantidades de diversos productos y los colocan en puntos de venta lejanos. Sumado a esto, recorren grandes distancias y asumen los riesgos de la transportación, acercando el mercado a cualquier tipo de consumidor. Asimismo, al estar en contacto directo tanto con el productor como con el consumidor reconocen los gustos de éste y piden al primero que fabrique con exactitud la cantidad y el tipo de artículo que se va a vender. Entre otras cosas son quienes en realidad sostienen a la empresa al comprar grandes volúmenes, lo que no podría ocurrir si la empresa vendiera al menudeo, es decir, directamente al consumidor. Como consecuencia de esto, disminuye sobre todo los costos de venta de la empresa productora. Por último muchos intermediarios promueven las ventas, otorgando créditos a los consumidores y asumiendo el riesgo de cobro. Éstos pueden solicitar, a su vez, créditos al productor, ya que es más fácil que un intermediario pague sus deudas que todos los consumidores finales paguen al intermediario.

Asumir la distribución de los productos terminados implicaría contar con el transporte pesado y los equipos de carga adecuados para tales fines, lo que representaría una inversión financiera inicial elevada.

1.6 Envases sustentables

Uno de los principales motivos de compra de un producto es el envase. Lo que atrae al público es su forma, sus colores, el tamaño, la facilidad para ser transportado, almacenado, consumido e incluso, en algunos casos la comodidad para ser desechado. Así mismo también se valora la capacidad de conservación del alimento. La sociedad se ha acostumbrado a que los productos que consume habitualmente contengan todos estos rasgos, y ahora, además se les pide que sean respetuosos con el medio ambiente, para poder categorizarlos como sustentables.

Teniendo en cuenta otros aspectos se puede profundizar aún más dentro de la sustentabilidad, reduciendo la materia prima tanto del envase como en el embalaje, por ejemplo: si se reduce la cantidad de material, se disminuye el costo y la cantidad de residuo, al tiempo que se mejoran los procesos de envasado y como consecuencia de ello, se reduce la energía que se usa para su fabricación, transporte y almacenaje, simplificando y unificando los materiales usados para el envase, de forma que su separación para el reciclaje sea más sencilla y su producción sea de menor costo. Al adaptar el diseño del envase a los requerimientos de conservación y comodidad, evitando un excedente en materiales, se reduce así el impacto medioambiental, logrando mejorar las características del material del envase o del plástico a las particularidades del producto. Errores de este tipo pueden suponer daños sobre el alimento o deterioros que conlleven desechar el producto final. Ajustando las dimensiones del envase para un mejor transporte tanto de las unidades del producto como del pack, se logra reducir las pérdidas de espacio en el transporte, las cuales suponen un menor consumo de energía y un menor costo de almacenaje. Los envases adaptados al consumidor tanto en dosificación como cantidades de producto no sobredimensionadas impiden que el producto perezca antes de ser consumido. Esto favorece un uso más responsable, evitando desperdicios del alimento y por último utilizar nuevos materiales más biodegradables o reciclables.

Son muchos los aspectos a tener en cuenta para la optimización de un envase sin perder de vista las demandas y necesidades de los consumidores. En definitiva, es la fusión de lo ecológico, lo económico y lo social. Se entiende como una reducción del impacto ambiental a aquellas acciones destinadas a disminuir los consumos de agua, menores o nulas emisiones de CO₂, menor consumo eléctrico, mayor eficiencia energética, mejor uso de los recursos o materias primas, procesos más eficientes desde la distribución del producto hasta su almacenaje, aprovechamiento del producto, posibilidad de reutilización, disminuir la cantidad de residuos, etc. (Prochile, 2012)

Como ejemplo de envase sustentable, puede tomarse el envase de agua mineral de la marca Bonaqua, de *Coca Cola*, cuyo objetivo o claim es invitar a sumarse a cuidar el medio ambiente y dejar una huella positiva en el planeta. Para ello, presentan un nuevo envase eco-flex y ultraliviano, con menor cantidad de PET, que contribuye a ahorrar energía y minimizar el impacto ambiental. Se trata de un envase más liviano y flexible que facilita su manejo y posterior procesamiento. El envase de *Bonaqua* tiene su origen en Japón. En el año 2009 *Coca Cola* presentó I Lohas, un agua mineral con un envase liviano de 12 gramos, que invitaba a los consumidores japoneses a reducirlo fácilmente y reciclarlo. Este innovador envase se extendió internacionalmente a países como China, Tailandia, Korea, EEUU, Polonia, Rumania y Bulgaria y otros países de Latinoamérica como México, Ecuador, Costa Rica, Brasil y Colombia. I Lohas es un llamado a la acción desde su propio nombre, ya que invita al consumidor a seguir un estilo de vida saludable y amigable con el ambiente.

Coca-Cola mantuvo siempre un compromiso permanente hacia la sustentabilidad de sus envases. Desde hace más de cuatro décadas, es pionera en el desarrollo de nuevas tecnologías para reducir, reusar, renovar y reciclar los empaques. Por eso, optimizó los insumos en el proceso de fabricación de envases, aligerando el peso de las botellas y Bonaqua se presenta como la última innovación de la compañía con respecto a envases. (Noticias Positivas, 2012)

La compañía *Coca-Cola* ha emprendido un camino hacia la sustentabilidad, entendida como parte fundamental de su negocio. Bajo esta Visión, Coca-Cola viene trabajando desde hace años en envases cada vez más sustentables y 100% reciclables. Para poder realizar esto la empresa ha puesto en marcha diferentes acciones en pos de conseguir este objetivo, las cuales se pueden categorizar bajo cuatro aspectos, reducir, lo que significa optimizar los insumos en el proceso de fabricación de envases, aligerando el peso de las botellas, reutilizar, promover el uso de envases retornables, reciclar y recuperar, Coca-Cola de Argentina presentó en el año 2012 la primera botella del mercado compuesta con hasta un 20% de envases post consumo y 100% reciclable. Esta iniciativa permite reducir el uso de resina virgen y contribuye al ahorro de energía durante el proceso productivo. En cuanto al recupero, la Compañía trabaja con diversos aliados, y renovar, en 2011, Coca-Cola de Argentina presentó PlantBottle, una botella de PET compuesta hasta con un 30% de materiales de origen vegetal y 100% reciclable, al igual que el tradicional envase PET. Este envase permite una menor dependencia del petróleo. (Área responsable, 2013)

Bonaqua requirió una inversión de más de 120 millones de pesos en tecnología alemana de última generación para su línea de llenado ultraclean y equipamientos de microfiltración. Esta tecnología garantiza la máxima pureza sin modificar la composición mineral del agua. Participa en el mercado de aguas sin sabor, que representa aproximadamente un 10% de las ventas de bebidas no alcohólicas en la Argentina, según datos de Nielsen. Las aguas minerales naturales representaron en 2011 un 80% de las ventas totales del mercado de las aguas sin sabor. En total, durante el año pasado se vendieron en el mercado argentino 900 millones de litros de agua, lo que representa un crecimiento del 5% en relación a las ventas de 2010, según datos de la misma consultora. (Coca cola de Argentina, 2014)

Por otro lado la marca Levi's, lanzó en el año 2012 una línea de jeans realizados a partir de desechos plásticos, botellas y bandejas de comida que son recicladas. Se han logrado crear más de 1,2 millones de unidades a partir de estos residuos, utilizando más de 9,4 millones de botellas recicladas. Esto lo logran a través de los municipios que colaboran para la recolección, en los cuales se recoge plástico PET o materiales de tereftalato de polietileno, incluyendo botellas marrones, botellas de refrescos verdes, botellas de agua claras y bandejas de comida negras, luego se clasifican por color y se convierten en una fibra de poliéster que se mezcla con la fibra de algodón que finalmente se teje para crear el Denim.

El color de los desechos que se utilizan en el proceso son los encargados de darle un matiz a la tela otorgándole a las prendas un acabado único. (Noticias positivas, 2014)

1.7 Diseño ecológico de envases

La tendencia en el diseño de envases está regida por la conciencia ecológica. La información que circula sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, y su repercusión en las decisiones de consumo de los compradores, dio paso al diseño de envases que respetan al menos una de las 3R, reciclar, reducir y/o reutilizar.

De acuerdo con una encuesta internacional sobre packaging de alimentos realizada por The Nielsen Company, el 90% de los consumidores mundiales eco-conscientes están dispuestos a renunciar a ciertos aspectos o roles del envase funcional y conveniente si esta acción ayudara a mejorar la calidad del medio ambiente. La innovación en materia de desarrollo de envases encuentra su desafío en la elaboración de envases sustentables. Una de las formas de llegar a ellos es por medio de la reducción de la cantidad de materiales que se utilizan para fabricar un objeto, aspecto que han desarrollado ampliamente las fabricantes de botellas PET, por ejemplo. Otro medio es aplicar materiales reciclados o amigables con el medio ambiente en el diseño de los envases (un ejemplo es la nueva botella plástica de Coca-Cola Plant Bottle, fabricada en un 30% a partir de plantas). Finalmente, se pueden crear envases reutilizables.

Más allá de los materiales y de los recursos que se utilicen para la fabricación del envase sustentable, está el diseño, su forma y flexibilidad. Aquí es donde la imaginación lúdica entra en juego para crear nuevos packs llamativos y ecológicos. Un ejemplo es la botella plástica diseñada por Yun Sung Hwan, su base es un vaso que puede ser utilizado para beber la bebida que contiene. Una vez consumido el producto, el envase puede convertirse en una maceta: en uno de los laterales, la botella guarda unas semillas que pueden ser plantadas

en su interior, y de esa forma se reutiliza algo que parecía ir directo al descarte. Otro ejemplo es el tarro de la miel Stanley Honey, diseñado por The Partner. En su etiqueta hay una frase escrita con la que se invita al comprador a que, una vez haya terminada la miel, por ejemplo, utilice el tarro de maceta para darle un nuevo uso. Choi Kwenyoung y Park Jiwoon, de la Universidad Nacional de Kongju, en Corea del Sur, diseñaron una lata redondeada con forma de espiral que facilita el aplastamiento del envase, y por ende, su deposición y recolección para el reciclado, las latas llevan marcados en el aluminio unos dobles en forma de espiral que ofrecen menos resistencia que el resto del packaging cuando se la quiere aplastar. Steve Haslip es un diseñador inglés que creó una caja para enviar remeras por Internet que luego se convierte en percha. Las instrucciones están detalladas en el mismo empaque y parece ser simple. Este proyecto ganó el primer premio en la D&AD Student Awards 2007. La Green Box es una caja para pizzas cuya tapa posee marcas de corte que la convierten en cuatro platos. A su vez, la base de la caja se reestructura fácilmente para continuar protegiendo al producto sin necesidad de utilizar otro envase. Aunque al fin y al cabo todo el envase será descartado, esta caja evita que se utilice agua de más para la limpieza de los platos de loza tradicional, y extiende la vida útil del envase. Por último existen también unas cajas de vino que se convierten en lámpara, diseñadas por Ciclus como regalos corporativos de Hera Holdings, una empresa de manejo de desechos ecológicos de España y la parte inferior de la caja contiene los conectores y accesorios. (Packaging énfasis, 2009). A través de la descripción de todos estos envases se puede observar el nuevo campo que se abre en el diseño de packaging, que se asocia también al marketing del producto y su acercamiento al consumidor.

Capítulo 2. Contaminación de la producción de botellas PET

El impacto ambiental que la industria de la bebida genera, derivado principalmente de la producción y posterior desecho de los envases, es un tema que preocupa cada día más a industriales y autoridades en todo el mundo.

Los envases y embalajes constituyen un bien social irrenunciable que cumple con creces su función de protección del producto disminuyendo las mermas que acaban como residuos. Pese a ello, están teniendo un fuerte impacto ambiental. La creciente sensibilización ecológica de la comunidad internacional, las empresas y la población en general, estimulan la búsqueda de soluciones que permitan reducir la fabricación de los envases y fomentar su reutilización. Los residuos de envases representan entre el 6% y el 20% de los residuos generados mundialmente, constituyendo la segunda causa de contaminación mundial del medio ambiente.

2.1 Medio Ambiente

El medio ambiente, según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo en 1972, es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas. Ese gran conjunto de componentes, puede a su vez ser dividido en dos grandes grupos: por un lado el grupo de las catástrofes y los riesgos naturales; por el otro, los problemas ambientales de origen humano, entre los que pueden citarse la destrucción de la capa de ozono, el efecto invernadero, el deterioro del suelo, los incendios de bosques y la contaminación ambiental.

La destrucción de la capa de ozono, es producida por determinados compuestos químicos producidos por el hombre, como aquellos utilizados en la fabricación de aerosoles. Al ser poco reactivos, o sea que su estructura molecular no se modifica fácilmente al entrar en contacto con otros compuestos, estas sustancias ascienden hasta la estratosfera. Sin ser destruidas, es entonces, al ascender que las radiaciones ultravioletas rompen las moléculas

y se liberan átomos de cloro que son finalmente los responsables de la destrucción del ozono, trayendo como consecuencia efectos sumamente peligrosos, por un lado para la salud humana, como el cáncer de piel, y en los ecosistemas también consecuencias irreparables. (Ingeniero ambiental, 2014)

El efecto invernadero se debe a la formación en la atmósfera de una capa gaseosa, cuyo principal componente es el dióxido de carbono producido como consecuencia de la quema de grandes masas de vegetación para ampliar áreas de cultivo, como así también por la quema de combustibles fósiles, entre ellos: petróleo, carbón y gas natural. Además de los mencionados, se agregan actualmente el metano, el óxido nitroso y otros gases sintéticos, es decir que cuanto mayor sea la acumulación de gases, mayor será la temperatura de la Tierra, provocando su calentamiento y por consiguiente cambios climáticos, acción que traería como consecuencia, por ejemplo, la fundición de entre un tercio y la mitad de los glaciares, y la consecuente inundación de las zonas costeras del planeta.

La lluvia ácida es la consecuencia de mezclarse en el ambiente el humo y los gases provenientes de automotores, y de algunas industrias o centrales térmicas con el aire. El ácido obtenido de dicha mezcla, vuelve a la tierra con las lluvias o las nevadas. En este caso debe tenerse en cuenta la cantidad de emisiones gaseosas originadas en fenómenos naturales como por ejemplo: los volcanes, la espuma de mar, los relámpagos, la quema de biomasa y los procesos microbianos, pero estas emisiones permanecen constantes a lo largo de los años, a diferencia de las vinculadas con la acción del hombre que desde 1900, han aumentado cuatro veces. La producción de este fenómeno dificulta el crecimiento de las plantas, las cuales pierden sus hojas y se debilitan; por otro lado destruye sustancias propias del suelo, erosiona edificios y monumentos y provoca que se contamine fácilmente el agua potable. Entre otras cosas, tiene efecto sobre la salud humana, puesto que incorpora metales en la cadena alimentaria; indirectamente provoca también la desaparición de los bosques. (Oni escuelas, 2014), pero estos no son los únicos factores que deterioran el medio ambiente, el rápido aumento de la población humana, con el consiguiente

incremento del consumo, hacen que se produzca el exterminio de una gran cantidad de plantas y animales silvestres que habitan esas zonas.

En cuanto a la pérdida de la biodiversidad, el plástico de los envases, en particular, es uno de los componentes que colabora para que este fenómeno se produzca, ya que si bien no presenta, por sus características, peligrosidad para el medio ambiente, son un problema mayor porque no pueden ser degradados por el entorno. Al contrario de lo que ocurre con la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, los plásticos no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Se han desarrollado algunos plásticos biodegradables, pero ninguno ha demostrado ser válido para las condiciones requeridas en la mayoría de los vertederos de basura. Su eliminación es por lo tanto, un problema ambiental de dimensiones considerables. (Cristán et al., 2003)

El incremento indiscriminado del consumo provoca que el hombre tenga cada día mayor necesidad de convertir en zonas agrícolas y/o urbanas, grandes extensiones de bosques, pastizales y pantanos, y de esta manera se produce un importante deterioro del suelo. Este problema tan presente hoy en día se manifiesta de múltiples maneras tales como la desertificación, la pérdida de la fertilidad, el agotamiento del rendimiento de la tierra, la degradación y la erosión en sus formas hídrica y eólica.

Los productores y consumidores, conscientes del problema antes citado, buscan, en el caso de los primeros y exigen, en el caso de los segundos, no sólo embalajes reciclables, sino productos que dejen la mínima huella en el medio ambiente, desde que nacen en la fábrica hasta que se abandonan en el contenedor. Los especialistas dedicados al mundo del packaging, van experimentando nuevas posibilidades de encontrar soluciones que, sin dejar de lado la función primordial del empaquetado de un producto, produzca el menor impacto ambiental y de ese modo buscar soluciones que dejen la menor huella de carbono en el medio ambiente.

Un determinado producto emite dióxido de carbono durante su ciclo de vida, entendiéndose por esto último al tiempo transcurrido desde la obtención de la materia prima, el tratamiento

de los desperdicios, pasando por la manufacturación y el transporte. Estas emisiones se miden actualmente a través de un procedimiento que logra establecer la cantidad del dióxido de carbono emitido por el producto; de este modo se obtiene la huella de carbono que deja un determinado producto, siendo entonces la huella de CO₂, la medida del impacto que provocan las actividades del ser humano en el medio ambiente y se determina según la cantidad de gases de efecto invernadero producidos, medidos en unidades de dióxido de carbono. (Huella de carbono, 2014)

En Packaging énfasis (2009) se afirma que la tendencia en la fabricación de envases, está entonces regida por la conciencia ecológica. La información que circula sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, y su repercusión en las decisiones de consumo de los compradores, dio paso al diseño de envases que respetaran al menos una de las 3R: reciclar, reducir y /o reutilizar.

Al respecto, el mercado del packaging, ofrece tres posibilidades que ayudan a evitar el deterioro del medio ambiente, la de utilizar materiales eco – friendly, también la opción de utilizar materiales sustentables y también, la de utilizar, materiales reciclables.

El PET es un material que acepta perfectamente su reciclado. En Europa, es a partir de la aprobación de la Directiva Comunitaria 94/62/CE, que establece el marco de actuación en el que se han de mover los Estados miembros en lo que respecta a la política sobre los envases y los residuos de envases que se generan en sus respectivos territorios, cuando el envase de PET sufre un auge muy importante en su recuperación.

La edición Ambientum (2002) menciona una de las primeras leyes que se ocuparía del reciclaje de envases de RSU. Este suceso acontecido en España, cambia radicalmente la situación del reciclaje de envases. La mencionada ley es la Ley de envases y residuos 11/97 del 24 de abril, responde ante el impacto medioambiental que ocasionan los grandes volúmenes de envases y los residuos que generan, con el objetivo de prevenir este impacto.

A través de esta ley se favorecerá la recogida selectiva de PET junto a otros envases a través del Sistema Integrado de Gestión, apartándose lo recolectado en contenedores amarillos. La ley contempla la construcción de plantas de selección de estos materiales, por todas las Comunidades Autónomas, de este modo se fomenta la recuperación desde la basura en masa a través de campañas que concienticen a los ciudadanos.

2.2 Eco – Friendly

En la lucha por reducir el impacto medioambiental en todas las fases del ciclo de vida de un producto, sigue siendo un punto clave, el material utilizado para tal fin. Actualmente se destacan dos grandes tendencias para seleccionar el tipo de material con que se fabricará el packaging de un producto: por un lado los materiales reciclados, y por el otro, el uso de biopolímeros. La utilización de estos últimos en la elaboración de empaques del mismo tipo trajo como consecuencia daños ecológicos, provocados por desechos sólidos de baja degradabilidad, lo que impulsó a los productores ecologistas a buscar biopolímeros que fuesen naturales.

El aprovechar los recursos naturales como fuente de conservación y reciclaje se convierte en una excelente opción e innovación en el desarrollo de nuevos productos biodegradables. Su total biodegradación en productos como CO₂, agua y posteriormente en abono orgánico es una gran ventaja frente a los sintéticos (Bastioli, 2001)

Los biopolímeros naturales provienen de cuatro grandes fuentes: origen animal, colágeno/gelatina, origen marino, quitina, quitosan, origen agrícola (lípidos y grasas e hidrocoloides: proteínas y polisacáridos) y origen microbiano (ácido poliláctico (PLA) y polihidroxialcanoatos, PHA) . Como ejemplo de lo antedicho, la utilización de materiales provenientes de fuentes naturales tales como la fécula de papa, la caña de azúcar o el almidón de maíz, está revolucionan el mundo del envase. (Tharanathan, 2003)

Un ejemplo de la utilización de biopolímeros naturales es el caso de Coca Cola, que lanzó al mercado un nuevo envase, el PlantBottle, compuestos con casi un 30% de materiales de

origen vegetal. Este material reemplaza aproximadamente un tercio del material derivado del petróleo que tradicionalmente se utiliza para fabricar las botellas de plástico PET.

Con PlantBottle marcan un nuevo avance en el camino de la búsqueda de la botella del futuro. A medida que logren expandir la cantidad de mercados donde se utilicen envases PlantBottle, así como ampliar la cadena de abastecimiento y las capacidades potenciales de fabricación, tendrán la expectativa de acrecentar el uso de recursos renovables de origen vegetal y de reducir aún más la dependencia de los recursos no renovables.

El plástico de la PlantBottle se forma de dos componentes, el MEG (2mono-etilenglicol), que conforma el 30% del PET por peso, y el PTA (2ácido Tereftálico purificado), que completa el otro 70%. La tecnología de nuestros días, sólo permite reemplazar el primero con material producto de plantas, aunque ya existen investigaciones que buscan desarrollar tecnologías que faciliten la sustitución de ambos elementos a partir de materias primas vegetales no comestibles como trozos de madera o tallos de maíz.

La empresa líder en la comercialización de gaseosas a nivel mundial, busca introducir finalmente en el mercado, botellas de plástico fabricadas con un 100% de materias primas renovables, que sean totalmente reciclables, al igual que las botellas de plástico PET tradicionales. En definitiva, tienen como meta desarrollar botellas de plástico reciclable fabricadas en un 100% con residuos de origen vegetal, transformando los desechos en un recurso. (Coca cola, 2014)

Como puede observarse la utilización de biopolímeros es la nueva tendencia para tratar de evitar el deterioro del medio ambiente. Estos materiales biodegradables son los que están liderando el mercado actual. Se entiende como biodegradable la característica de algunas sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato por los microorganismos, como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos. ISO, International Standard Organization, define los plásticos biodegradables como polímeros que se degradan por la acción de microbios.

Según el autor Bolufer (2009), la biodegradación, puede ser empleada para la eliminación de algunos contaminantes, desechos urbanos, plásticos flexibles y semirrígidos, papel, hidrocarburos, entre otros, aunque en los vertederos que contengan metales pesados con un pH extremo, el plástico no logrará degradarse, para esto será necesario un tratamiento previo que acondicione el vertido, lo deje en condiciones aceptable para las bacterias que luego realizarán la función que corresponda. (Interempresas, 2009)

La acción combinada de las radiaciones ultravioleta, fotodegradables, el calor y el oxígeno atmosférico, destruye los lazos químicos de los biopolímeros. Son procesos lentos, el polímero acaba por fragmentarse en cadenas de menor tamaño.

La destrucción de materias comunes requiere plazos de tiempo muy diferentes: mientras una cáscara de plátano necesita 2-10 días, según la estación del año, un envase de leche Tetra Pack requiere 5 años y una botella de vidrio dura 4.000 años. Aunque la bolsa de plástico desaparece a los 10-20 años, el suelo y el subsuelo conservan los trazos de esta degradación durante varios decenios.

La reacción ante el calor es negativa, los enlaces intra e intermoleculares, que aseguran la cohesión del bioplásticos, se rompen fácilmente cuando la temperatura aumenta. En el plástico amorfo, a baja temperatura, las cadenas se desplazan poco, están entrelazadas, y las fuerzas intermoleculares participan en dar cohesión al sistema. Por encima de una temperatura llamada de transición vítrea, las cadenas se desplazan más libremente porque las fuerzas intermoleculares han desaparecido. A causa de esto, se obtiene un plástico blando que aumenta su fluidez a medida que sube la temperatura. De hecho, el material se comporta como un plato de espaguetis, en caliente se deslizan unos sobre los otros, pero en frío están entrelazados, como una bola de lana.

La temperatura de transición vítrea varía mucho de un plástico a otro. Depende sobre todo de la longitud de las cadenas: si son largas, las cadenas se entrelazan y la temperatura de transición vítrea es alta.

El plástico termoestable es muy diferente del bioplástico. Son polímeros infusibles e insolubles porque sus cadenas forman una red tridimensional espacial, entrelazándose con fuertes enlaces covalentes. La movilidad de sus cadenas y los grados de libertad para rotación en los enlaces es prácticamente cero. Soportan perfectamente la temperatura, algunos ejemplos son el caucho vulcanizado, la baquelita, las siliconas, etc.

2.3 Los bioplásticos

En el artículo Los biopolímeros, el plástico del futuro, Bolufer (2009), dice que el bioplástico es un polímero de origen natural, producido por un organismo vivo, derivado del almidón, la celulosa, aceite de soja y maíz, entre otras cosas y está producido por un organismo vivo y tiene carácter biodegradable. Agrega que su origen data del año 1926, cuando en el Instituto Pasteur, de París, se logró producir poliéster a partir de la bacteria *Bacillus megaterium*.

En el año 2004 la NEC Japón, desarrolló un plástico vegetal basado en el ácido poliláctico denominado PLA, a su vez derivado del maíz, o de la fermentación de subproductos agrícolas ricos en almidón que presentaba una alta resistencia al fuego. No requiere componentes químicos, tóxicos, como halógenos o derivados del fósforo. El PLA es degradado por las enzimas de los microorganismos presentes en el suelo. Mas tarde, en el año 2005, Fujitsu introdujo los bioplásticos en la fabricación de ordenadores portátiles y en el año 2006 aparecen discos DVD en formato Blu-ray hechos con bioplástico.

Para crear un bioplástico los científicos buscan estructuras químicas que permitan la degradación del material por microorganismos. Un ejemplo muy conocido es el PHA polihidroxicanoato, un polímero doblemente ecológico, originado a base de un recurso renovable y que es biodegradable. Este se emplea para fabricar tenedores de plástico y filmes para embalaje porque es resistente al calor, a la grasa y al aceite. También se pueden obtener bioplásticos a partir de la celulosa, de aceites vegetales e incluso de la caseína de la leche.

Los bioplásticos de nueva generación retienen sus propiedades físico-químicas a lo largo del ciclo de vida del producto manufacturado, pero una vez depositados en condiciones de compostaje o mecanización, se biodegradan del mismo modo que los residuos orgánicos. La inestabilidad química intrínseca de estos biopolímeros contribuye a un desarrollo sostenible, ya que se producen a partir de recursos renovables. La producción del bioplástico es todavía muy limitada porque no puede competir con los precios del plástico derivado del petróleo. (Interempresas, 2009)

2.4 Materiales sustentables

El concepto de sustentabilidad, se hizo conocido en el año 1987, cuando la World Commission on Environment and Development de las Naciones Unidas, también conocida como la Comisión Brundtland, publicó el reporte llamado *Our common future*, nuestro futuro en Común, momento en el cual se declaró que lo sustentable, sería aquello que cubriendo las necesidades del presente, preservase la posibilidad de que las generaciones futuras satisfagan las suyas, o en otras palabras, un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno.

La innovación en materia de desarrollo de envases encuentra su desafío en la elaboración de envases sustentables. Una de las formas de llegar a ellos es por medio de la reducción de la cantidad de materiales que se utilizan para fabricar un objeto, aspecto que han desarrollado ampliamente las fabricantes de botellas PET, por ejemplo.

En el sitio web de la empresa Unilever (2014) pueden leerse en el apartado Vida Sustentable, los propósitos del plan que comenzaron a poner en marcha en el 2013, en dicho plan se plantean el objetivo de eliminar el envío de residuos no tóxicos al vertedero para el año 2015. A esta altura, tres cuartos de los sitios que posee dicha empresa han logrado ese objetivo. En 2013, se desecharon aproximadamente 97.000 toneladas de

desechos totales menos que en 2008. Esto representa una reducción de aproximadamente el 66 % por tonelada de producción. En comparación con el año 1995, esto representa una reducción del 89 % en términos absolutos.

El 75 % de sus fábricas eliminó por completo el envío de residuos no tóxicos al vertedero a finales de 2013, un aumento de más de 50 sitios en comparación con 2012. En 2013, nuevas fábricas en India y Turquía comenzaron su producción. Cuando alcancen niveles de explotación completa, cada una tendrá como objetivo eliminar por completo el envío de residuos no tóxicos al vertedero y generar menos de la mitad de residuos que las fábricas incluidas en los indicadores de referencia representativos de 2008.

Para el año 2020, la cantidad total de residuos enviados al vertedero estará a niveles de 2008 o incluso por debajo, a pesar de que los volúmenes serán significativamente más altos. Esto representa una reducción de aproximadamente el 40 % por tonelada de producción. En comparación con las cifras de partida de 1995, esto representa una reducción del 80 % por cada tonelada de producción y una reducción absoluta del 70 %.

Para el año 2015, todas las fábricas habrán eliminado el envío de residuos no tóxicos al vertedero. Todas las nuevas fábricas construidas tendrán como objetivo generar menos de la mitad de los residuos que los reflejados en las cifras de partida de 2008

Por otro lado Unilever se propone para el año 2020, reducir a una tercera parte el peso de los envases que utilizarán gracias al uso de materiales ligeros, la optimización del diseño de los materiales y de las estructuras; el desarrollo de versiones concentradas de los productos que ofrecen en plaza, la eliminación de envases no necesarios. Ya en 2013 habían conseguido una reducción del peso por consumidor estimada del 11% en comparación con el año 2010, gracias al uso de materiales más ligeros combinados con la optimización y la comprensión del diseño de los materiales. (Unilever, 2014)

2.5 Tendencia al uso de envases plásticos reciclados

A raíz de una mayor toma de conciencia sobre el cuidado del medio ambiente y para cumplir los requisitos de la legislación de Europa y EE.UU. en esta dirección, diversas empresas han desarrollado en los últimos veinte años tres tipos novedosos de envases, las botellas de PET retornables; las botellas de PET multicapa que contienen material reciclado en la capa intermedia y una barrera funcional virgen en contacto con el alimento; y las botellas de PET monocapa que tienen material reciclado descontaminado en contacto directo con el alimento. En los tres casos, el INTI, a través de su Centro de Plásticos y con el apoyo del Centro de Contaminantes Orgánicos, desarrolló una metodología de evaluación de su aptitud sanitaria y colaboró en la generación de la legislación argentina y del MERCOSUR sobre el uso de los mismos.

El PET recuperado de los residuos sólidos domiciliarios y descontaminados, PET-PCR, post-consumo reciclado, es un producto de mayor valor agregado que el PET recuperado y que se destina básicamente a la industria textil. Sin embargo, el uso de materiales reciclados en contacto con alimentos tiene el riesgo de la posible presencia de contaminantes absorbidos por el plástico. Éstos pueden ser de tres tipos: restos de producto original; sustancias residuales debido al mal uso del envase por parte del consumidor con productos como pesticidas, herbicidas, combustibles, etc.; y posibles productos de degradación térmica de las sustancias anteriormente mencionadas, así como de aditivos, otros componentes no poliméricos y resina base durante el reciclado. Estos contaminantes pueden luego migrar desde el nuevo envase al alimento, generando un riesgo para la salud del consumidor y/o ser causa de alteraciones sensoriales inaceptables del producto envasado.

En el caso de PET-PCR destinado a fabricar botellas monocapa, es preciso demostrar que la descontaminación rigurosa del material logra disminuir en el material la concentración de

los posibles contaminantes a valores por debajo de los límites establecidos y seguros, o que los restos de los mismos migran desde los envases en cantidades tales que no constituyan un riesgo para la salud del consumidor ni puedan alterar las propiedades sensoriales de los alimentos. Estos límites, tanto de composición en masa del PET-PCR como de migración, derivan del umbral de regulación establecido por la Food and Drug Administration (FDA) de EE.UU., que es de 0.5 ppb, $\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento en base dietaria.

En el marco del Proyecto de Aptitud Sanitaria de Materiales Plásticos que el Centro INTI-Plásticos viene implementado desde 1997, se evaluó una primera etapa, 2003-2004 el PET-PCR tratado mediante una tecnología de origen norteamericano en la cual la descontaminación se produce con un ataque químico controlado sobre los copos, flakes, obtenidos por molido de botellas de PET post-consumo. Luego, con el PET-PCR descontaminado mezclado con PET virgen se fabricaron botellas monocapa por inyección-estirado-soplado y se realizó la evaluación de la aptitud sanitaria de estos envases.

En el mismo Proyecto se trabajó a continuación, 2004-2007, con envases fabricados con PET-PCR tratado con una combinación de dos tecnologías europeas: un pre - tratamiento de lavado, tecnología italiana, seguido de la descontaminación propiamente dicha, tecnología suiza. Todas las operaciones son tratamientos físicos y se obtiene como producto final pellets de PET-PCR descontaminados cristalizados, que se mezclan en cantidades variables con pellets de PET virgen. Aproximadamente 10 toneladas de fardos de botellas de PET post-consumo de procedencia argentina fueron enviadas a Francia para ser sometidas al proceso de descontaminación de la tecnología SB. Una parte de los pellets de PET-PCR descontaminados cristalizados se envió de vuelta al país y con otra parte se prepararon mezclas con 10% y 30% de PET-PCR con PET virgen, que se usaron para fabricar botellas monocapa en una planta piloto de Suiza. Luego se realizaron en el INTI todas las evaluaciones para determinar la aptitud sanitaria de las botellas SB y la eficacia del proceso de descontaminación.

El estudio del INTI determinó que es posible recuperar envases de PET post consumo a través del uso de tecnologías validadas y aprobadas internacionalmente para descontaminarlos, asegurando su reutilización en la fabricación de nuevas botellas destinadas a contener alimentos. En esta dirección, el trabajo realizado por el Centro INTI-Plásticos sirvió para la generación de legislación que ha permitido el comienzo de la instalación de una planta de PET-PCR en la localidad de San Fernando, Buenos Aires, con la tecnología evaluada, lo cual redundará en una mejora del medio ambiente al recuperar de los residuos sólidos urbanos botellas de PET de uso masivo.

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial realizó un procedimiento en donde reúne y sistematiza todos los conocimientos adquiridos durante este Proyecto. El Centro promovió la generación de la Legislación MERCOSUR que autorizaría el uso de las botellas recicladas monocapa fabricadas con PET-PCR con el fin de proteger la salud de los consumidores y la calidad de los alimentos envasados. Como consecuencia, surgió la Resolución MERCOSUR GMC 30/7, de diciembre de 2007, y en cuyo texto pueden leerse las reglamentaciones que regulan el uso de PET reciclado en contacto con alimentos.

El INTI está en condiciones de asumir la figura de Laboratorio de Referencia que prevé el marco legal de la resolución mencionada anteriormente, ya que posee los suficientes antecedentes técnicos para tomar esa responsabilidad. Al respecto, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, respondió con éxito a una consulta pública internacional, que fue solicitada por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en febrero de 2008, con el fin de obtener la opinión técnica de grupos especializados en procedimientos y requisitos que deberían cumplir los envases de PET en Europa. (Inti, 2008)

El autor Bustos (2014) expone los dos métodos que se utilizan para el reciclado del PET: el mecánico y el químico. El resultado de ambos procesos es diferente entre sí, porque a través del método mecánico se obtienen hojuelas de PET que no sirven para producir

botellas, pero muy por el contrario, a través del método químico se obtienen materias primas ideales para la elaboración del polímero. Los envases descartados de PET pasan a manos de recicladores, estos acopian el producto separándolo por colores: transparente, azul y verde. Así separados pasan a un triturador cuyo producto se vende a las compañías recicladoras, siendo el más cotizado el transparente, le siguen el verde y luego el azul.

Las hojuelas obtenidas a través del reciclaje mecánico se secan y cristalizan para formar pellets que sirven para la producción de fibras, resinas y plásticos de Ingeniería, pero estos pellets no cumplen con las condiciones necesarias para ser utilizados en la fabricación de botellas y además presentan concentraciones de formaldehído y oligómeros, o sea impurezas que deterioran la calidad del productos, convirtiéndolo en peligroso para envasar bebidas.

A pesar de que existen casi diez procesos distintos para depolimerizar el PET en sus materias primas, unos pocos procesos son viables industrialmente. El proceso químico al cual se recurre mundialmente, utiliza metanol como reactivo y produce la materia prima del PET: el Dimetil tereftalato y el Etila englicol. La materia prima que se obtiene posee el grado de pureza necesaria para ser utilizada en la fabricación de envases de bebidas. Los envases logrados con este método son de muy buena calidad, pero tienden a ser menos transparentes y más amarillentos, lo que causa un cierto rechazo de parte de los consumidores, por lo tanto, las grandes embotelladoras se rehúsan a utilizar, muchas veces, PET reciclado.

Actualmente y con el afán de contribuir cada día más a evitar la contaminación ambiental se ha comenzado a destinar el reciclaje de desechos, tanto orgánicos como inorgánicos para la creación de nuevos materiales para la construcción, que por lo regular suelen ser sumamente resistentes y económicos. Uno de los materiales que tiene mayores posibilidades en la industria de la construcción es el plástico denominado PET, ya que por sus características y resistencia puede ser utilizado -ya sea en forma de botellas, o procesado y transformado en tabiques o piezas modulares- tanto para la construcción de

elementos divisorios como muros, celosías y losas, como para construir edificaciones completas.

El proyecto denominado como Eco Ark, es un notable ejemplo de cómo un material de desecho como el PET puede ser transformado en un eficiente material de construcción que permite construir estructuras habitables. Este proyecto, creado por Far Eastern y un grupo de jóvenes arquitectos taiwaneses, incluye la transformación del plástico de las botellas de refrescos y agua mediante un proceso en el que se trituran, funden y posteriormente se convierten en piezas modulares traslúcidas o tabiques huecos que tienen la capacidad de resistir fenómenos naturales como tifones, huracanes o terremotos.

Otro proyecto orientado al reciclaje de botellas PET, es Byfusion del ingeniero Peter Lewis, quien creó una máquina con la que transforma las botellas de plástico en bloques o tabiques. El proceso de elaboración de los bloques es similar al del proyecto Eco Ark, pues las botellas de plástico, una vez dentro de la máquina, se lavan y son presionados en forma de tabiques. Estos bloques son también altamente resistentes, por lo cual pueden ser utilizados de manera estructural tanto en muros de carga y de contención.

En Latinoamérica también se están tomando cartas en materia del reciclaje de plásticos de desecho, un ejemplo es el proyecto denominado "Tabiques de botellas" desarrollado al interior de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires y gestionado por empresas sociales integradas a la Red Global del Trueque. En este caso el PET molido reemplaza a la piedra y un 60 por ciento de la arena que se utiliza en la elaboración de tabiques, tejas, losas y paneles. Para la elaboración de estos tabiques primero se clasifican las botellas por color, después las botellas son prensadas y compactadas para posteriormente llevarlas a un molino, que las transforma en un polvo similar a la harina. El paso siguiente es, mezclar este polvo con cemento, arena y un producto químico que favorece la combinación, al fraguar, la mezcla se convierte en viguetas o bloques con los que se pueden levantar paredes, techos o pisos. Las ventajas de este material es que permite tener piezas 50 por ciento más ligeros que los que se

construyen con materiales tradicionales y además es más económico, ya que por ser un desecho, las botellas se consiguen de forma gratuita. (Arqui tierra del fuego, 2012)

Podrían citarse infinidad de ejemplos más que apuntan a convertir los desechos generados por los residuos provenientes del PET en materiales útiles a la sociedad. Lo que es cierto es que los científicos, los profesionales y los empresarios acuerdan en buscar estrategias lo suficientemente creativas y eficaces para destinar los residuos a que sean convertidos en elementos que produzcan una mejor calidad de vida para el ser humano.

Capítulo 3. Packaging

Este capítulo trata de abordar un acercamiento al Diseño Industrial, interiorizándose en el Diseño de Packaging, enfocándose específicamente en el rubro de las bebidas, pero no puede dejar de remontarse a los inicios de la historia del packaging, para poder tener una visión global de cómo esta creación humana fue adaptándose y ajustándose a determinadas necesidades sociales, y sumado a eso, a la necesidad de ir cambiando en función de conservación del bienestar del planeta, dado que un alto porcentaje de los residuos existentes, provienen de los desechos que se originan por causa de los envases que diariamente las personas desechan.

1.1 Orígenes del término y funciones del packaging

La palabra packaging debe relacionarse con el término o anglicismo empleado para decir estuchado, embalaje o envases, cumpliendo este con una doble función, por un lado guardar o embalar el producto y por el otro resultar tan atractivo para el público de manera tal que su imagen capte la mayor cantidad de posibles consumidores. Estas dos funciones deben ir siempre unidas para dar resultados, por ejemplo: de poco sirve que una botella de agua sea lo suficientemente fuerte y reúna las condiciones propicias para la conservación de esa agua, si el envase es poco claro, no refleja la calidad de ese producto y no genera en el consumidor la necesidad de comprarlo, por el contrario, tampoco sirve un excelente diseño de packaging si luego, lo que contiene no es de calidad o no satisface las necesidades de los consumidores. (Al margen, 2014)

Se considera que el primer ejercicio de packaging se produjo hacia 1885. Entonces William Lever decidió envasar su jabón bajo la marca comercial Sunlight, dotándole de personalidad y diferenciándose de sus competidores. Más tarde, en 1920 era corriente encontrar tiendas que ya vendían envasadas alrededor de la mitad de sus mercancías. En la década de los '30, las innovaciones técnicas de impresión permitieron la reproducción de dibujos e ilustraciones. Esto unido a la diversificación de variedades de productos, hizo que la marca de fabricante cediera paso al nombre de las variedades de un mismo producto. Tras la Segunda Guerra Mundial aparece el autoservicio. El packaging comienza a tomar entonces la importancia comercial que posee hoy en día. Desaparece el vendedor y con él, el prescriptor que aconsejaba la elección de un producto u otro. (Foro tecnológico y empresarial, 2008)

Pero a pesar de que la información sobre el primer packaging data del siglo XIX, la historia del hombre y la de los envases, va por caminos paralelos y su evolución se va produciendo a medida que el hombre va presentando distintas necesidades al respecto.

Durante la prehistoria el hombre recogía frutos y otros alimentos que venían protegidos en envases naturales, desde entonces el hombre fue tratando de imitar a la naturaleza para darle protección a aquello que era de su interés conservar.

Durante el paleolítico consumía los productos tal como los hallaba, pero utilizaba envases también naturales como troncos de árbol, rocas con huecos, conchas marinas, hojas, para contener aquello que necesitaba conservar, pasado el tiempo, fue descubriendo que las pieles, pelos, vejigas de los animales, también servían como conservadores y cuando se encontró sin estos, trató de imitarlos, adaptándolos y mejorándolos, respondiendo siempre a sus necesidades.

El hombre del mesolítico almacenaba sus alimentos ya en recipientes parecidos a canastas, de hecho alrededor del 8000 a.c. se encuentran ya los primeros intentos formados por hierbas entrelazadas y vasijas de barro sin cocer y vidrio.

Ya en el neolítico comenzó a incorporar el metal a la confección de las vasijas y el barro cocido. Los hallazgos demostraron un gran número de vasijas de barro o arcilla de formas y tamos diversos.

Las civilizaciones Griega y Romana, utilizarían botas de tela y barriles de madera, también botellas, tarros y urnas de barro cocidos. El vidrio en cambio no se conoció hasta el 1.500 a.c. En el 79 d.c. los romanos usaban botellas de vidrio, pero al comprobar su fragilidad, preferían los sacos de cuero para las grandes cantidades de líquidos y sólidos. (Almargen, 2014)

1.2 El vidrio como material para envases

Dado que el siguiente trabajo se centra específicamente en el packaging de botellas, para buscar el mejoramiento en su fabricación, de manera tal que resulte menos contaminante ese proceso, se decide hacer un recorrido de la historia de la fabricación de las mismas, pero no pueden hallarse muchos indicios, no se sabe muy bien quién inventó la primera botella, pero sí se han hallado rastros de que los fenicios fueron los primeros en fabricar las primeras botellas de vidrio que eran usadas para contener sus perfumes; se han encontrado pruebas de esto en Chipre y Rodas.

Fueron los romanos los que desarrollaron el proceso de soplado del vidrio, descubriendo la excelencia de este material para almacenar vino, puesto que no altera su sabor y además les permitía ver cuánto quedaba para consumir. A partir del siglo XIII se inician los grandes centros de fabricación de vidrio como Murano en Venecia, Italia; y en el siglo XVI tenemos a Bohemia, en República Checa hoy en día.

En 1674 George Ravenscroft recibe una patente por la obtención de un vidrio que igualaba la calidad de transparencia del cristal roca.

La adición de óxido de plomo en los ingredientes para la fabricación de vidrio, lo hacía más suave y fácil de soplar, con lo cual se incorporaban menos burbujas en la masa, otorgándole al vidrio un mejor índice de refracción, brillo, resistencia y belleza. Gracias al descubrimiento de Ravenscroft aparte de poder disfrutar los lentes ópticos, telescopios y microscopios; disponemos de una de las principales características de los envases de vidrio: su transparencia, esta cualidad no pudo ser igualada hasta el siglo pasado con el desarrollo de los polímeros, específicamente el "PET". (Sinia, 1999)

1.3 Historia de las botellas

A partir de ahora se tomará distancia de la historia del vidrio como materia prima y se hará hincapié en la historia de la fabricación de la botella de vidrio. El envase de vidrio, gracias a sus cualidades específicas es junto a la cerámica el material más antiguo y más utilizado por

el hombre para la conservación de sus productos; uno de los productos al cual desde sus inicios estuvo asociado el vidrio es al vino. Las llamaban botellas de vidrio para vino, eran fabricadas de forma globular con cuello alto, cónico y un collar botellas cebollas (Onion Bottle) debido a que es más fácil obtener esta forma al tratar el vidrio soplado.

La botella de vidrio que conocemos hoy en día fue creada en Inglaterra por Sir. Kenelm Digby durante el año de 1630. Digby era un filósofo y diplomático propietario de una fábrica de vidrio. Su técnica de fabricación era utilizar un horno de carbón, con un túnel de viento, y una mayor proporción de arena de potasa y cal que lo habitual. (Historias de empaques, 2013)

Avanzada la Revolución Industrial, los envases de vidrio ya se destacaban en el mercado, pero faltaba poder producirlas en forma masiva. Durante el siglo XIX, se fueron produciendo diferentes tipos de envases de vidrio para distintos fines y a comienzos del siglo XX, se había diseñado una máquina que podía fabricar botellas de forma totalmente automática, llegándose a producir hasta 240 botellas por minuto. Pero en la mitad del siglo XX, el crecimiento de la industria de envases de vidrio comenzó a estar amenazada por la presencia de un nuevo material que lograría casi desplazarlo, el plástico.

1.4 Comienzos del plástico

Si bien este Proyecto de Graduación propone el diseño de una botella fabricada en material PET, es importante hurgar en los antecedentes del plástico para ver cómo ha ido transformándose hasta evolucionar en el material con el que hoy se fabrican la mayoría de las botellas de los productos que consumimos a diario.

En Ingeniería Plástica (2000), se atribuye el haber fundamentado las bases del desarrollo de la industria química en Europa y en Estados Unidos al accidente protagonizado por Schönbein, profesor de química de Basilea (Suiza). El científico, en el afán de realizar un experimento en la cocina de su casa, rompió un frasco en el cuál había destilado ácido nítrico y ácido sulfúrico; luego de limpiar el líquido corrosivo con un delantal de algodón, lavó la prenda y puso a secarla frente a la estufa provocándose la inflamación y posterior

desaparición del delantal de algodón, o sea, se había transformado en algodón pólvora, es decir, en un polímero natural.

En el capítulo *La Historia de los Plásticos*, de Ingeniería Plástica (1997), puede leerse que los polímeros comenzaron a ser estudiados en el siglo XIX, momento en el cual la atención estaba puesta únicamente en mejorar la viscosidad o la elasticidad de los mismos. A partir de allí, dado que los científicos tenían como objetivo obtener compuestos puros, comenzaron a realizarse los primeros ensayos para modificar la celulosa y el caucho natural y poder obtener nuevas propiedades: la goma, el celuloide y la fibra vulcanizada. De este modo se dio nacimiento al celofán, y el acetato de celulosa, productos que son verdaderamente los antecesores de los plásticos.

El acetato de celulosa o celuloide, fue presentado por el americano John Hyatt, como sustituto del marfil en 1862. Luego de esto, dada la escasez de elefantes, se lo comenzó a utilizar para la fabricación de bolas de billar, para las cuales no fue muy buen sustituto por ser un material muy frágil, pero fue utilizado en la fabricación de otros productos tales como peines, mangos de cepillos, limas para uñas, aplicación en los cuellos de los caballeros victorianos, pelotas de tenis de mesa, películas fotográficas y otros productos. Treinta años después, se desarrolla el proceso de la viscosa, y en 1908 se descubre el Celofán. A partir de 1920 comienza a manejarse el concepto de Macromolécula, cuando el químico H. Staudinger (Premio nobel en 1953) demostró que muchos productos naturales y los plásticos contenían “macromoléculas”, término que significa moléculas de cadenas largas. Comienza entonces una sucesión de desarrollos y descubrimientos relacionados al término mencionado: en 1926 el PVC, en 1930 el poliestireno, en 1932 el Neopreno, primer caucho sintético, en 1933 el polietileno, en 1934 el NYLON, 1936 el acrílico, en 1937 el Poliuretano, en 1938 el teflón, en 1942 la espuma de poliuretano, en 1944 el ABS, en 1946 el poliéster, en 1947 las resinas epoxi, en 1952 el polipropileno, en 1959 los policarbonatos, en 1962 la poliamida, en 1963 los ionómeros, en 1970 los polietilen tereftalatos (PET), y hasta la actualidad se desarrollan nuevos productos y procesos. En 1930 comenzó a desarrollarse

en forma exitosa la fibra sintética. Con anterioridad se habían descubierto algunas, como la Baquelita en 1907, pero fue la poliamida o más popularmente llamada N.Y.L.O.N., la que satisfizo la búsqueda del material esperado.

Fue en 1902, cuando la Dupont Company, instaló un Laboratorio de investigación, con el objetivo de hallar nuevas sustancias químicas, pero recién en 1918 comienzan a dedicarse al desarrollo de los plásticos. En 1923 adquieren los derechos de la patente del celofán para los Estados Unidos, y en 1927 logran un Celofán impermeable a la humedad; durante este mismo año, la Dupont Company contrata al químico Wallace Hume Carothers, quien sería el padre del NYLON. La empresa había dado al científico "carta blanca", para el desarrollo de una fibra sintética que sea más duradera y resistente y que colmara las expectativas de la compañía, pero también del gobierno de los Estados Unidos, ya que la crisis del año 30, lo había colocado por debajo de la naciente potencia de oriente, Japón. Por otra parte la ICI en Europa ya había desarrollado la resina polimetil-metacrilato a finales del siglo XIX y las resinas fenolformaldehído en el año 1906; desarrollan también el etileno cuya verdadera aplicación sería en el año 1933, cuando descubren el polietileno. (Especial Nº1 , 2000)

El informe dedicado al sector de las manufacturas de plástico en la Argentina, del Centro de estudios para la Producción (CEP) editado por Funcex (2014), cuenta que entre los productos desarrollados durante la década del 30 están los polímeros naturales alterados, como el rayón, fabricado a partir de la celulosa, del nitrato de celulosa o del etanoato de celulosa.

Durante esta década, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que nombraron polietileno (PE). Hacia los años 50 aparece el polipropileno (PP).

Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para cañerías de todo tipo. Al agregarles diversos aditivos se logra un material más blando, sustitutivo del caucho, comúnmente usado para ropa impermeable, manteles, cortinas y

juguetes. Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes.

Otro de los plásticos desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos. El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico.

También en los años 30 se crea la primera fibra artificial, el nylon. Su descubridor fue el químico Wallace Carothers, que trabajaba para la empresa Dupont. Descubrió que dos sustancias químicas como el hexametildiamina y ácido adípico, formaban polímeros que bombeados a través de agujeros y estirados formaban hilos que podían tejerse. Su primer uso fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose rápidamente a la industria textil en la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana. Al nylon le siguieron otras fibras sintéticas como por ejemplo el orlón y el acrilán.

Durante la posguerra se mantuvo el nivel de descubrimientos y desarrollos como en la etapa anterior. Avanzaron los descubrimientos en plásticos técnica, como los policarbonatos, los acetatos y las poliamidas. También se utilizaron otro tipo de materiales sintéticos en lugar de los metales en componentes de maquinarias, cascos de seguridad, aparatos sometidos a altas temperaturas y muchos otros productos empleados en condiciones ambientales extremas.

El tema de la guerra, también trajo sus consecuencias en Argentina, provocándose un desabastecimiento de los diferentes insumos industriales. Esto llevó a buscar alternativas dentro de la industria local. Por aquel entonces, algunos industriales empleaban materiales importados para la fabricación de productos plásticos. Alrededor de la década del '20 se importaba baquelita desde Estados Unidos, lo que permitió fabricar los primeros aparatos de radio de ese material y además los primeros botones a lo que en 1930 se sumó el ingreso de resinas fenólicas importadas para la producción de tapas de tocadiscos además de ser utilizadas en la industria automotriz.

Llegada la posguerra a Argentina, gracias al apoyo del Estado surgió la industria petroquímica. Las primeras empresas que incursionaron al respecto fueron YPF y Fabricaciones Militares. Sus plantas fueron desarrolladas con recursos locales y con el apoyo técnico de profesionales emigrados de Europa, que luego participaron de distintos emprendimientos químicos y petroquímicos. Entre 1947 y 1955 se instalaron plantas petroquímicas con un tamaño acorde a la dimensión de un mercado interno incipiente.

La situación anterior dio pie a que se desarrollara el sector transformador cobrando mayor dimensión. A principio de la década del '40 se conformó la Asociación de Moldeadores Plásticos, entidad bajo la cual se agrupaban los fabricantes de manufacturas. Más adelante esta entidad cambió su nombre por el de Cámara Argentina de Moldeadores Plásticos, con el tiempo adoptó el nombre que utiliza actualmente: Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP). En paralelo al desarrollo de la industria del plástico, surgieron aquellas industrias especializadas en las maquinarias que se utilizan para dicha fabricación, las cuales construyeron las primeras inyectoras, máquinas para moldeo al vacío y máquinas para soplado. En la década del '50 apareció una nueva industria petroquímica, con productos, calidades y cantidades que antes no existían.

La crisis externa que afectó a la Argentina, impidió que la industria petroquímica se modernizara y siguiera el ritmo de la modernización internacional, pero en la década del '60 recibió un fuerte estímulo mediante el incentivo a la entrada de empresas extranjeras, en particular para firmas que iniciaran su ciclo productivo a través de la destilación de gas y petróleo y que produjeran productos químicos básicos. Entre mediados de los '60 y los '70 sobrevino el estancamiento, con escasas mejoras, causando un retraso que provocó que Argentina descendiera el rango de la posición en productos petroquímicos en Latinoamérica.

El retorno de la democracia impulsó nuevamente a esta industria, cuando finalizó la construcción del Polo Petroquímico de Bahía Blanca y se produjo un fuerte flujo de inversiones. Por su parte, la industria transformadora, cuyo desarrollo está atado no sólo al contexto económico sino también a sus vínculos con los proveedores y los clientes, contaba

en 1960 con 750 establecimientos y ocupaba a 12.000 personas. Hacia 1986 tenía 3000 plantas y 36.800 obreros.

En los '90 el sector petroquímico presencié una fuerte reconversión de la mano del proceso de privatizaciones. Así, las inversiones y la modernización tecnológica realizadas en esa década permitieron que esta industria fuera más competitiva a nivel mundial. Si bien esto acentuó las asimetrías con el sector transformador, delimitando su poder de negociación (plazos de pago, volumen y calidad de materia prima, etc.), ella observó una favorable evolución y modernización en esos años. (Funcex, 2014)

1.5 Orígenes del PET

El material elegido para la elaboración del diseño de este Proyecto de Graduación es el PET, un material que ha sufrido cambios desde sus inicios en cuanto a la búsqueda de hacerlo cada vez menos perjudicial para el medio ambiente. Este apartado intentará relatar la historia de este material desde sus inicios.

El capítulo *P.E.T – Poli (tereftalato de etileno)* del Especial N° 1 de la Revista de Ingeniería Plástica (2000), relata los comienzos de este material, ubicándolo en la década de los años 40. La posibilidad de este material de ser llenado con líquido caliente, colabora a la creciente sustitución de los envases de vidrio. En América Latina comienza a utilizarse alrededor de 1988, específicamente en Brasil, por el aumento del consumo de refrescos; en Argentina los cambios son mucho más recientes.

A partir de los años 1950, el crecimiento de la industria de envases de vidrio comenzó a estar amenazada por un nuevo material de empaque: los Polímeros o Plásticos y desde los años 60 estos nuevos materiales comenzaron a desplazar las botellas de vidrio en nuestros hogares. (Historias de empaques, 2013)

En 1907, el DR. Leo Baekeland, introduciendo los polímeros sintéticos, descubre un compuesto de fenol-formaldehído al cual denomina baquelita que se comercializa en 1909. Este material presenta gran resistencia mecánica, aislamiento eléctrico y resistencia a elevadas temperaturas. Durante esta década se encuentran también los polímeros naturales

alterados, como el rayón, fabricado a partir de la celulosa, del nitrato de celulosa o del etanoato de celulosa.

En 1920, el químico alemán Hermann Staudinger, hipotetizó que estos materiales plásticos se componía en realidad de moléculas gigantes o macromoléculas, lo que llevó a que se realizaran numerosas investigaciones científicas que produjeron enormes avances. (Eis uva, 2014)

Hacia 1930, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión que formaba un termoplástico al que nombraron polietileno (PE) y hacia 1950, aparece el polipropileno (PP). También en 1930, se crea la primera fibra artificial: el nylon, cuyo primer uso fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose luego a la industria textil.

Hacia 1941, se desarrolló vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que comenzó a utilizarse para el envasado en botellas y frascos, comenzando a desplazar al vidrio y al PVC, en el mercado de envases. Es un material polar, con gran estabilidad dimensional, rigidez, buenas propiedades barrera y resistencia a la abrasión. Tiene una buena calidad de moldeo, pudiéndose procesar mediante extrusión e inyección, aunque su transformación es compleja a causa de su tendencia a absorber agua y a sufrir procesos de hidrólisis., inicialmente se utilizó en la producción de fibras, y desde la década de los 60 su uso se ha ido extendiendo a láminas y films para envasado. Desde que en los inicios de los años 70 se puso a punto la técnica de orientar bi-axialmente PET soplado, la fabricación de botellas se ha consolidado como el mercado más importante para el PET. (Ingeniería plástica, 2014)

El PET se aplica a diferentes usos, entre ellos para la fabricación de fibras textiles, cuerdas para neumáticos, líneas para cañas de pescar, botellas, frascos, piezas moldeadas técnicas, películas, películas fotográficas, películas magnéticas para cintas de sonido y TV, film para conservación de alimentos, películas de aislamiento eléctrico, fibras químicas de alta resistencia, usos industriales, películas radiográficas, cintas adhesivas, productos farmacéuticos o médicos. Es un material excelente para laminación en envases flexibles, ya que posee un conjunto de propiedades muy aptas para el embalaje de alimentos; es considerado una de las mejores opciones no sólo por su función de conservación, sino también por su excelente estético, característico esencial en cuestiones de marketing.

En el caso de las botellas es Europa la que utiliza mayoritariamente este producto. La primera comercialización del PET de grado botella se llevó a cabo en los EE.UU., produciéndose en Europa a partir de 1974. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características envidiables como la excelente resistencia a la deformación plástica, a la fatiga, a los agentes químicos, al calor, buenas propiedades dieléctricas, sumado a que su costo es moderado. Para el caso de envases flexibles, se utiliza en forma biorientada por sistema plano, (STENDER), que le dan al film PET excelentes propiedades, entre otras: grandes resistencia mecánica, resistencia a las roturas, insensible a cambio ambientales, flexible, resistente a la elongación, permeabilidad baja a aromas y a los gases, barrera al vapor de agua, es insípido, inodoro, gran brillo y transparencia, resistente al ataque de químicos, resistente a solventes, muy apto para el reciclaje y tiene buenas condiciones de almacenamiento. Todas estas propiedades son las que hacen que este material sea el elegido por los diseñadores industriales en el momento de optar por un material óptimo para la fabricación de botellas de plástico de consumo masivo, ya que sus características lo vuelven la mejor opción para que el producto final llegue exitosamente al consumidor.

Aunque comúnmente se asocia con el embotellado de las bebidas gaseosas, el PET tiene infinidad de usos dentro del sector. Su más reciente y exitosa aplicación ha sido en el envasado de aguas minerales, habiendo copado prácticamente el mercado en detrimento del PVC. También se ha comenzado a utilizar el PET para el envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios como salsas, mermeladas, miel, aceites comestibles, productos de limpieza; su próximo reto es el envasado de leche y, sobre todo, de cerveza, mercados donde ya se han emprendido pequeñas pero decididas aproximaciones.

Para que el producto sea de larga duración, el envase debe tener buenas propiedades de barrera al oxígeno y al anhídrido carbónico. Debe ser necesario que el material con que se hace el envase permita un envasado eficaz. El PET (amorfo) tiene todas las propiedades y

cualidades ideales para captar el mercado de bebidas carbonatadas que para poder ser envasadas, necesitan temperaturas de envasado elevadas, característica que posee este material, y lo vuelven el ideal para ese fin. En cuanto a su composición química, el Tereftalato de polietileno (PET), es una resina de poliéster, fabricada a partir de etilenglicol y ácido tereftálico. Es un polímero lineal con buena resistencia a los disolventes. Soluble en nitrobenceno, funde entre los 250° y los 260° y tiene una excelente resistencia a la humedad y gran resistencia mecánica. Cristaliza lentamente y de acuerdo al tipo y a las condiciones de inyección, puede tener estado amorfo-transparente (A-PET) o semicristalino (C_PET), variando entre un 30 ó 40% su cristalinidad. Si la estructura del molde no es superior a los 40° C, se logra una estructura semicristalina. El grado de cristalización puede aumentarse agregando aditivos. Este material se forma por polimerización por condensación, o crecimiento gradual, ya que se lleva a cabo por etapas; es un ejemplo de un polímero cuya cristalinidad puede controlarse, mientras que algunos otros polímeros cristalizan espontáneamente; esto dificulta el procesamiento. Además es un polímero altamente cristalino que suele tener fuerza mecánica mayor y punto de fusión mayor que los polímeros amorfos y que por otro lado, al tener las cadenas en las regiones cristalinas muy próximas, las densidades son mayores. El grado de cristalinidad se mide con la misma técnica que para los cristales, o sea por difracción de rayos X. Esta característica determina ciertamente las propiedades del polímero. Su tendencia a la cristalización se encuentra determinada por dos factores: uno es la facilidad con que las cadenas forman un cristal y el otro es la intensidad de las fuerzas de atracción entre las moléculas vecinas del polímero. Entre otras cosas es un material relativamente estable contra la auto oxidación. Se utilizan antioxidantes fenólicos para mejorar la estabilidad de larga duración. También es trautoniano, debido a que la viscosidad a la tracción es independiente de la rapidez de deformación. Es el material más utilizado en el modelo por inyección soplado, modelo utilizado para la fabricación de envases de botellas de consumo masivo; en particular cuando se trata de envases de gaseosas, el requisito principal es que la botella fabricada con este material soporte la presión. No debe tener pérdida de gas, sin que se deforme o

rompa el envase. La medición de la pérdida del CO₂, se realiza dejando los recipientes a temperaturas no superiores a 25°C y por lapsos prolongados, alrededor de cuatro y seis meses, hasta llegar a las siguientes conclusiones: perder menos del 15%, no perder sabor, no debe dilatarse el envase, no debe bajar el nivel del líquido, no debe dejar residuos y finalmente, la botella llena debe aguantar una caída desde una altura mínima de 2 metros. Por último, cabe agregar que es un combustible con un alto poder calorífico, pudiendo desprender anhídrido carbónico y vapor de agua, en el caso de incinerarse, pero no producirá ningún tipo de contaminante, ni lluvia ácida ni ninguna otra consecuencia nociva.

1.6 Proceso de elaboración de las botellas

En el proceso de la elaboración de los envases en la industria embotelladora, la resina se presenta en forma de pequeños cilindros o chips, los cuales, secos, se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples (16", 32", 64", etc.); de las que se producen las preformas que son recipientes aún no inflados y que sólo presentan la boca del envase en forma definitiva. Después, las preformas son sometidas a un proceso de calentamiento preciso y gradual, posteriormente se colocan dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo, entonces se les infla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se forma el envase típico. Gracias a este proceso, las moléculas se acomodan en forma de red; esta disposición da al material propiedades de alta resistencia mecánica y baja permeabilidad a gases y vapores. Son estas características las que lo han convertido en un material ideal para el empaque y embalaje de algunos productos, ya que no requieren de cuidados especiales para su distribución. Como algunos de los aspectos positivos que encontramos para el uso de este material, principalmente empleado en envases de productos destinados a la venta, podemos destacar: Que actúa como barrera para los gases, como el CO₂, humedad y el O₂; es transparente y cristalino, aunque admite algunos colorantes; Irrompible; Liviana; Impermeable; no tóxica, a cierto grado, ya que todos los plásticos tienen cierto grado de toxicidad, cualidad necesaria para este tipo de productos que están al alcance del público en

general (Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios); Inerte (al contenido); resistencia esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza; alta resistencia química y buenas propiedades térmicas, posee una gran resistencia al calor; Totalmente reciclable; Estabilidad a la intemperie; Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras. (Paot, 2014)

Para la fabricación del PET, se han implementado algunas estrategias para minimizar los impactos adversos al ambiente durante la producción, como la utilización del gas natural como fuente de energía, así como el control de emisiones a la atmósfera a través de oxidantes térmicos y el tratamiento de aguas residuales. (El ecologista, 2014)

En cuanto a optimizar el proceso de fabricación del PET, a través de la búsqueda de un menor impacto ambiental, se están estudiando las siguientes posibilidades, como por ejemplo, el poder aumentarse de forma sostenible la eficiencia energética y de los recursos en la fabricación de botellas. Existe un proyecto impulsado por el Ministerio Federal Alemán de Educación e Investigación en donde los expertos del Centro de Investigación de Karlsruhe, llevan a cabo un recorrido por todas las etapas del proceso de estirado-soplado. El proyecto fue iniciado en 2009 y debía concluir en el 2011.

La alta importancia de este proyecto queda de manifiesto en vista de la enorme cantidad de botellas PET que, año tras año, llega a los consumidores. Solo en Alemania se producen anualmente alrededor de 25.000 millones de botellas PET. (...) En el marco del proyecto se evalúan especialmente tres indicadores clave: los consumos de material, de corriente eléctrica y de aire comprimido.(...) Los costes de fabricación de la preforma y de producción de la botella PET son de un 15% cada uno.(...) Las primeras investigaciones evidencian que, mediante un estiramiento más rápido del material PET, es posible lograr un ahorro de material de aproximadamente un 3%(...) Un gramo menos de material por botella PET tendría como consecuencia que, considerando una producción anual de aprox. 100 millones de botellas PET, podrían ahorrarse 100.000 kg de dicho material. (Ide-e, 2014)

Según Castro (2009) el PET ganó tanto prestigio, que lentamente fue ocupando el lugar que anteriormente ocupaban el vidrio y el aluminio. Frente a otros materiales utilizados para la fabricación de envases, el plástico PET posee grandes cualidades que lo postulan como primera elección ante los otros: es resistente a la rotura y a la presión interna, es decir ,

posibilita envasar bebidas con alto contenido de gas, posee baja permeabilidad, es liviano, y a nivel estético presenta mejor brillo y transparencia.

Este material ya ganó el mercado de bebidas gaseosas, pero busca evolucionar hacia otro tipo de bebidas más naturales y livianas, para abarcar gran parte del mercado, especialmente en la gente joven. El mercado de agua mineral natural tradicional también está evolucionando hacia aguas con características especiales, son ricas en determinados minerales, tienen bajo contenido de sodio, hidratantes para uso deportivo, con antioxidantes, con vitaminas, entre otras. Gracias al avance de la tecnología fue posible desarrollar envases plásticos que sean aptos para contener bebidas de otras características, entre ellos los envases para llenado en caliente. Este proceso conocido como Hot fill, se utiliza para llenar envases de PET a altas temperaturas. Para poder llevar este proceso a cabo con éxito, se debe plantear el diseño del envase específicamente para este tipo de llenado, ya que los mismos sufren deformaciones morfológicas debido a las temperaturas del líquido que contienen.

Existe otro tipo de botellas en los que se busca que el envase tenga una barrera para evitar la entrada y salida de gases que deterioran el producto envasado, fundamentalmente oxígeno, llamado envases de barrera. Con esto se logra un mayor tiempo de vida (Shell life) del producto en el mercado. Los más desarrollados de este tipo, son los envases multicapa, que se elaboran inyectando y soplando envases con al menos dos capas de PET, una interna y otra externa que funcione como barrera. El envase con recubrimiento, es otro de los tipos de envase de barrera. A estos se les recubren las paredes internas con un producto que actúa como barrera, durante el proceso de soplado. Existe un tercer envase llamado absorbedor de oxígeno cuya fabricación necesita de otro tipo de tecnología, ya que requiere de otro tipo de PET con un aditivo que produce la absorción de oxígeno. En este caso ya no se utiliza la barrera, sino que el oxígeno que penetra al interior del envase es absorbido por el mismo envase evitándose el deterioro del producto envasado.

El PET actualmente se enfrenta a varios desafíos. Por un lado, el de ser utilizado para la fabricación de envases de otro tipo de bebidas y alimentos tales como vinos, licores, cervezas, jugos naturales, leches, té, que por el momento son envasados en contenedores de otro tipo de materiales. Por otro lado, a de ser utilizado para envases de mayor tamaño (5, 6 y 8lts descartables) y 12 y 20lts retornables, en los cuales el PET, tiene actualmente una baja participación, pero cuenta con todas las ventajas de poder ser probado en estos casos con un importante potencial de crecimiento. Como consecuencia se producirá una mayor diversificación del mercado, nuevas marcas comenzarán a hacerse notar, diversidad de diseños y formatos que requerirán una actualización permanente y el tener que recurrir a diseñadores creativos que se adapten a las nuevas tendencias y a los nuevos desafíos. (Logistica mx, 2009)

Esta tendencia en el diseño y fabricación de los envases PET, a diversificarse y crecer, dependerá de varios factores de origen diferente: cambio de hábitos culturales, evolución de la demanda, estrategias comerciales de las marcas líderes, evolución de la demanda en relación con la inversión tecnológica involucrada, como el caso de la cerveza, que en este momento se encuentra en un momento de transición entre la tradicional fabricación en vidrio, de sus envases y la incorporación del PET, o como el caso de los jugos naturales.

En todos los casos las posibilidades de desarrollo en países como Argentina dependerán de la evolución del consumo y del poder adquisitivo. Si bien la permanencia del PET en el mercado solamente se pondrá en riesgo con la aparición de otro material que pueda superarlo, en la actualidad, la industria no sólo se preocupa por el éxito en las ventas de los productos que industrializa, sino también en el impacto que ésta causará en el medio ambiente. Al respecto las principales contribuciones que puede hacer la industria de envases de PET en relación con el cuidado del medio ambiente están relacionadas con la disminución de la cantidad de material a utilizar para la fabricación de los envases, con el reciclado de los mismos posteriormente a su consumo y con el ahorro de energía en su procesamiento. En el primer caso toda la industria está permanentemente trabajando en el

desarrollo de envases más livianos y como consecuencia de esto en los últimos años ha habido una importante disminución del peso de los envases de PET (se estima superior al 15%).

En cuanto al reciclado post consumo también es permanente la preocupación de la industria y en estos momentos está en construcción una moderna planta de reciclado de PET (Bottle to Bottle) que permitirá utilizar el material reciclado para su utilización nuevamente en el soplado de botellas. Respecto al ahorro energético, los esfuerzos están principalmente orientados al desarrollo de nuevas tecnologías en los procesos de Cristalización y Secado del PET, como por ejemplo el uso de energía infrarroja (IRD). (Packaging énfasis, 2009)

El PET como material se posicionó como el preferido en el mundo del packaging, sobretodo en la fabricación de envases de botellas, pero la necesidad de bregar por el no deterioro del medio ambiente, lleva al desafío de la búsqueda de materiales sustentables como podrá apreciarse en el capítulo número cuatro.

Capítulo 4. Impacto económico-social de la reducción del plástico en las botellas

Según Arpet la mayoría de los avances tecnológicos, científicos, técnicos, los materiales utilizados en las actividades económicas, han provocado cambios en la relación que mantiene el hombre con la naturaleza. El crecimiento de bienes y servicios a escala mundial, provocó el deterioro de las condiciones de vida de la población y el ambiente. La sociedad hace uso y abuso de estas nuevas formas de vida para las cuales es necesario muchas veces, incorporar contaminantes o sobreexplotar recursos, cuestiones estas que provocan la degradación del ambiente. La problemática ambiental se manifiesta a nivel mundial, siendo imperioso que cada sociedad se ocupe a la brevedad de lograr un desarrollo ambientalmente sustentable en su espacio geográfico. Al decir la sociedad, se hace referencia a toda la cadena producción-consumo que abarca desde la extracción de las materias primas, los procesos intermedios, la máxima incorporación posible de materiales reciclados en el producto final, la minimización de residuos industriales y domiciliarios, intentando por todos los medios generar la menor cantidad de residuos posibles para así poder aprovechar la materia y la energía. La llamada Estrategia de las “RRR” se fundamenta en lo expresado anteriormente. Estas tres R simbolizan las palabras Reducir, Reutilizar y Reciclar. En el caso del material que interesa a este Proyecto de Graduación, el PET, no contiene cementantes y posee barrera de gases, propiedades que le otorgaron gran difusión como muy apropiado para envasar bebidas gaseosas, sifones y otros alimentos tales como aceites, cosméticos, entre otros. Sumado a las características mencionadas, se agrega el escaso peso de este material con respecto al producto envasado que es aproximadamente unas 50 veces menor.

En cuanto al cuidado del ambiente este polímero es el menos perjudicial ya que es apto para ser reciclado, destinándose el producto obtenido a la fabricación de fibras textiles que se utilizan en la confección del polar por ejemplo, también a alfombras, cepillos, escobas, pero, a pesar de ser el menos contaminante, es el más utilizado para la fabricación de envases. La creciente demanda por parte de la sociedad de consumo, alertó a quienes se

encuentran directamente relacionados con esta cuestión: industriales y comerciante, quienes se pusieron en marcha para poder comenzar por la reducción del material, en otras palabras se han propuesto lograr paulatinamente una reducción en la fuente. (Arpet, 2015)

4.1 Reducción de la fuente

De acuerdo a lo publicado por Las Guías Ambientales para el Sector Plástico del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, se entiende por reducción en la fuente a una estrategia que involucra diversas actividades tendientes a reducir la cantidad de material y energía que se utilizan durante el proceso productivo, de distribución y disposición final de productos, es decir utilizar menor cantidad para preservar los recursos naturales y lograr un menor acopio de residuos sólidos.

La aplicación de la reducción de la fuente trae como consecuencia ciertas ventajas tales como la disminución de la cantidad de residuos, dado que se utilizan menos materias primas; se prolonga la vida útil de los rellenos sanitarios; el ahorro de los recursos naturales y económicos; menor cantidad de energía utilizada durante la producción y durante el transporte; reducción de la contaminación y por consiguiente del efecto invernadero.

En cuanto a los envases de bebidas de consumo masivo, las nuevas tecnologías aplicadas al procesamiento de las resinas y el mejoramiento de los materiales, permiten la fabricación de productos con propiedades mecánicas, físicas y químicas que superan en calidad a los fabricados hace unos años. Estos nuevos envases soportan una reducción del espesor de sus paredes, logrando una disminución en su peso, contribuyendo de este modo a reducir el volumen de residuos plásticos. En cuanto a porcentajes, se han logrado disminuciones de hasta el 63% respecto de los fabricados durante la década del 60.

Durante la década del 70, las botellas de gaseosas de 2litros fabricadas en PET, pesaban aproximadamente 68 gramos, contra 53 que pesaban en 2004, representando por entonces una reducción del 22% del recurso. (Miniambiente, 2014)

4.2 La reducción de la fuente en el caso del PET

Tal como fue presentado hasta ahora en este trabajo, el PET es el material por excelencia que se prefiere actualmente para la fabricación de envases, en este caso: las botellas. Se lo elige en lugar de otros materiales porque es transparente, ligero, fuerte, seguro, irrompible y por sobre todas las cosas, reciclable. Es el preferido en la industrialización de botellas, ya que es fácil de trabajar, permitiendo un diseño de empaque nuevo e innovador. Ofrece al consumidor una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo aderezos para ensaladas, salsa de pasta, mantequilla de maní, salsa de tomate, vino y cerveza. El PET es una opción de empaque irrompible, seguro tanto para aplicaciones dentro y fuera del hogar. En materia de decisión acerca del material adecuado para la fabricación de botellas, la opción por tal o cual material es el adecuado, por parte de los industriales, no es lo que se pone en duda, ya que el PET es el material adecuado. La actual preocupación del sector industrial, es intentar que los envases utilizados para las bebidas que se comercializan, por un lado puedan sufrir una reducción en su costo y por el otro puedan dejar la menor huella ecológica, minimizando el impacto ambiental de los envases desechados y reduciendo el costo durante el transporte y manipulación de las bebidas.

El modo de lograr los objetivos antedichos es optimizando el diseño para minimizar el peso, otorgarle mejores propiedades de fluidez, claridad y resistencia al impacto., sumado a esto los grados de materias primas para termoformación ahora permiten regular mejor el espesor de pared y es posible aumentar la complejidad en inyección y soplado.

Arne Wiese, director de producto de Botellas y Formas de la empresa KHS Corpoplast en Hamburgo, sostuvo en una entrevista que se le realizara en julio del año 2012 que durante los últimos años, la tendencia en la reducción del espesor de pared ha estado presente sobre todo en botellas de PET descartables para envasado de agua sin gas. Desde su punto de vista, el mercado se encuentra cerca de alcanzar el límite posible. Para bebidas carbonatadas o envases reutilizables, el espesor de pared no se ha reducido en los dos

últimos años en forma importante, y no prevee que esta tendencia se incremente, debido a que una reducción de espesor en este tipo de aplicaciones reduciría la vida de anaquel, o sea el tiempo necesario para que un producto, en condiciones determinadas de envasado o almacenamiento, se deteriore hasta un estado inaceptable o sea un estado inadecuado para su comercialización. Definitivamente la reducción de materiales se presenta como una de las estrategias más atractivas para las empresas y el gobierno, pues implica un descenso en la cantidad de envases y embalajes desde la fuente, es decir, desde antes de su producción. Esta estrategia no es nueva, desde hace varios años las compañías han buscado la manera de reducir los materiales empleados en sus empaques, principalmente para ser más competitivos, ya que esto implica en la mayoría de los casos una disminución de costos en materias primas, energía, transportación, distribución y almacenaje. Existen distintos ejemplos de la continua reducción de espesores en prácticamente todos los materiales utilizados en la industria (los cuales en los últimos 20 años han alcanzado contracciones de más de 30%) como es el caso de las botellas de PET para bebidas carbonatadas, las latas para cerveza, las bolsas de plástico para supermercados, así como las cajas de cartón y los envases de vidrio.

La reducción del consumo de material empleado, sobre todo en el anillo soporte en el caso de las botellas, permite por ejemplo un ahorro de costes considerable en la partida de compras. El aprovechamiento de la flexibilidad y de la memoria de forma del plástico es otra de las tendencias en boga. Una botella PET de 500 ml sólo pesa 9,9 gramos y, gracias a la flexibilidad y al efecto memoria, la botella recupera su forma original después de comprimirse. Cuando se reduce el peso de una botella, ésta se refuerza generalmente con una serie de concavidades que la hacen rígida, con lo cual existe peligro de rotura y supone, por tanto, una limitación a la hora de reducir el peso. En cambio, si la botella es flexible, pueden eliminarse estas concavidades. Así, a pesar del reducido peso de la botella, es posible elegir con total libertad la forma del envase, hacer que la superficie no resbale y mantener dentro de unos límites el ruido que hace la botella al aplastarse. Gracias a la memoria de forma, la botella soporta óptimamente los esfuerzos a que se ve sometida

durante los procesos de transferencia, embalaje y transporte. (Plástico, 2012)

La nueva tendencia es la reducción en el peso por unidad, al respecto varios proveedores de soluciones de empaque se han concentrado en diseñar botellas que pesen menos, como la empresa Kronos, que diseñó una botella de 500 cm³ que tan sólo pesa 8.8g, contra los 13 o 16g que suelen pesar esos tipos de botellas.

En la parte de la boca de la botella es donde se encuentra el avance en diseño más importante: mientras que esta zona en botellas convencionales pesa cerca de 3,5 g, en el nuevo diseño tan sólo pesa 1,959 g. El espesor de pared también se ha reducido a 0,1 mm, lo que representa un ahorro de material entre 20 y 30%. La empresa cita como una ventaja adicional que la botella está fabricada con PET convencional y no con materiales especiales, y que una vez llenada soporta 33 kg de peso en su parte superior, una condición fundamental para ser apilada durante el almacenamiento. (Plástico, 2008)

Sin embargo, aunque esta estrategia indudablemente tiene muchos beneficios para las compañías y para la protección del medio ambiente, es importante que se conozcan y se tomen en cuenta sus limitaciones. Por ejemplo, deberá evaluarse si dicha reducción es justificable, dado que puede afectar la protección del producto. De nada sirve rebajar la cantidad de material de envase y embalaje si esto va a generar un porcentaje mayor de desperdicios al no protegerlo adecuadamente. Por ello, debe cuidarse el delicado balance entre la cantidad y la calidad. Antes de considerar cualquier reducción es importante determinar de manera precisa la protección que requiere la mercancía para empacarse, transportarse, almacenarse y comercializarse sin afectar su calidad; así como llegar en buenas condiciones al usuario para que éste lo consuma y disponga de él de una manera eficiente. Por lo tanto, aunque la estrategia suene muy sencilla y en ocasiones se piense que sólo implica la eliminación de material innecesario o la baja de volúmenes y espesores, se requiere en muchas ocasiones de la creación de materiales más resistentes, el desarrollo de nuevas tecnologías o el empleo de técnicas de diseño más sofisticadas y eficientes, para lo cual es necesario contar con recursos y personal capacitado en diferentes áreas y tecnologías. Dicho personal no debe desconocer, por ejemplo, que esta reducción puede afectar tanto las propiedades de barrera como las propiedades mecánicas, lo cual dependerá del porcentaje de reajuste, y también de qué capa o capas se rebajarán.

En cuanto a las propiedades de barrera, esta propiedad en los envases es un factor clave en el desempeño que estos pueden tener en su función como protectores primarios del producto que contienen. Dependiendo de las características de barrera de las resinas plásticas, una u otra se selecciona para la fabricación de los envases. Sin embargo en la actualidad, con el desarrollo de nuevas tecnologías tanto a nivel de materias primas como de proceso, es posible obtener materiales con baja permeabilidad a ciertos gases, partiendo de resinas que inicialmente no tenían esta propiedad; por ejemplo, envases de PET con barrera al oxígeno. Si lo que se busca es reducir el calibre, pero mantener al mismo tiempo las propiedades de barrera, se necesitaría sustituir uno o varios de los materiales por otros que tuvieran una barrera más alta, aunque en algunos casos –como en el de los polímeros de barrera al oxígeno (PA, EVOH, PVDC, etcétera), esto podría implicar tener que utilizar otros métodos de extrusión de mayor complejidad. Por otra parte, en el caso de las propiedades mecánicas, la rigidez está directamente relacionada con el espesor, y es especialmente importante en empaques como el stand up pouches o los empaques de llenado horizontal, en donde una baja rigidez de la película puede afectar la maquinabilidad, la funcionalidad y la apariencia. (Plástico, 2012)

Aunque en algunos casos la reducción de espesores resulte sencilla, en otros se requiere un buen conocimiento de las propiedades de los diferentes polímeros, métodos y tecnologías de conversión, así como del uso de modelos matemáticos que permitan diseñar las películas de una manera óptima. De este modo la disminución de materiales puede hacerse sin impactar la calidad del empaque y por lo tanto sin afectar la protección requerida por el producto.

4.3 Indicadores adicionales

En adición a todo lo anterior, también es necesario mencionar que hay otros indicadores a tomar en cuenta para determinar si la reducción de materiales es justificable o no, y esto es especialmente necesario cuando se considera la sustitución de un tipo de envase o embalaje por otro. Existen ejemplos de todo tipo, como la sustitución de envases rígidos por flexibles, de vidrio por PET, cajas de cartón por películas termoencogibles, envases de poliestireno por cartón, plásticos por materiales biodegradables, etcétera. En todos estos casos en los que puede haber una disminución en el material de envase y embalaje, y en los que puede suponerse que se mantiene una adecuada protección del producto, también se necesita considerar cual será el impacto real de este cambio en el ambiente por medio de la medición de factores tales como la emisión total de gases de efecto invernadero (CO₂, CO, metano, etcétera) y la medición del uso total de agua y energía. Para hacer un análisis integral y poder medir cual será el impacto total de la estrategia de reducción de materiales, es necesario utilizar metodologías como las del Análisis de Ciclo de Vida (LCA) y así constatar si el impacto total del envase y embalaje es positivo para el medio ambiente. Aunque todavía sean pocas las compañías que utilicen este tipo de metodologías, esto se incrementará más en el futuro por las crecientes regulaciones gubernamentales que tratarán cada vez más de minimizar el uso de envases y embalajes, y el consumo de agua y energía. Finalmente, además de considerar las implicaciones y beneficios que puede tener la reducción de materiales en la protección del producto, en los costos, en la tecnología y en el medio ambiente, también es necesario tener en cuenta la reacción del consumidor ante los cambios que se realicen. Actualmente los consumidores están más conscientes del impacto que tienen los envases y embalajes en el medio ambiente, y por lo tanto toman decisiones de compra que pueden afectar las ventas.

En una reciente encuesta realizada en el Reino Unido, se dio a conocer que 35% de los consumidores están tratando de comprar artículos que minimicen el uso de envase y embalaje. Como los detergentes líquidos concentrados y los empaques rellenables;

asimismo, las presentaciones familiares son seleccionadas y favorecidas no solamente por los consumidores, también por las cadenas comerciales. Debido a esto, es necesario que las empresas adopten esta estrategia de reducción de materiales, no sólo para hacer cambios en sus productos actuales, sino como una práctica indispensable para el desarrollo y la innovación de los nuevos.

Pero el aligeramiento de los envases de PET, no sólo contribuye al mayor cuidado del medio ambiente sino que significa un ahorro de su coste final, incrementando las ganancias de las empresas. A esta tendencia por la reducción del material continuada, se le ha unido también una sensibilidad e interés creciente asociada a una idea de sostenibilidad, interpretando que la mejor forma de contribuir a un consumo responsable es por la vía preventiva, evitando o minimizando la cantidad de materiales incorporados en los envases, máxime cuando su origen se encuentra en fuentes energéticas no renovables. A pesar de que aligerar el peso está de moda, los responsables de mercado y ventas tanto de las grandes marcas como de las marcas de los distribuidores, deben reflexionar sobre el impacto que tales cambios tendrán en la aceptación de sus productos por los consumidores. ¿Pueden ir tan lejos desde un punto de vista táctil, hasta el punto de comprometer la percepción de calidad del producto y su durabilidad?. Por tal motivo, otros aspectos a tener en cuenta antes de proceder con la reducción del material son los siguientes: tener en cuenta el ahorro de costes, que esté presente la sostenibilidad sin dejar de lado la percepción y aceptación del consumidor; no dejar de lado la funcionalidad (comportamiento mecánico en toda la cadena logística), la durabilidad, incluida la compatibilidad con barreras multifuncionales (gases, luz, etc.) y no descuidar la reciclabilidad final del envase.

En el Seminario PET bottle lightweighting (2007), en el que estuvieron representados todos los participantes en el sector (fabricantes de botellas y tapones, llenadores, productores de resinas y maquinaria, moldistas, cadenas de distribución y las grandes marcas del sector de bebidas) se llegó a la conclusión de que el diseño, prestaciones y viabilidad técnica y comercial de un envase de PET es una cuestión muy compleja y prácticamente todos los

operadores en el sector han contribuido innovativamente en el proceso hacia los envases más ligeros.

Los especialistas que participaron en dicho Seminario llegaron a la conclusión de que para lograr el óptimo resultado en cuanto a encontrar un equilibrio entre optar por la reducción, pero a la vez no desmejorar la calidad de los envases, por tal motivo enunciaron que se debe contar con el involucramiento del consumidor final para la aceptación de envases más ligeros, tener sumo cuidado en el tamaño y diseño de las botellas: con una adecuada distribución del material y reforzando sus áreas más críticas (hombros, fondo, agarre). Prestar especial atención a los equipos de prototipado y test que permitan una evaluación de viabilidad industrial y logística temprana. En cuanto a los detalles más importantes fueron mencionados: cuellos y cierres más ligeros. Fondos ligeros y reforzados (contra el stress cracking), tapones aligerados que garanticen funcionalidad y estanqueidad, preformas adecuadas para permitir grandes ratios de estiro (Strecht ratios), resinas de PET especiales para permitir el proceso de botellas muy ligeras (fluidez, cristalización, inhibida) con las adecuadas prestaciones mecánicas, tecnología y equipos de Inyección y soplado por moldeo para permitir procesar eficientemente estas preformas y botellas., adaptación de líneas de llenado, lavado, etiquetado, alimentación y empaquetado. Cualquier objetivo de aligeramiento de envase no deberá descuidar ningún detalle, y por ello, sugerimos su tratamiento como proyecto (case study) integral de envase.

La puesta en marcha de un proyecto semejante, traerá como consecuencia un incremento en las ganancias ya que cada gramo reducido en una botella en un mercado de 100 millones de botellas evita el consumo de 100 tn de PET- USD 170.000 a USD 1.700 / tn PET, 80000 kWhr de energía en producción de botellas, 36tn CO2 generadas. (Grupo csl, 2010) Pero no sólo la tendencia se vuelca hacia el lado de la reducción como modo de incrementar los ingresos, sino también la preocupación gira en torno a la sustentabilidad.

4.4 Tendencia a la sustentabilidad

El término se hizo conocido en el año 1987, cuando la World Commission on Environment

and Development de las Naciones Unidas también conocida como la Comisión Brundtland, publicó el reporte llamado Our common future (Nuestro futuro en común), centrado en el concepto de desarrollo sustentable. El concepto de sustentabilidad está estrechamente ligado al hombre, a diferencia del de ecología que apunta más al cuidado del planeta. De esta forma, apunta al bienestar de las futuras generaciones, sin perjudicar el ecosistema y sus recursos, dada su dependencia en ellos. El término sufrió diferentes transformaciones a lo largo del tiempo hasta llegar al concepto moderno basado en el desarrollo de los sistemas socioecológicos para lograr una nueva configuración en las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable: la económica, la social y la ambiental.

La República Argentina genera 12 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos anuales, conformado en buena parte con envases comerciales desechados. La industria del envase asume su parte de la responsabilidad y ha presentado el Proyecto Global de Sustentabilidad en Packaging desarrollado por el Consumer Good Forum cuyo capítulo local es el Instituto Argentino del Envase (IAE). El Proyecto está conformado por un Marco de Referencia y un Protocolo de Aplicación Técnica que buscan establecer indicadores comunes de sustentabilidad para la industria del envase. Establece principios, definiciones, indicadores y métricas comunes para toda la industria para promover una reducción de costos, de impacto en el ambiente y para mejorar la reputación entre los consumidores.

Noticias recientes informan que investigadores científicos cordobeses del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) crearon un material biodegradable, antifúngico y antibacteriano a base de proteína de soja. Según datos publicados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, en Argentina aproximadamente el 21 por ciento de los residuos sólidos urbanos están constituidos por plásticos, papel y cartón. Muchos de ellos, como bandejas, sobres, bolsas y films, provienen de los embalajes de alimentos y su tiempo de degradación varía entre algunos meses hasta varios años. Esta preocupación orientó el trabajo de investigadores independientes del CONICET, el Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV,

CONICET-UNC) y el Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Químicas (UNC). Para reemplazar el uso de plásticos los científicos trabajan en el desarrollo de materiales biodegradables formulados en base a sustancias de origen natural. De acuerdo a las investigaciones realizadas, la ventaja de estos envases por sobre los que no son biodegradables es que son más económicos y pueden ser separados a partir de residuos industriales. La ventaja es que son más económicos respecto a los sintéticos y pueden ser preparados. Luego de la investigación crearon un film biodegradable que puede utilizarse como embalaje de alimentos y que, además de protegerlos y mantener su frescura, retrasa el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias cuando se le agregan sustancias específicas. El trabajo fue publicado en la revista Food Hydrocolloids.

El material desarrollado por los científicos cordobeses es una bicapa (BBC), es decir que aunque parezca una película simple consta de dos capas que son inseparables y pueden distinguirse sólo a través de un microscopio. El film obtenido es transparente, similar a los embalajes plásticos tradicionales y, por sus propiedades, es ideal para contener alimentos.

La primer capa es una película que se forma a partir de un concentrado de proteínas de soja, muy abundante en Córdoba por la gran cantidad de cosechas de este vegetal y por ser uno de los principales residuos de las industrias aceiteras. En un comienzo notaron que a pesar de ser un material de muy bajo costo, sus propiedades no eran adecuadas para el fin al que iba a ser destinado: el estiramiento y la posibilidad de soportar altas temperaturas, por lo que el desafío de los científicos consistió en buscar diferentes modificaciones químicas para mejorar sus características. De esta manera, lograron añadir la segunda capa compuesta por poliácido láctico, un biomaterial que es de origen natural aunque también puede ser sintetizado por el hombre. El poliácido láctico mejora las propiedades mecánicas y la resistencia al agua del producto final y posee menor permeabilidad al vapor de agua, lo que permite conservar la humedad de los alimentos. La capa de soja, por su parte, evita la penetración del oxígeno, minimizando la oxidación del contenido y, además, es capaz de contener agentes antifúngicos y antibacterianos y liberarlos de manera controlada. De este

modo se logra el objetivo de retrasar la formación de hongos y bacterias. “Los envases activos, como este, evitan la utilización de aditivos en los alimentos y su posterior ingesta en el consumo”, asegura la investigadora. Además la cantidad de agente activo que se aplica en el envase es menor que la que se añade en la comida y, si bien no es una estrategia muy desarrollada a nivel mundial, es una tendencia que empieza a perfilarse.

Estas dos capas tienen muy buenas interacciones, lo que permite que no se separen. Por otra parte se comportan de manera similar, son transparentes y las propiedades de cada uno se potencian en presencia del otro. Por último, los científicos realizaron experimentos comparando cómo se conservan los alimentos con un embalaje comercial tradicional (EC) por un lado, y por el otro, con el film bicapa desarrollado que contiene natamicina, un antifúngico de uso corriente (BC + N). Estas pruebas mostraron que los alimentos -tomate, manzana y queso- envasados con BC + N conservan su frescura durante más tiempo y el crecimiento de mohos y bacterias es notablemente más lento que en aquellos empacados con EC. Con el envase BC + N, la formación de mohos se retrasó trece días en tomates y ocho en manzanas respecto al EC. Por otra parte, un trozo de queso fresco sin envoltorio mostró deterioro al sexto día de almacenado, mientras que se conservó sin moho al recubrirlo con el film BC + N. Finalmente, mediante estudios de enterramiento, se demostró que en contacto con la tierra el film bicapa se biodegrada y desaparece en cuestión de semanas. (Conicet, 2014)

En cuanto a la cantidad de basura generada por los envases de botellas, según datos aportados por la industria del reciclado, en Argentina se consumen 500 mil botellas por hora, es decir, son 12 millones de envases que se desechan a diario y van a parar a rellenos sanitarios o a basurales a cielo abierto. Fabricantes y minoristas ven la temática de la sustentabilidad en envases desde enfoques diferentes, algunos basados en la reducción del espesor de los empaques, otros orientados sólo hacia el Ciclo de Vida del producto. El Proyecto Global de Sustentabilidad en Packaging, busca establecer principios, definiciones, indicadores y métricas comunes para toda la industria, para promover una reducción de

costos, de impacto en el ambiente y para mejorar la reputación entre los consumidores.

Los indicadores materiales que propone analizan la relación entre peso del envase sobre el peso del producto, el índice de reutilización y porcentaje de contenido reciclable. En el plano ambiental, se refiere al índice de recuperación, nivel de toxicidad y uso de gases de efecto invernadero de cada envase. En su dimensión social pone el foco en las jornadas de trabajo, salud laboral y prácticas responsables en el lugar de trabajo. En cuanto a los costos, sus autores consideran que al proponer indicadores comunes para todos los actores como fabricantes, minoristas, gobiernos y recicladores se optimizan los tiempos de establecer criterios comunes. Entre otras cosas, el proyecto se orienta hacia la creación de infraestructuras de reciclado eficientes ya que sus creadores sostienen que no se puede seguir enterrando petróleo en forma de plástico, cuando se posee una matriz energética dependiente de los combustibles fósiles.

Durante la presentación del proyecto citado, los científicos citaron la oportunidad en que se celebró la conferencia Río+20. Rio+20 es el nombre abreviado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil del 20 al 22 de junio de 2012, veinte años después de la histórica Cumbre de la Tierra en Río en 1992. Río +20 fue también una oportunidad para mirar hacia el mundo que se quiere lograr tener en 20 años. En la Conferencia Río +20, los líderes mundiales, junto con miles de participantes del sector privado, las ONG y otros grupos, se unieron para dar forma a la manera en que puede reducir la pobreza, fomentar la equidad social y garantizar la protección del medio ambiente en un planeta cada vez más poblado.

Las conversaciones oficiales se centraron en dos temas principales: cómo construir una economía ecológica para lograr el desarrollo sostenible y sacar a la gente de la pobreza, y cómo mejorar la coordinación internacional para el desarrollo sostenible. Se trató de una oportunidad histórica para definir las vías hacia un futuro sostenible, un futuro con más empleos, más energía limpia, una mayor seguridad y un nivel de vida digno para todos.

En dicha conferencia quedó claro que para alcanzar el Desarrollo Sustentable es necesario

trabajar en Producción y Consumo Responsable y que para eso es necesario hacerlo en el Análisis del Ciclo de Vida del Producto. El Protocolo del Proyecto Global de Sustentabilidad en Packaging analiza ventajas y desventajas de cada packaging en su propio contexto de uso. (Comunicarse web, 2013)

Ya en el año 2011 en España, una marca de agua mineral natural lanzó la primera botella de plástico con un 20 por ciento de plástico de origen vegetal, obtenido de los residuos o deshechos provenientes de la caña de azúcar. Dicho envase en forma de garrafa, se fabrica en la planta de envasado de Lanjarón en Granada con plástico de origen vegetal, un material químicamente inerte, resistente e inalterable y preserva el producto en todas sus etapas de transporte, almacenaje y hasta su consumo. Asimismo, dicho material mantiene todas las propiedades de seguridad, higiene y composición del agua mineral natural, sin alterar su sabor, ni sus propiedades nutricionales. El nuevo envase conlleva además beneficios medioambientales pues reduce un 21% la huella de carbono (emisiones de CO₂) gracias a la introducción de plástico de origen vegetal, la reducción del peso en el envase y en el tapón y su optimización logística que se traduce en una mayor eficiencia ecológica.

Esta innovación supone el primer paso de la marca y de la empresa española, hacia el uso de materias primas renovables en sus envases. Tanto el PET como el plástico de origen vegetal que conforman este nuevo envase, son materiales 100 % reciclables y deben depositarse en el contenedor amarillo. (Justo y sustentable, 2011)

Una de las empresas pioneras en la utilización de envases sustentables, pero para gaseosas es Coca-Cola ya que promueve el uso de estos envases a los cuales llama PlantBottle, la nueva botella de plástico compuesta hasta con un 30% de materiales de origen vegetal y 100% reciclable. Tiene la misma apariencia, vida útil y composición química que una botella de plástico tradicional. La diferencia es que PlantBottle utiliza aproximadamente un tercio menos del material derivado del petróleo, que tradicionalmente se utiliza para fabricar las botellas tradicionales de plástico PET.

Es así como Coca-Cola da un paso trascendental en su camino hacia el envasado 100% sostenible, siendo la primera empresa en llegar al mercado con botellas plásticas reciclables y fabricadas parcialmente a partir de plantas, en su etapa inicial con su botella de Coca-Cola regular de 500 ml. La meta de sustentabilidad de estos envases consiste en reducir la huella ambiental, disminuyendo el uso de material, aumentando el reciclado, utilizando mayor cantidad de materiales reciclados y renovables, y promoviendo tecnologías innovadoras. En este sentido, el envase PlantBottle, representa un hito más dentro de la estrategia de sustentabilidad de la compañía, al reducir la dependencia de una fuente de energía no renovable como el petróleo, insumo básico para la fabricación PET tradicional, y reemplazándolo por material de origen vegetal.

Con este tipo de innovación, la empresa busca demostrar cómo desde el sector empresarial se puede ayudar a abordar el cambio climático y reducir el estrés causado sobre los recursos naturales. La empresa líder en gaseosas se posiciona entre las primeras industrias de envases sustentables. Ha sido pionera en el desarrollo de nuevas tecnologías para reducir el uso de insumos, reciclar y reutilizar sus empaques. Trabaja con el propósito de que sus envases sean percibidos como un recurso valioso para un uso futuro. Su objetivo es promover la sustentabilidad de los envases reduciendo el peso de sus botellas y reusándolas mediante el incremento del porcentaje de envases retornables en su sistema de empaque, lo que permite no sólo el ahorro de materia prima, sino también de energía. (Jc magazine, 2013) Pero las acciones con respecto a la sustentabilidad no sólo están dirigidas a cambiar aspectos del ciclo de vida de los productos, sino que también existen otros proyectos que apuntan a la legislación y a una normativa que regule la producción, por un lado, y el comportamiento de los consumidores por el otro.

4.5 Legislación para la sustentabilidad

Un ejemplo es el proyecto de Uso sustentable de envases y gestión de residuos, que

impulsa la diputada nacional Adela Segarra. Dicho proyecto regula la fabricación, uso, reciclado de envases y establece un aporte por cada envase puesto en el mercado de nuestro país. Este aporte servirá para la puesta en marcha de un Sistema de Gestión de Residuos de Envases y un Ente administrador que coordinará el desarrollo de este sistema en todo el territorio nacional. La iniciativa presentada por la diputada Segarra, producto de las propuestas de la Secretaría de Medio Ambiente, las Cámaras de fabricantes de envases y recicladores nucleados en la economía social; pretende reducir el impacto negativo que los envases y sus desechos tienen sobre el medio ambiente. En este sentido establece responsabilidades en toda la cadena de fabricación, consumo, deshecho y reciclado. Regulando la actividad de quienes fabrican y compran envases y la inclusión de recuperadores y recicladores formales e informales.

La diputada plantea establecer los presupuestos mínimos para el uso sustentable de los envases y el tratamiento de sus residuos en todo el país, protegiendo los recursos naturales de nuestro territorio en forma unificada y coherente.

El proyecto, expediente N° 1859-D-2013, propone la creación de un Sistema de gestión Integral de Envases y sus residuos financiado por los fabricantes y establece un aporte por parte de la industria por cada envase fabricado. Crea además un Ente de Administración de dicho Sistema que coordinará la gestión integral de sus residuos, a través de su reutilización, el reciclado y demás formas de valorización.

Las y los consumidores también jugarán un rol importante ya que según la característica del envase deben retornarlos en forma adecuada de separación, higiene y mantenimiento para que se pueda disminuir el impacto negativo de los envases que es el principal propósito de esta ley. Para ello, según el artículo 27, se promoverán, contenidos educativos y de preservación del ambiente y monitorear el resultado de las campañas de educación permanentes destinadas a la ciudadanía en general, con el objetivo de sensibilizar y mejorar los hábitos de comportamiento ambiental en los distintos sectores de la población, promocionando la necesidad de valorizar los residuos de envases.

Este es sólo un ejemplo de los tantos proyectos de ley que desde los distintos partidos políticos se presentan con el objetivo de lograr una toma de conciencia de que la necesidad de que todas las acciones involucradas en el ciclo de vida de los productos se encuadren por completo hacia un comportamiento totalmente responsable.

En apariencias, si bien aún hay muchísimo camino por recorrer, todo da muestras de que las grandes empresas van demostrando que pueden pensar y concretar proyectos que contemplen ese accionar responsable. Lo preocupante son las pequeñas empresas, las que carecen del capital necesario para poder comprometerse de la misma forma.

Capítulo 5. Desarrollo de un pack sustentable

Este capítulo propone la solución para la problemática planteada, es decir, el diseño de un envase de 500ml más liviano, que utiliza menos material para su fabricación. Como se explicó en la introducción de este proyecto de graduación, el objetivo general de este proyecto, será el diseño de un pack sustentable para la región de Argentina enmarcado en la categoría de bebidas de consumo masivo. El envase será fabricado mediante el proceso de fabricación por inyección soplado y se utilizará el PET como material para la fabricación, dado que tiene las mejores cualidades para el objetivo a cumplir. Uno de los objetivos específicos de este proyecto es poder acercar a aquellas empresas pequeñas que no tienen la posibilidad de contratar un servicio de diseño dedicado exclusivamente para su producto, un envase genérico, más liviano, con la posibilidad de poder colocar el logo de la marca en el grip del envase. De esta manera mediante este proyecto de graduación se plantea la posibilidad de que la tendencia en sustentabilidad en lo que refiere a los envases esté al alcance de la mayoría. Como segundo objetivo se produce, no solo un beneficio para las pequeñas empresas, sino que también se produce una mejora en el medio ambiente, ya que al reducir el material a utilizar en la fabricación del envase, se reduce la contaminación que se produce al fabricarse.

Para poder llevar a cabo esta propuesta de diseño se realizó una simulación virtual al modelo 3d. Dado que presentar una muestra física del envase conlleva una gran inversión en moldería y no se dispone de ella, la comprobación y el éxito de la propuesta se realizaron digitalmente. Para ello se procedió a realizar un ensayo de carga vertical, donde se comprueba la resistencia a la compresión del envase diseñado.

Como se mencionó a lo largo de este proyecto, los envases deben tener una identidad, por eso, dicho envase, podrá ser personalizado con el logotipo correspondiente a la marca de la empresa que lo solicite, buscando una salida exitosa para las empresas pequeñas de la región de Argentina, sin dejar de lado que pueda ser de suma utilidad también para las multinacionales cuyo objetivo sea abaratar costos manteniendo la calidad de sus productos.

El hecho de reducir la cantidad de material a utilizar para la fabricación de este envase, trae como consecuencia, un producto que deje menor huella de carbono en su círculo vital, y por ende colabore con el cuidado del medio ambiente. Mediante el análisis estructural de elementos finitos ensayado sobre la propuesta de empaque, se buscará optimizar la funcionalidad, teniendo en cuenta los fenómenos por los cuales el envase atraviesa a lo largo de su trayectoria hasta llegar al usuario.

5.1 Influencia del Diseño Industrial

Para poder comprender de que manera el Diseño Industrial interviene en la solución brindada, se debe comprender a que se refiere su termino.

El diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las prioridades formales de los objetos producidos industrialmente. La forma tiene por misión, no sólo alcanzar un alto nivel estético, sino hacer evidentes determinadas significaciones y resolver problemas de carácter práctico relativos a la fabricación y el uso. Diseño es un proceso de adecuación formal, a veces no consciente, de los objetos. (El diseño industrial reconsiderado, 1977)

El diseño industrial es un servicio profesional que consiste en crear y desarrollar, conceptos y especificaciones que optimizan la función, el valor y la apariencia de productos y sistemas para el beneficio mutuo del usuario y del fabricante. La principal tarea de un diseñador industrial es generar conceptos y especificaciones a través de la recopilación, el análisis y la síntesis de datos, guiados por las exigencias y requisitos del cliente o del fabricante. La transmisión de estas ideas es llevada a cabo mediante bocetos, modelos y descripciones verbales.

Por lo general, los servicios de diseño industrial se facilitan en el contexto de una relación laboral de cooperación con otros miembros de un grupo de desarrollo. En estos grupos suele haber especialistas en gestión, marketing, ingeniería y fabricación. El diseñador industrial busca expresar conceptos que guarden un balance de las recomendaciones marcadas por los diferentes especialistas.

El aporte del diseñador industrial hace hincapié en aquellos aspectos del producto o sistema más vinculados directamente a características, necesidades e intereses humanos, lo que requiere un conocimiento especializado de criterios visuales, táctiles, de seguridad y conveniencia, orientados al usuario. Igualmente, se consideran recursos esenciales del diseño industrial la formación y la experiencia a la hora de anticipar los factores psicológicos, fisiológicos y sociológicos que el usuario percibe y por los que, además, resulta influenciado. Los diseñadores industriales también se preocupan, a efectos prácticos, de los procesos técnicos y requisitos de fabricación; de las oportunidades de mercado y de las limitaciones económicas; de las ventas de distribución y de los procesos de servicio. Trabajan para asegurarse de que las recomendaciones sobre el diseño utilicen los materiales y la tecnología de manera eficiente y observen todos los requisitos legales y de regulación.

Además de facilitar conceptos para productos y sistemas, brindan consejo para múltiples cuestiones relacionadas con la imagen del cliente. Entre tales tareas se encuentran sistemas de identidad de producto y organización, creación de sistemas de comunicación, diseño y planificación del espacio interior, dispositivos de publicidad, así como empaquetado y otros servicios relacionados. Se acude a ellos en una gran variedad de escenarios administrativos como asesores en la creación de las normas industriales, directrices reguladoras y procedimientos de calidad y control para mejorar la fabricación y los productos.

Los diseñadores industriales, como profesionales, son conscientes de que están obligados a cumplir con las responsabilidades contractuales frente a los clientes, a proteger el bienestar y la seguridad pública, a respetar el medio ambiente y a observar una práctica ética de su actividad.

5.2 Etapa de diseño

A pesar de todos los recaudos que puedan llegar a tenerse durante las etapas antes mencionadas, la etapa del diseño del envase es fundamental, puesto que los errores

cometidos en esta etapa, pueden provocar futuros accidentes que se originan por diversas causas.

Según el IAS, una de las causas es por la irregularidad de las formas. Con el motivo de competir en cuanto a la forma del envase, para hacer que el producto gane presencia ante la competencia en las góndolas que los exhiben, muchas veces se deja de lado lo anatómico y se centra en la belleza de su forma. Las variedades de envases que ofrece el, hace que muchas veces el envase se elija más por su atractivo y no por la función que debe cumplir para con el consumidor y lo práctico que debe ser en manipulación. La sujeción, manipulación y el almacenamiento de los envases plásticos se hacen más difíciles si sus superficies son completamente lisas.

A su vez el IAS afirma ciertas características que deben tener los envases plásticos para que sean funcionales. Deben tener formas simples, principalmente circulares y poseer superficies nervadas o localmente estriadas en la zona de sujeción del envase para aumentar su resistencia a la compresión. Se recomienda colocar un asa de sujeción para los envases superiores a 1 litro y menores de 10 litros. Para aquellos envases cuya capacidad sea superior a 10 Litros y menores de 25 Litros se recomiendan colocar dos asas de sujeción. Se recomienda también que para los envases de 25 Litros o superiores se deben colocar dos asas de sujeción en una posición que facilite su transporte y manipulación. Los envases de 60 Litros o más deben llevar además de la abertura principal otra de descompresión para facilitar una salida normal del líquido.

El IAS hace referencia también a las tapas que se deben utilizar para el sellado de los envases, recomienda que el uso de tapas roscadas tiene un sellado superior al que realizan las tapas de simple presión. De esta manera se puede mejorar la estanqueidad de la tapa utilizando otra tapa como complemento. Este complemento puede ser: una membrana metálica de inviolabilidad, una tapa interior y una junta de PE, caucho sintético o un producto similar. Otra manera de mejorar la estanqueidad del envase es utilizar tapones de rosca de doble precinto, provistos de una junta de caucho sintético que se coloca en el fondo de la

tapa, como las tapas que traen las bebidas de consumo masivo como el agua, gaseosa, jugos, entre otros.

En este proyecto de graduación se hizo hincapié en lo ideal que es el material PET para la fabricación de botellas por sus propiedades de barrera. Pero no se debe dejar de tener en cuenta los agentes externos que pueden afectar a este material. Según el IAS los envases plásticos no ofrecen una garantía de seguridad absoluta durante su utilización, ya que pueden sufrir figuraciones, agrietamientos o roturas; presentar formas mal adaptadas a su manutención, o no asegurar un correcto ángulo de estabilidad para que el envase sea correctamente almacenado. Por esta razón es que se deben realizar los estudios necesarios que dan certeza del correcto funcionamiento del empaque.

Como primera instancia, el Instituto de asistencia social aconseja también que las empresas fabricantes controlen la calidad de la materia prima con la que trabajan, para así asegurar la calidad del producto, que identifiquen adecuadamente el producto contenido por el envase, controlando su vida útil en caso de reutilización, que se adapte la forma de los envases teniendo como preferencia a las morfologías circulares. Con respecto a la sujeción se aclara que es conveniente que el aza este en el propio envase y estas deberán soportar el peso del envase lleno.

Todo lo anterior deberá complementarse con el control de ciertos aspectos tales como la duración y el estado del envase; el someter a los procesos de homologación cualquier envase nuevo o de productos de recuperación en función del producto que vaya a contener. Esto es conveniente hacerlo cada vez que el envase vaya a cambiar de contenido. (Insht, 2014)

La industria del packaging crece día a día a pasos agigantados, pero ya no sólo crece centrándose en la búsqueda de resultar más atractivo para los consumidores con el afán de incrementar las ventas, sino que avanza con otra línea de dirección, una dirección que busca la salida más conveniente para el cuidado del medio ambiente, apostando a la sustentabilidad.

5.3 Características del envase propuesto

Como se menciona a lo largo del capítulo, hay ciertos requisitos que se deben cumplir para que un empaque sea sustentable. La propuesta en fin, consiste en el diseño de un envase de peso reducido, de capacidad 500ml, cuya posibilidad será la de poder customizar la zona del grip de la botella, entendiéndose grip como la zona de agarre del producto, de esta manera se personaliza el diseño para cada marca en particular. El empaque está compuesto por la zona del pico, la zona de la etiqueta, la zona del grip, la cual será la parte intercambiable del molde de soplado, y la zona de la base. El grip, será la parte móvil del molde de soplado, esto permite que pueda ser reemplazada mediante el cambio de postizos en el molde, característica que posibilita, como bien se mencionaba anteriormente, la customización del envase con la marca deseada. De esta manera, se podrá obtener un diseño propio para cada marca.

El diseño debe ser válido para todos, tanto para empresas multinacionales como regionales que cubren con sus productos diversos nichos de mercado. Al fin y al cabo todas las clases de productos deben su éxito o fracaso únicamente a los consumidores y éstos demandan productos que convengan a todos sus sentidos. El diseño es, sin lugar a dudas, el medio más eficaz para captar la atención del consumidor y dar personalidad inconfundible a una marca. Una vez que el diseño capta la atención del consumidor junto con el producto que contiene dentro, se establecen las bases de una relación permanente entre el producto y el consumidor.

El diseño ser bello y funcional, ya que un diseño perfecto une lo útil y lo atractivo. La combinación de belleza y funcionalidad logran que el envase gane la competencia diaria a la cual se enfrenta en las góndolas de exhibición, al momento de la compra, sin embargo, en la segunda fase de la decisión cuentan otras características, como por ejemplo, efecto sensitivo y manejo del envase, estabilidad, en estado lleno y vacío, características al momento de la dosificación del producto. Según la empresa francesa Dassault Systems, deleitar a los consumidores es fundamental en la evolución del packaging en el mercado

actual. Este proceso se inicia en las góndolas, y el envase del producto puede ayudar a impulsar la experiencia de compra y provocar un éxito en las ventas. El packaging adecuado puede llevar a los consumidores a comprar el producto. A su vez la empresa expone resultados surgidos de estadísticas que resultaron alarmantes y que se dan en las situaciones de compra. Entre ellos, menciona el tiempo que el consumidor demora en la decisión de una compra, en donde se especifica que la acción demora entre 5 a 8 segundos; el packaging es fundamental para impulsar a la conciencia a que se apropie del producto; aclara también que solo el 10% al 15% de los nuevos diseños de envases tienen un impacto positivo inmediato y el 50% de los nuevos diseños resulta menos exitoso que aquel al cual reemplazaron. Todo esto puede conducir a replantear los diseños, por lo tanto se tendrán retrasos en el lanzamiento del producto y los costos serán más altos. (Dassault Systems, 2015).

Por eso esta propuesta no deja de lado ninguna prueba, ni la óptica, ni la práctica, propone lograr no solo despertar el interés y motivar a los consumidores a adquirir el producto, sino que también agrega el componente de sustentabilidad. Para que un proceso de diseño se vea coronado por el éxito, debe tener en cuenta ciertos parámetros a cumplir. Debe tener en cuenta un marco teórico, un grupo objetivo para el cual se ha concebido, qué personalidad de la marca debe transportarse, cómo se piensa posicionar el producto en el mercado, cómo se localiza la competencia, qué exigencias técnicas deberá cumplir, qué metas cualitativas y cuantitativas habrá que lograr. Una vez definido el objetivo y la dirección del proyecto, empieza el trabajo creativo, dada la complejidad del envase para soportar las mismas situaciones físicas que afronta un empaque no reducido en plástico, la intervención o la personalización del mismo se desarrollará en la zona de agarre de la botella, ya que esta zona debe ser firme para que el consumidor tenga una buena experiencia de consumo.

Uno de los elementos que posibilita reducir el peso del envase, es la utilización de un *short finish*, un pico de altura reducida, específicamente 4.1mm con respecto a los utilizados hoy en día en las botellas de consumo masivo, cuya denominación es 28 PCO 1810. El *short finish* conocido por su denominación técnica como 28mm PCO 1881, tiene 17mm de alto. Al

reducir el tamaño del pico, no solo se reduce la cantidad de material a utilizar, si no que paralelamente, como acción consecuente, se reduce la cantidad de plástico que se utilizará en la fabricación de la tapa que sellará el producto. En el cuerpo C de este proyecto se encuentra el plano técnico correspondiente a este pico.

Con respecto a la zona de etiquetado, es de sección circular, con una altura de 45mm. Está protegida por dentro del diámetro mayor externo de la botella, para evitar que la etiqueta que se coloque en el envase se dañe. Si no se contempla una protección para la zona de etiquetado, la etiqueta puede sufrir roces, mientras las botellas corren en la línea de llenado, y esto puede producir que el envase llegue en mal estado a las góndolas.

Este diseño de botella brinda la posibilidad de utilizar dos sistemas de etiquetado, uno es el sistema *wrap around* y el otro es el sistema de etiquetado por termo contracción. Por lo tanto el tipo de etiqueta a utilizar queda a decisión del fabricante, ya que ambos sistemas difieren económica y tecnológicamente. El sistema *wrap around*, consiste en la colocación de un papel mediante adhesivo sobre la superficie a etiquetar, es uno de los sistemas mayormente utilizado en el mercado de las bebidas. Por otro lado el sistema por etiquetado termo contraíble, consiste en colocar una funda de material termo contraíble sobre la superficie a etiquetar y por medio de la aplicación de calor en sus 360 grados se contrae hasta quedar adherida por presión a la zona de etiquetado.

Al ser un envase liviano, llevara ribs en la zona de etiquetado. Los ribs o ranuras son unos elementos de diseño muy eficaces con una infinidad de variantes. Menos aparente pero como mínimo igual de importante, es la función técnica de las ranuras. Con la forma, la profundidad y el marcado correcto conceden a la botella la resistencia necesaria para el proceso de producción, el transporte y el consumo. Existen gran cantidad de otros factores que influyen en la estabilidad y la robustez de una botella, como por ejemplo, características del producto a llenar, temperatura de llenado, presión interior de la botella, diseño del fondo y del hombro de la botella, distribución del material, peso de la preforma.

El protagonista principal, en este diseño será la zona del grip. Manteniendo un diseño limpio y recto, esta parte del envase es la que brinda la posibilidad de colocar la marca del

producto. Mediante el cambio de postizos en el molde de soplado, es como se logra lo antedicho. La elección de la decoración es libre, entiéndase decoración como logo, marca o dibujo que se quiera colocar en el grip, con la condición de que esta aplicación debe ser aplicada hacia adentro, en bajo relieve. Al realizar esta depresión en la botella, se está brindando la resistencia necesaria para que la botella sea resistente a la compresión.

Por último, para la base, se utilizará un diseño de 7 pétalos. Este fondo, brinda la resistencia necesaria para el manejo del envase y ayuda a que el plástico en el envase se distribuya de mejor manera. Este tipo de base, se utiliza tanto para diseños de envases de bebidas no carbonatadas y semi-carbonatadas. Dado que no existe bibliografía que avale lo antedicho, se pretende que la experiencia obtenida durante 9 años de trabajo como diseñador en Teckdes SRL de quien redacta este Proyecto de Graduación, sirva como aval de lo que se afirma en este párrafo. Teckdes SRL es una empresa con más de 14 años en el mercado local e internacional y siendo VS Partner de Dassault Systemes Corp, es una de las consultoras nacionales de Soluciones Informáticas de Ingeniería más importantes de la región.

El envase tendrá un peso final de 15,6 gramos y para comprobar esto, como se menciono anteriormente, se deberá someter al diseño final en una validación virtual. Este ejercicio se realiza mediante la división del modelo 3D de la botella en varios sectores funcionales que tienen diferentes espesores de pared. La mayor parte del material PET se encuentra en la zona superior donde se sujeta y se abre la botella, la zona del pico. Por contrario, las paredes en la zona inferior contienen solo la mitad del material. A pesar de esta diferencia de espesores la botella permite que se procese y utilice manteniendo su estabilidad.

5.4 Validación virtual

Como se fue explicando a lo largo de este Proyecto de Graduación, la forma de verificar y testear el diseño del envase, sin antes tener que realizar muestras físicas para asegurar el buen comportamiento de este, es mediante a una validación virtual. La validación virtual

consiste en la aprobación de un diseño sin la ayuda de una comprobación física. Para la validación virtual se utiliza la Ingeniería asistida por ordenador que conforma el conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el ordenador, para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad. En el desarrollo de este proyecto, se ha utilizado principalmente el Método de Análisis de Elementos Finitos, Fea, comúnmente usado en determinar los esfuerzos y desplazamientos en sistemas mecánicos. Con el Fea, se pueden manejar sistemas complejos cuyas, soluciones analíticas son difícilmente encontradas. Siendo un método aproximado, la precisión del Fea puede ser mejorada refinando la discretización en el modelo 3D, usando más elementos y nodos, complejo sistema de puntos que configuran una red llamada malla. La malla está programada para contener el material y las propiedades de la estructura que definen como ésta reaccionará ante ciertas condiciones de carga. A los nodos se les asigna una densidad por todo el material dependiendo del nivel de estrés anticipado en un área. Las regiones que recibirán gran cantidad de estrés tienen normalmente una mayor densidad de nodos, que aquellos que experimentan poco o ninguno. Los puntos primordiales de interés consisten en puntos de fractura previamente testados del material, entrantes, esquinas, detalles complejos, y áreas de elevado estrés. La malla actúa como la red de una araña en la que desde cada nodo extiende un elemento de malla a cada nodo adyacente. Este tipo de red vectorial es la que determina las propiedades del material al objeto, creando varios elementos.

Entre los diversos casos de estudio a los que se ha aplicado esta validación se encuentra un proyecto de un casco de moto. El proceso ha consistido en realizar un escaneo de la cabeza del motorista y añadir a estos datos digitalizados, otra información adicional relativa a las preferencias del usuario. Después de realizar un ajuste a la forma de la cabeza del usuario, se ha realizado la estructura interna de la almohadilla interna (objeto de customización) y se ha definido la validación virtual con Fea. (Interempresas, 2008)

Una validación virtual detecta la mayoría de los errores de planificación de diseño. Las metodologías tradicionales requieren de validación de campo, por lo tanto los errores de planificación se mantienen ocultos. Para la correcta validación de un empaque se deben tener en cuenta ciertos datos de entrada, tales como, peso, material, tipo de finish o pico, cámara de aire, dimensiones máximas, sistema de tapado, especificaciones de estiba, sistema de etiquetado. Con todos estos datos y una vez realizado el modelo tridimensional del envase, se podrá calcular, entre otras cosas, el ángulo de estabilidad de la botella, es decir si el envase es lo suficientemente estable para correr en la línea de envasado y no sufrir una caída. Si esto sucediera, la línea de envasado debería ser detenida y esto resultaría en un contratiempo que impacta inmediatamente en el costo del producto. Por otro lado, también puede chequearse si el envase, permite una correcta colocación de etiqueta, de este modo la propuesta en este caso cumple con todos los requerimientos necesarios, dado que el diseño es único, es decir, que el cuerpo general del envase será el mismo para todas las modificaciones, se asegura que los efectos producidos por la personalización del grip serán mínimos.

5.5 Análisis de elementos finitos

Como se explicaba anteriormente, la propuesta de diseño se ha logrado mediante el análisis de elementos finitos. Este conlleva el modelado de productos y sistemas en un entorno virtual, con el propósito de encontrar y resolver potenciales o actuales problemas estructurales o de rendimiento. FEA, finit element analysis, es la aplicación práctica del método de elementos finitos, FEM, que es utilizado por ingenieros y científicos para matemáticamente modelar y resolver numéricamente problemas de complejas estructuras, fluidos y de multifísica.

Uno de los modelos de elementos finitos cuenta con un sistema de puntos, llamados "nodos", que constituyen la forma del diseño. Conectados a estos nodos están los mismos

elementos finitos que forman la malla de elementos finitos y contienen el material y las propiedades estructurales del modelo, la definición de cómo va a reaccionar a ciertas condiciones. La densidad de la malla de los elementos finitos puede variar a través del material, en función del cambio esperado en los niveles de estrés de un área en particular. Partes que experimentan grandes cambios en estrés por lo general requieren una densidad de malla superiores a los que la experiencia de variación supone poco o ningún esfuerzo. Los puntos de interés pueden incluir los puntos de fractura del material previamente probado, filetes, esquinas, detalles complejos, y áreas de alto estrés.

Los modelos FE pueden ser creados usando elementos en una dimensión, 1D haz, dos dimensiones, 2D *Shell*, o tridimensionales, 3D sólido. Mediante el uso de vigas en lugar de elementos sólidos, un modelo representativo se puede crear con menos nodos sin comprometer la precisión. Cada combinación de modelos requiere una diversa gama de propiedades que se definen como, áreas de la sección, momentos de inercia, torsión constante, espesor promedio, resistencia a la flexión. Para simular los efectos de los entornos reales de trabajo en la FEA, los distintos tipos de carga se pueden aplicar al modelo de elementos finitos, incluyendo, fuerzas, momentos, los desplazamientos, velocidades, aceleraciones, temperatura y flujo de calor. Los tipos de análisis que se pueden realizar son, estática lineal, análisis lineal con las cargas aplicadas y las limitaciones que son estáticas, estática y la dinámica no lineal, los efectos debidos al contacto (donde una parte del modelo entra en contacto con otra), las definiciones de material no lineal (plasticidad, elasticidad, etc.) y el desplazamiento de gran tamaño, las cepas que superan la teoría de baja cilindrada que limitan un enfoque de análisis lineal, frecuencias naturales de vibración, respuesta dinámica, las cargas o movimientos que varían con el tiempo y la frecuencia, pandeo, carga crítica en la que una estructura se vuelve inestable y la transferencia de calor, el cambio de conducción, radiación.

Gracias a este análisis se puede asegurar la factibilidad del diseño propuesto o bien refinar

un producto ya existente. De esta manera es como se aborda el diseño de la propuesta presentada, asegurando la factibilidad técnica del envase y ofreciendo de esta manera un diseño sustentable que vaya de la mano con los parámetros requeridos para la fabricación de este, sin dejar de representar a la marca destinada.

Conclusiones

El desarrollo de este proyecto de graduación, muestra la complejidad que hay detrás del mundo de los envases. Si bien, lo importante es que el diseño del packaging impacte y resulte exitoso, se tienen en cuenta muchos factores, económicos, políticos, sociales y ambientales que lo determinan. Demuestra los pasos a seguir y características a tener en cuenta en el momento de diseñar una botella.

A su vez, muestra a las pequeñas pymes, que se puede lograr personalidad en la marca a bajo costo sin grandes inversiones. Se opta por diferentes tecnologías y soluciones para llegar al resultado.

El método F.E.A por el que se termina comprobando el diseño final de este proyecto de graduación, puede ser utilizado para infinidad de casos, tales como, resistencia de un elemento, situación de caída de objetos, comportamiento de fluidos, entre otros.

Por eso la finalidad de este proyecto no solo es brindar una solución, si no también concientizar en el uso de los avances tecnológicos y como estos ayudan de cierta forma al cuidado del medio ambiente, a la mejora económica de una empresa y también a mejorar la experiencia del usuario con el producto final.

La recomendación de la utilización del método de F.E.A y parte de la fuente de la cual fue extraído, es avalada por Colombo (socio y gerente general de la empresa TECKDES SRL, en donde se utiliza este método para la mayoría de los procesos de validación de los diseños).

El diseño del producto planteado, no solo propone una mejora para la empresa que lo utilice, sino que también aporta una mejora para el usuario final. De esta manera, se produce un ciclo de vida del producto, en donde tanto la empresa, como el usuario y el medio ambiente están favorecidos.

Como conclusión final del proyecto, se establece, que después de haber investigado los procesos por el cual pasa el diseño de un envase, y los escenarios físicos por los cuales es

afectado este, el diseño de una botella universal reducida en plástico, mejorara la contaminación que produce el material con el cual está realizada, y a su vez abrirá la posibilidad de creación de nuevos productos utilizando nuevas tecnologías.

Esto es una gran puerta que se abre hacia las pymes, dado de que mediante esta solución a la problemática planteada, la empresa o cliente futuro podrá sacar provecho de esta situación, comunicando, haciendo saber a sus consumidores target, que su punto de vista está cambiando, que ahora están siguiendo el camino de la sustentabilidad y que a su vez, el consumidor lo estará haciendo también por el solo hecho de consumir sus productos.

Si bien el servicio de diseño, es un servicio exclusivo y no todos lo pueden pagar, cuando se habla de sustentable no se debe dejar a nadie de lado. La sustentabilidad es un bien para todos, no solo para aquel que genera dinero extra con ella, si no que también es un bien que afecta a todos los ciudadanos, es por eso que esta propuesta se acerca a aquellos que tienen pocos recursos pero a su vez tienen grandes deseos de ayudar al medio ambiente.

Lista de Referencias Bibliográficas

- Al margen. (2014). *Breve historia del packaging. De la prehistoria a nuestros días*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.almargen.com/blog/breve-historia-del-packaging-de-la-prehistoria-a-nuestros-dias
- Al margen. (2014). *Concepto de packaging. ¿Qué es el packaging?*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.almargen.com/blog/concepto-de-packaging-¿que-es-el-packaging
- Ambientum. (2002). *Reciclado de envases de PET*. Recuperado el 12/09/15. Disponible en: http://www.ambientum.com/revista/2002_31/ENVSSPET2.asp
- Area responsable. (2013). *Bonaqua lanza la botella de plástico mas liviana del mercado*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.arearesponsable.com.ar/bonaqua-lanza-la-botella-de-plastico-mas-liviana-del-mercado
- Arpet. (2014). *Reciclado del PET*. Recuperado el 12/09/15. Disponible en: http://www.arpet.org/p_sobre_PET.html
- Arqui Tierra del Fuego. (2012). *Sustentabilidad, Ecología y Bioclimática: Las Botellas de plástico PET dejarán de ser basura para convertirse en arquitectura*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.arquitierradelfuego.com/contenido/leer/525-sustentabilidad-ecolog-a-y-bioclim-tica-las-botellas-de-pl-stico-pet-dejar-n-de-ser-basura-para-convertirse-en-arquitectura.html
- Coca cola de Argentina. (2014). *Bonaqua. La primera agua mineral de Coca Cola*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.cocacoladeargentina.com.ar/prensa/bonaqua-la-primera-agua-mineral-natural-de-coca-cola/
- Comunicarse web. (2014). *La industria del envase ante el reto de la sustentabilidad*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.comunicarseweb.com.ar/?La_industria_del_envase_ante_el_reto_de_la_sustentabilidad&page=ampliada&id=11056&s=&_page=tags
- Conicet. (2014). *Científicos del CONICET desarrollan embalajes activos y biodegradables para alimentos.n el envae*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/divulgacion/2014/04/Divulgacion-Cient%C3%ADfica-Cient%C3%ADficos-del-CONICET-desarrollan-embalajes-activos-y-biodegradables-para-alimentos.pdf
- Cristán, Frías, Arturo, Ize, Irina, Gavilán, Arturo. (2003). *La situación de los envases de plástico en México*. Gaceta Ecológica [Revista en línea]. Recuperado el 02/05/14. (Esta indicando: Volumen 69, de la página 67-82)
- Dassault systems. (2015). *Perfect Package*. Recuperado el 12/09/15. Disponible en: <http://www.3ds.com/fileadmin/Industries/Consumer-Packaged-Goods-Retail/Pdf/brochures-solution-briefs/perfect-package-flyer-cpgr.pdf>

- Escuela de ingenierías industriales uva. (2014). *Historia del plástico*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/teflon/paginas%20del%20menu/HISTORIA%20DEL%20PLASTICO.htm
- Escuela de ingenierías industriales uva. (2014). *Obtención del pet*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/pet/obtencionpet.html
- El ecologista. (2014). *El problema ambiental del PET*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.elecologista.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=65
- Foro tecnológico y empresarial. (2008). *La importancia del envase plástico en la distribución*. Recuperado el 05/05/2014. Disponible en: http://www.forotecnologicoyempresarial.com/wp-content/uploads/2014/12/Envases-activos_Raul-Zorita-LIDL.pdf
- Funcex. (2014). *El sector de las manufacturas de plástico en la Argentina*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.funcex.org.br/material/REDEMERCOSUL_BIBLIOGRAFIA/biblioteca/ESTUDOS_ARGENTINA/ARG_26.pdf
- Giovannetti, M. D. (1999). *El mundo del envase*. México: GG.
- Grupo Csl. (2010). *Tendencias en el envase. Reducción de peso en botellas de PET. Hacia un ahorro integral*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.grupocsl.org/wordpress/?p=7181
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_382.pdf
- Huella de carbono. (2014). *Huella de carbono*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: <http://www.huellacarbono.es/apartado/general/huella-de-carbono.html>
- Ide-e. (2014). *Aumento de la eficiencia energética y de los recursos en la fabricación de botellas PET*. [Revista en línea]. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: http://www.ide-e.com/index.php?option=com_content&view=article&id=548:aumento-de-la-eficiencia-energetica-y-de-los-recursos-en-la-fabricacion-de-botellas-pet&catid=41&Itemid=80&lang=SP
- Ingeniería plástica. (2014). *La historia del plástico. Un siglo de desarrollos para la sociedad del futuro*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: http://www.ingenieriaplastica.com/novedades_ip/instituciones/cipres_historia.html
- Ingeniería plástica. (2000). Edición especial N°1
- Ingeniero ambiental. (2014). *Curso. Manejo de residuos toxicos o peligrosos*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.ingenieroambiental.com/4014/seguro.pdf

- Insht. (2014). NTP 382: *Envases plásticos: condiciones generales de seguridad(II)*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: www.itene.com/eventos/i/2794/58/como-cumplir-con-la-legislacion-de-envase-alimentario-y-las-buenas-practicas-exigidas-por-la-industria-alimentaria
- Inter empresas. (2009). *Los biopolímeros. El plástico del futuro*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.interempresas.net/Plastico/Articulos/28983-Los-biopolimeros-el-plastico-del-futuro.html
- Inti. (2008). *Hacia el uso de envases plásticos reciclados*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.inti.gob.ar/sabercomo/sc66/inti3.php
- Itene. (2014). *Guía práctica de diseño de envases y embalajes para la distribución de productos*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: www.itene.com/rs/810/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/f8b/filename/guia-diseno-envases-embalajes.pdf
- Jc Magazine. (2013). *Coca Cola presenta nuevo envase elaborado a base de plantas*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.jcmagazine.com/coca-cola-presenta-nuevo-envase-elaborado-a-base-de-plantas
- Justo y sustentable. (2011). *Botella de plástico con 20% materiales de origen vegetal*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.justosustentable.org/2011/12/botella-de-plastico-con-20-materiales.html
- Logística mx. (2009). *Presente y desafíos del envasado de bebidas en PET*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.logisticamx.enfasis.com/articulos/14069-presente-y-desafios-del-ensado-bebidas-pet
- Mini ambiente. (2014). *Ambiental*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.miniambiente.gov.co/documentos/guia/ambiental
- Noticias positivas. (2012). *Bonaqua. La primera agua mineral de Coca Cola*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.noticiaspositivas.org/sustentabilidad/bonaqua-la-primera-agua-mineral-natural-de-coca-cola/
- Noticias positivas. (2014). *Con waste less y waterless. Levi's impone sustentabilidad*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.noticiaspositivas.org/nueva-economia/levis-marca-sustentabilidad
- Oni escuelas. (2014). *Lluvia ácida*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/autos-y-polucion/lluvia.htm
- Packaging enfasis. (2009). *Diseño ecológico de envases*. Recuperado el 01/06/14. De: www.packaging.enfasis.com/articulos/15061-diseno-ecologico-envases
- Packaging énfasis. (2009). *Presente y desafíos del envasado de bebidas en PET*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: www.packaging.enfasis.com/articulos/14069-presente-y-desafios-del-ensado-bebidas-pet
- Paot. (2014). *El PET y su situación actual en el Distrito Federal*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.paot.org.mx/centro/publi-ext/pet/03aspectos.html
- Paot. (2014). Recuperado el 05/05/14. Disponible en: www.paot.org.mx/centro/publi-

ext/pet/03aspectos.html

Plástico. (2012). *Botellas de PET. El peso no lo es todo*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.plastico.com/temas/Botellas-de-PET,-El-peso-no-lo-es-todo+3088615

Plástico. (2012). *Innovaciones en materiales para empaques rígidos, botellas y termoformados*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.plastico.com/temas/Innovaciones-en-materiales-para-empaques-rigidos,-botellas-y-termoformados+3061714

Plm automation. (2014). *FEA. Analisis de elementos finitos*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.plm.automation.siemens.com/es_es/plm/fea.shtml

Pro Chile. (2014). *Las 7 claves de un envase sustentable*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.prochile.gob.cl/noticias/las-7-claves-de-un-envase-sustentable

Quiminet. (2011). *Conozca el proceso de fabricación de las botellas de plástico*. Recuperado el 05/05/14. Disponible en: www.quiminet.com/articulos/conozca-el-proceso-de-fabricacion-de-las-botellas-de-plastico-2654474.htm

Roberto, A. (2013). *El envase de vidrio. Una historia moldeada con fuego y arena*. [posteo en blog]. Recuperado el 05/05/2014. Disponible en: Historiasdeempaques.wordpress.com/tag/Kenelm-digby/.

Sinia. (1999). *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Fabricación de vidrio y de productos de vidrio*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.sinia.cl/1292/articles-37620_pdf_vidrio.pdf

Tecnología de los plásticos. (2008). *Reciclado químico de PET*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/2011/07/reciclado-quimico-de-pet.html

Unilever. (2014). *Residuos y envases*. Recuperado el 01/06/14. Disponible en: www.unilever.com.ar/sustainable-living-2014/waste-and-packaging

Bibliografía

- Al margen. (2014). *Breve historia del packaging*. De la prehistoria a nuestros días. Disponible en: www.almargen.com/
- Al margen. (2014). *Concepto de packaging. ¿Qué es el packaging?*. Disponible en: www.almargen.com
- Albarrán Valenzuela Guillermo (2014) *Universidad de Londres: Diseño de envases y Embalajes*
- Alzate Alvarez, Carolina. (2014). *Innovación en Empaques*. (Revista en línea). Disponible en: www.elempaque.com
- Ambientum. (2002). *Reciclado de envases de PET*. Disponible en: <http://www.ambientum.com>
- Area responsable. (2013). *Bonaqua lanza la botella de plástico mas liviana del mercado*. Disponible en: www.arearesponsable.com.ar
- Arocena, A.L. (1998). *Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Montevideo, Uruguay: CEMPRE
- Arpet. (2014). *Reciclado del PET*. Disponible en: <http://www.arpet.org>
- Arqui Tierra del Fuego. (2012). *Sustentabilidad, Ecología y Bioclimática: Las Botellas de plástico PET dejarán de ser basura para convertirse en arquitectura*. Disponible en: www.arquitierradelfuego.com
- Becerra Paula – Cervini Analía (2005) CMD - *En torno al producto: Diseño estratégico e innovación pyme en la Ciudad de Buenos Aires*-Centro Metropolitano de Diseño – Dirección General de Industrias y Diseño – Subsecretaría de Gestión e Industrias Culturales – Secretaría de Cultura – Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires -
- Coca cola de Argentina. (2014). *Bonaqua. La primera agua mineral de Coca Cola*. Disponible en: www.cocacoladeargentina.com.ar
- Comunicarse web. (2014). *La industria del envase ante el reto de la sustentabilidad*. Recuperado el 01/06/14. De: www.comunicarseweb.com.ar/?La_industria_del_envase_ante_el_reto_de_la_sustentabilidad&page=ampliada&id=11056&_s=&_page=tags
- Conicet. (2014). *Científicos del CONICET desarrollan embalajes activos y biodegradables para alimentos*. Disponible en: www.conicet.gov.ar
- Cristán, Frías, Arturo, Ize, Irina, Gavilán, Arturo. (2003). *La situación de los envases de plástico en México*. *Gaceta Ecológica* [Revista en línea]. Disponible en: www.redalyc.org/articulo.oa
- Dassault systems. (2015). *Perfect Package*. Disponible en: <http://www.3ds.com/>
- Diaz Montero, Miriam.(Coord.) (2014). *La R es lo que cuenta: Reduce, Reutiliza, Recicla*

Manual de buenas prácticas para pequeños comercios. Madrid. Amigos de la Tierra. Disponible en <http://www.aciamericas.coop>

Escuela de ingenierías industriales uva. (2014). *Historia del plástico.* Disponible en: www.eis.uva.es

Escuela de ingenierías industriales uva(2014). *Obtención del pet.* Disponible en: www.eis.uva.es

El ecologista. (2014). *El problema ambiental del PET.* Disponible en: www.elecologista.com.mx

Equipo Editorial de El Empaque. (2013). *Estado y perspectivas de la industria de flexibles en América Latina.* (Revista en línea). Disponible en www.elempaque.com

Foro tecnológico y empresarial (2008). *La importancia del envase plástico en la distribución.* Disponible en: www.forotecnologicoyempresarial.com

Funcex. (2014). *El sector de las manufacturas de plástico en la Argentina.* Disponible en: www.funcex.org.br

Giles Calvert (2007) *What is Packaging Design?*. Suiza: RotoVision S.A.

Giovannetti, M. D. (1999). *El mundo del envase.* México: GG.

Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires - (2009) - *Latas, Cajas y botellas: Los envases de ayer – Museo de la Ciudad*

Gonzalez Geman; Quintero Kelly. (2012). *Convertidores latinoamericanos de envases flexibles, abiertos a nuevos escenarios de desarrollo.* (Revista en línea). Disponible en www.elempaque.com

Grupo Csl. (2010). Tendencias en el envase. *Reducción de peso en botellas de PET.* Hacia un ahorro integral. Disponible en: www.grupocsl.org

Huella de carbono. (2014). *Huella de carbono.* Disponible en: www.huellacarbono.es

Ide-e. (2014). *Aumento de la eficiencia energética y de los recursos en la fabricación de botellas PET.* [Revista en línea]. Disponible en: www.ide-e.com

Ingeniería plástica. (2014). *La historia del plástico. Un siglo de desarrollos para la sociedad del futuro.* Disponible en: www.ingenieriaplastica.com

Ingeniería plástica. (2000). Edición especial N°1

Ingeniero ambiental. (2014). *Curso. Manejo de residuos toxicos o peligrosos.* Disponible en: www.ingenieroambiental.com

Insht. (2014). NTP 382: *Envases plásticos: condiciones generales de seguridad(II).* Disponible en: <http://www.insht.es>

Inter empresas. (2009). *Los biopolímeros. El plástico del futuro.* Disponible en: www.interempresas.net

- INTI. (2008). *Hacia el uso de envases plásticos reciclados*. Disponible en: www.inti.gob.ar
- Itene. (2014). *Guía práctica de diseño de envases y embalajes para la distribución de productos*. Disponible en: www.itene.com
- Jc Magazine. (2013). *Coca Cola presenta nuevo envase elaborado a base de plantas*. Disponible en: www.jcmagazine.com
- Justo y sustentable. (2011). *Botella de plástico con 20% materiales de origen vegetal*. Disponible en: www.justosustentable.org
- Krones. (2014). NTP 382: *Diseño de envases Krones*. Concepto individual para envases PET. Disponible en: <http://www.krones.com>
- Lebendiker, Adrián; Cervini, Analía. (2010) - *Diseño e Innovación para pymes y emprendedores: La seducción de un buen envase 1** Edición Buenos Aires: Arte Gráfico Editorial Argentino.
- Llovet, Jordi. 1979. *"Ideología y Metodología del Diseño"*. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili
- Logística mx. (2009). *Presente y desafíos del envasado de bebidas en PET*. Disponible en: www.logisticamx.enfasis.com
- Maldonado, Tomas. 1977. *"El Diseño Industrial Reconsiderado"*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili
- Mathon, Yamila, coord. (2012) - *Envases y Embalajes - CUADERNILLO PARA UNIDADES DE PRODUCCION*. 1a. Ed - Buenos Aires – San Martín .INTI
- Mercer Edward. (2014). *Efectos del reciclado de botellas de plástico en el consumo energético*. Ehow en español. (Revista en línea). Disponible en <http://www.ehowenespanol.com>
- Mini ambiente. (2014). *Ambiental*. Disponible en: www.miniambiente.gov.co
- Noticias positivas. (2012). *Bonaqua. La primera agua mineral de Coca Cola*. Disponible en: www.noticiaspositivas.org
- Noticias positivas. (2014). *Con waste less y waterless. Levi's impone sustentabilidad*. Disponible en: www.noticiaspositivas.org
- Oni escuelas. (2014). *Llucia àcida*. Disponible en: www.oni.esuelas.edu.ar
- Packaging enfasis. (2009). *Diseño ecológico de envases*. Disponible en: www.packaging.enfasis.com
- Packaging énfasis. (2009). *Presente y desafíos del envasado de bebidas en PET*. Disponible en: www.packaging.enfasis.com

- Paot. (2014). *El PET y su situación actual en el Distrito Federal*. Recuperado el 01/06/14.
De: www.paot.org.mx/
- Plastico. (2012). *Botellas de PET. El peso no lo es todo*. Disponible en: www.plastico.com
- Plastico. (2012). *Innovaciones en materiales para empaques rígidos, botellas y termoformados*. Disponible en: www.plastico.com
- Plm automation. (2014). *FEA. Análisis de elementos finitos*. Disponible en:
www.plm.automation.siemens.com
- Pro Chile. (2014). *Las 7 claves de un envase sustentable*. Disponible en:
www.prochile.gob.cl
- Quiminet. (2011). *Conozca el proceso de fabricación de las botellas de plástico*.
Disponible en: www.quiminet.com
- Quiminet (2013) *No más contaminación por botellas desechables*. Disponible en
www.quiminet.com
- Quiminet. (2013). *Del producto al palet, soluciones de impresión*. Disponible en
www.quiminet.com
- Roberto, A. (2013). *El envase de vidrio. Una historia moldeada con fuego y arena*.
[posteo en blog]. Disponible en: Historiasdeempaques.wordpress.com
- Sarasqueta, Alejandra. (2013). *Plásticos. Impacto ambiental, beneficios y reciclaje*.
Disponible en www.suite101.net
- Schocolnik, Enrique. (2005). *La Leyenda del Packaging*. Montevideo, Uruguay: Grupo
Editorial Costa Nogal S.A.
- Silgado, Carlos. (2011). *América Latina con oportunidad de crecimiento en el mercado mundial de empaques flexibles*. [Revista en línea]. Disponible en
www.elempaque.com
- Sinia. (1999). *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Fabricación de vidrio y de productos de vidrio*. Disponible en: www.sinia.cl
- Schwarz, F.W; Ebeling Y B. Furth. (2002) *Ciencia de los Plásticos*. Montevideo, Uruguay:
Editorial Costa Nogal.
- Tecnología de los plásticos. (2008). *Reciclado químico de PET*. Disponible en:
www.tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar
- Tecnología del plástico. *Información Técnica y de Negocios para la Industria Plástica de América Latina*. (2012). *Botellas de PET: El peso no lo es todo*. Disponible en
<http://www.plastico.com/>
- Unilever. (2014). *Residuos y envases*. Disponible en: www.unilever.com.ar

Uribe, Adriana. (2013). *Ya no es importante la imagen, sino el contenido*. [Revista en línea]. Disponible en www.quiminet.com

Uribe, Adriana. (2013). *Tu primera “experiencia” en un envase*. [Revista en línea]. Disponible en www.quiminet.com

Vidales Giovanetti -(1995) *El mundo del envase: Manual para el diseño y producción de envases y embalajes* –México: G. Gili