

PROYECTO DE GRADUACIÓN
Trabajo Final de Grado

Ukelele
Un rediseño didáctico

Ramiro Martinez
Cuerpo B del PG
25 de Julio de 2014
Diseño Industrial
Proyecto profesional
Diseño y producción de objetos, espacios e imágenes

Índice

Introducción	p. 4
Capítulo 1. El diseño industrial y sus aplicaciones	p. 10
1.1. El diseño industrial	p. 10
1.1.1. ¿Qué es el diseño industrial?	p. 12
1.1.2. Diseñador industrial, ¿ingeniero, artesano o artista?	p. 13
1.1.3. La función del diseñador industrial	p. 14
1.2. Los chicos, un usuario particular	p. 15
1.2.1. Juegos y juguetes	p. 17
1.2.2. Productos didácticos	p. 19
1.3. El ukelele como producto	p. 20
1.3.1. El rediseño	p. 20
1.3.2. ¿Por qué el ukelele?	p. 21
Capítulo 2. Usuarios	p. 26
2.1. Diseño infantil	p. 27
2.1.1. Evolución cognitiva	p. 28
2.1.2. Aspectos sensoriales	p. 29
2.1.3. Ergonomía	p. 31
2.1.4. Productos que estimulan la mente	p. 32
2.2. La música y el cerebro	p. 33
2.2.1. Inteligencia y aprendizaje	p. 34
2.2.2. Los chicos y la música	p. 36
2.2.3. La música como estímulo de aprendizaje	p. 37
Capítulo 3. La música	p. 40
3.1. Instrumentos musicales	p. 41
3.1.1. Sonidos y vibraciones	p. 43
3.1.2. La fabricación de un instrumento musical	p. 44
3.2. Materiales y procesos	p. 49
3.2.1. Maderas	p. 50
3.2.2. Metales	p. 51
3.2.3. Plásticos	p. 54
3.2.4. La elección del material	p. 56
Capítulo 4. Responsabilidades de un diseñador	p. 59
4.1. Producción	p. 60
4.1.1. Artesanía y producción en serie	p. 62
4.1.2. Reducción de costos	p. 62
4.1.3. Precio y valor	p. 64
4.2. Postproducción	p. 64
4.2.1. Calidad y fiabilidad	p. 65
4.2.2. Vida útil	p. 66
4.3. Repercusiones	p. 67
4.3.1. El consumidor	p. 68
4.3.2. El diseñador como intermediario social	p. 69
4.3.3. Sustentabilidad	p. 70

Capítulo 5. Rediseño del ukelele	p. 72
5.1. Análisis de la competencia	p. 73
5.1.1. Aspectos funcionales	p. 73
5.1.2. Detalles productivos	p. 76
5.2. Prueba y error	p. 77
5.2.1. Cartón	p. 78
5.2.2. Plástico	p. 80
5.2.3. Metal	p. 80
5.3. Presentación del producto	p. 82
5.3.1. Materiales y Procesos	p. 83
5.3.2. Ventajas	p. 84
Conclusiones	p. 85
Listas de referencias bibliográficas	p. 88
Bibliografía	p. 91

Introducción

El presente proyecto de graduación plantea el rediseño de un instrumento musical de la familia de los cordófonos denominado ukelele. Dicho instrumento, originalmente artesanal, será rediseñado con el propósito de aprovechar los materiales y procesos productivos actuales.

Este proyecto de graduación corresponde a la categoría proyecto profesional, y a la línea temática de diseño y producción de objetos, espacios e imágenes, ya que propone el rediseño de un producto por medio de la implementación de los conceptos adquiridos a lo largo de la carrera de diseño industrial, y se tienen en cuenta los costos productivo del productos resultante al introducirlo en una producción en serie.

Se planteará demostrar, como objetivo principal, de qué manera mediante la aplicación del diseño industrial es posible rediseñar un objeto que todavía sigue teniendo los mismos materiales y procesos productivos que tenía en el momento en el que se diseñó por primera vez. Este producto, una vez rediseñado y adaptado al contexto actual, propone un aporte a la sociedad. Para esto será necesario describir el futuro usuario de este producto, se deberán definir las distintas variables del diseño que definen a un objeto como un producto de bajo costo, se establecerá el material y el proceso productivo a utilizar, y por último, se determinará las estrategias de diseño y producción.

El ámbito elegido para el producto será el educacional, tanto para escuelas como para el hogar del usuario. Este producto contará con características didácticas, y deberá ser uno cuyo costo productivo y precio final sean significativamente inferiores al de otro instrumento de cuerdas utilizado con el mismo propósito educativo en las instituciones educativas actuales.

Existen muchas ramas de tipologías de productos dentro del área de la educación, de manera que se decide introducir el producto en el ámbito musical, a partir del descubrimiento de una investigación realizada en la Universidad de Psicología de Hong Kong, Chan (2003) explica que como los niños que estudian música habían mejorado su aprendizaje lingüístico y matemático, tornándose más precisa, atenta y receptiva.

Los factores determinados anteriormente condujeron a las siguientes preguntas: ¿qué instrumentos se utilizan actualmente en las escuelas primarias para enseñar música y por qué? Mediante la búsqueda de respuestas a estas preguntas se descubre que sólo se utilizan la flauta dulce, la guitarra criolla, y el órgano. Se comparan y analizan sus características y funciones, y se determina que todos tienen características individuales muy distintas, pero que no todas se adaptan al contexto, ni al usuario. Esto ocurre porque estos instrumentos no fueron exclusivamente diseñados para ser utilizados en específicamente por niños de 6 a 8 años.

A partir de este análisis, se determina que la elección de estos instrumentos musicales, posiblemente, no es la adecuada para instituciones educativas de nivel primario. A partir de la definición del ámbito y la tipología del producto, se descubre que los precios de los instrumentos son muy elevados. Esto provoca que muchas personas no puedan acceder a estos productos.

Por las razones previamente expuestas, este proyecto plantea rediseñar el ukelele, con el fin de adaptarlo al contexto que necesita el usuario. De esta manera se lograría un producto exclusivamente diseñado para este usuario, niños entre 6 y 8 años de edad, teniendo en cuenta el factor económico, educativo, productivo y morfológico del mismo.

Es un hecho que la música no es un área muy explorada por los diseñadores industriales, pero con la implementación de este producto se lograría un gran cambio en la fabricación de instrumentos de cuerda. De este modo, se resaltaría la importancia de poder producir

un objeto el cual tendrá repercusiones significativas en el aprendizaje y en el futuro del usuario. Hoy en día no existen instrumentos a un precio accesible para utilizar en la educación de nivel primario, y esto se debe a que todavía se siguen utilizando las técnicas tradicionales de fabricación y no hay diseños innovadores en esta tipología de productos. Además, la innovación de los materiales y procesos productivos ampliará la manera de diseñar los instrumentos musicales actuales.

Si bien no se han encontrado diseñadores industriales que hayan rediseñado un instrumento musical con fines didácticos y económicos, se han realizado, anteriormente, proyectos de grado que analizan estos factores por separado. Pienovi, G (2011). *Las modificaciones de un objeto artesanal tradicional a partir de una mirada de diseño*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Él rediseñó un instrumento musical africano, el cual nunca se había fabricado en serie, cambiando los materiales y procesos productivos originales. Por otro lado, De Falco, S (2012). *Jugando con símbolos*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Analizó la interacción de los chicos con los símbolos mediante la teoría de Piaget acerca del desarrollo cognitivo en los niños, con el fin de diseñar un producto infantil.

También se encontraron otros antecedentes relacionados al tema. Céspedes, F (2011). *La interacción entre los juguetes y el infante*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Él describe la interacción que existe entre los juguetes y los niños, teniendo en cuenta los aspectos pedagógicos; Recondo, M (2011). *La emoción en el diseño*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Este proyecto describe las diferentes maneras de cómo las personas se relacionan con los objetos y productos cotidianos; Rovegno, A (2011). *Estimúlalo*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Este proyecto, enmarcando en la categoría de investigación, explica la importancia de la estimulación infantil en la primera

etapa de sus vidas, relacionándola con el diseño industrial y los productos didácticos; Toribio, A (2013). *El potencial de los materiales como herramienta de diseño*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Ella se enfoca en los materiales como eje central de la innovación en el diseño de objetos, y como un material utilizado correctamente puede cambiar por completo un objeto; Valencia, A (2008). *Materiales y procesos de manufactura en innovación. Metodología para innovar desde nuevas perspectivas*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Este proyecto explica la importancia de establecer una estrategia de diseño, teniendo en cuenta los materiales y procesos de fabricación, con el fin de generar un producto innovador; Norbith, G (2010). *Metodología para definir precios de los servicios de Diseño Industrial*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Aquí se describe los distintos factores que influyen en el precio de venta público en un producto, tomando como punto de referencia al diseño industrial en Venezuela; Cristofani, M (2009). *El precio en diseño y comunicación*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Este proyecto de graduación explica los efectos y consecuencias que generan directa e indirectamente los precios de los productos, y como afectan a la economía de un país, las empresas, el consumidor, entre otros aspectos; Lella, M (2013). *ADN emocional*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Él explica lo que representa un producto u objeto para la sociedad actual y las emociones que generan en las personas.

El proyecto comenzará explicando las nociones básicas del diseño industrial, aclarando cuestiones como qué es el diseño industrial, para qué sirve, cuáles son sus aplicaciones y qué función cumple en la sociedad. También se buscará explicar cómo un producto puede ser capaz de afectar a la sociedad, contaminando el planeta una vez que deja de utilizarse o contribuyendo a la educación.

Se describirá al usuario mediante un estudio antropométrico de su cuerpo, y se explicarán las características y limitaciones de sus dimensiones físicas. De esta manera se podrán determinar las particularidades que deberá tener el producto para que pueda adaptarse ergonómicamente al usuario. Se explicarán las consideraciones que se deben tener en cuenta para diseñar un producto para niños, desde simples juegos hasta juegos didácticos con fines más específicos.

También se ofrecerá una pequeña reseña del producto elegido, analizando y fundamentando su elección. Se explicará la función principal que cumplirá el producto y su relación con el usuario, por qué se cree que un instrumento puede ser capaz de estimular el desarrollo cognitivo en los chicos, explicando primero qué es el desarrollo cognitivo y qué papel juega la estimulación temprana en los chicos. Se hablará sobre la relación que existe entre los objetos y los chicos, cómo interactúan con ellos, qué es lo que les llama la atención, que debe tener un objeto para ser aceptado por un niño.

No se dejará de lado al ámbito del producto, se profundizará en la música como método de aprendizaje, se explicarán cuáles son sus virtudes, cualidades y beneficios para los chicos al aprender a tocar un instrumento musical. También se describirá la relación de los niños con la música, y por qué les atrae desde el nacimiento. Se explicará por qué es tan importante una buena elección del material a la hora de diseñar un producto, y por qué a veces es necesario rediseñar un objeto para optimizar su producción. Luego de explicar y establecer dichos factores, se analizará el aspecto socio económico del diseño, y se explicará como un producto no sólo se relaciona con el diseñador y el usuario, sino que también, para que funcione en el mercado debe interactuar como otras personas y factores que muchas veces no se tienen en cuenta.

Por último, se explicarán los aspectos que se rediseñarán en el objeto, explicando cuál será su morfología final, las características de su estética, los aspectos comunicacionales en el producto y las tecnologías productivas que se utilizarán. También se detallarán los

pasos de diseño, es decir, por qué se elige cada material, cada color, y cómo cada cambio afecta el sonido.

Cada decisión sobre el producto se fundamentará por medio de la experiencia de prueba y error. También se detallará el costo de los materiales y procesos, para lograr un presupuesto que determinará un precio estimado del producto en el mercado.

Capítulo 1. El diseño industrial y sus aplicaciones

Permanentemente las personas conviven con objetos que fueron proyectados por un diseñador industrial, aunque muchas veces no lo saben. Hoy en día, casi todos los objetos y productos, que forman parte de la vida diaria de una persona, son producidos en serie. Una lapicera, una computadora o un celular, son algunos de los infinitos elementos en los cuales el diseño industrial se hace presente en la vida cotidiana.

Es importante conocer la función del diseñador industrial y poder diferenciarlo de otras profesiones referentes al desarrollo de objetos. Por ejemplo, el artesano que proyecta y fabrica un producto difiere significativamente con un diseñador industrial, lo que no quita que estos no puedan trabajar juntos en un proyecto o ayudarse mutuamente.

1.1. El diseño industrial

Cuando se piensa en los orígenes del diseño industrial se toma como punto de partida al comienzo de la producción en serie, es decir, la revolución industrial. A finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII se cambió el paradigma de fabricación de productos mediante la implementación de un nuevo esquema productivo.

El surgimiento de la manufactura como método de producción fue un gran cambio social, ya que es un método de trabajo que se basa en un grupo de personas con una función individual determinada, con el fin de fabricar un producto y aumentar la productividad de la empresa. En cambio, en la artesanía la fabricación del objeto la realiza una sola persona, de principio a fin. Luego, con la llegada de nuevas máquinas, comienza una nueva etapa llamada producción industrial. Estas invenciones permitieron la automatización de las actividades de los operarios, que antes realizaban manualmente.

La primera invención que revolucionó la elaboración de productos fue la máquina de vapor, después llegó la máquina de hilar y el telar mecánico. De esta manera, los

operarios dejaron de depender de la energía de la naturaleza, como la hidráulica por medio del agua, la neumática utilizando aire, la eólica por medio del viento, la utilización de animales como método de carga y traslado, y sobre todo la fuerza humana. De esta manera, se logró evitar la fatiga muscular del empleado obteniendo así que la producción se mantuviese constante. Los precursores más importantes de este cambio fueron Frederic Winslow Taylor y Henry Ford.

Antes de la revolución industrial, los operarios tenían a su disposición máquinas y herramientas manuales que dependían del usuario para su funcionamiento. Pero después de esta revolución, y con la llegada de la máquina automática, se produjo un cambio cultural que generó estuviese al servicio de la máquina. De esta manera, se liberó al hombre de los trabajos más pesados y monótonos.

A finales del siglo XIX se descubren nuevas fuentes de energía, la electricidad, el petróleo y los motores de combustión interna. En un principio, la electricidad era de uso doméstico, pero luego se implementó en las industrias para abastecer de energía a las máquinas industriales.

Quarante (1992) afirma que Frederic Taylor organizó el trabajo innovando en la metodología de producción. Determinó las velocidades necesarias para la fabricación de productos, de manera que los empleados puedan dar lo máximo de sí y no sufran de un agotamiento físico. No le pide al operario que piense, ni razone, sólo debe realizar una sola maniobra sencilla reiteradamente. Esta labor podía aprenderse en cuestión de minutos y debía realizarse a un ritmo constante.

Henry Ford puso en práctica los estudios de Taylor, introduciendo la cadena de montaje. Los empleados eran sometidos a un trabajo rutinario, donde cada obrero realiza una función en particular simple y monótona. La fabricación dejó de ser individual y pasó a ser

grupales, a diferencia de la artesanía donde un solo hombre, con un oficio determinado que le había llevado años dominar, diseñaba y fabricaba un objeto de principio a fin.

Pero esta nueva modalidad productiva tuvo opositores que se negaban al cambio. John Ruskin creía que la producción industrial carecía de un valor estético y que era una manera de esclavizar al operario, lo que no ocurría en la artesanía. También plantea que la industrialización era un problema tanto para el consumidor como para el productor, ya que el consumidor obtenía producto de calidad inferior a los artesanales y con una estética muy pobre. El productor, en cambio, perdía la satisfacción de construir algo con sus propias manos.

Su discípulo, William Morris, también criticó a los productos industrialmente fabricados, pero, a su vez, reconoció que estos productos contaban con cualidades estéticas dadas por artesanos y no por la máquina.

Bramston (2010) explica que gracias a Ruskin y Morris, surge en la segunda mitad del siglo XIX, en Inglaterra, el movimiento Arts&Crafts, es decir artes y oficios. Este movimiento buscaba la calidad y la estética de los objetos. También tenía como objetivo educar a las personas que pertenecían al campo de las artes visuales. Se creía que la producción industrial había roto el equilibrio de la forma, función y decoración.

Luego, en 1880, surge la segunda generación del movimiento Arts&Crafts, donde comienza a mostrarse una aceptación de la máquina como método auxiliar de la producción artesanal.

1.1.1. ¿Qué es el diseño industrial?

El diseño industrial es una disciplina cuya función es crear objetos que aumenten la calidad de vida en las personas. Para ello se tienen en cuenta factores como el contexto,

la forma, los materiales, la ergonomía, los métodos productivos, las situaciones típicas de la vida cotidiana, y sobre todo al usuario.

El diseñador se ocupa de desarrollar todos aquellos objetos que son susceptibles de ser diseñados o rediseñados, ya sea en la industria electrónica, automoción, juguetera, mueblería, instalaciones sanitarias, aplicación de la ergonomía en diseño de máquinas, en fin, fabricación en general. Al respecto, Blanco sostiene:

Lo que siempre ha tenido el diseño industrial en su práctica es la reflexión permanente sobre su influencia en la sociedad. De allí que la ética de la práctica a veces se ha encontrado con la estética y con otras miradas hacia el objeto. La verificación de quien utiliza el objeto puede ser mirada como usuario o como un consumidor o fruidor, le da al diseñador alternativas de respuestas variadas. (2007, p. 55).

Los factores que influyen en el usuario y en el producto no deberían ser percibidos como una problemática, sino que todo lo contrario, tendrían que entenderse como una oportunidad de diseñar un producto bajo un concepto que aporte algo tanto para el mercado como para la sociedad. De esta manera, el diseñador nunca dejaría de ser un observador que a partir de sus reflexiones genera soluciones prácticas para la vida cotidiana.

1.1.2. Diseñador industrial, ¿ingeniero, artesano o artista?

El diseño industrial, si bien podría decirse que tiene mucho en común con otras disciplinas como la ingeniería, la artesanía o las artes plásticas, se diferencia de todas ellas por muchas razones.

Maldonado (1993) explica las diferencias entre el diseño industrial y otras disciplinas. Los ingenieros, al igual los diseñadores industriales están capacitados para proyectar objetos que tienen como objetivo su fabricación en serie. La diferencia parte de la tipología del producto que proyecta cada uno, ya que el concepto de serie se ha ido enriqueciendo y articulando con el tiempo. El diseñador industrial crea objetos que tienen como fin solucionar problemas de la vida cotidiana, y tienen un valor estético, funcional y

morfológico. En cambio, el ingeniero se especializa en la creación de piezas mecánicas, con funciones más técnicas.

Por otra parte, el diseñador industrial puede diseñar productos que por algún motivo, complejidad estructural o simplemente por su alto costo productivo, se fabrican como piezas únicas o de series reducidas. Esto no quiere decir que el diseño en cuestión no sea considerado obra de un diseñador industrial. Muchas veces, este concepto pone en riesgo su definición, y se lo confunde con una artesanía, o lo que es peor, un objeto del ámbito artístico.

El diseño industrial se caracteriza por ser una disciplina en donde la persona que proyectará el objeto se nutre de las opiniones y puntos de vistas de otras personas, ya sean negativos o positivos. Shaw declara:

Si tú tienes una manzana y yo tengo una manzana y las intercambiamos, tanto tú como yo seguiremos teniendo una manzana cada uno. Sin embargo, si tú tienes una idea y yo tengo una idea y las intercambiamos, entonces cada uno de nosotros tendrá dos ideas. (2010, p. 14)

El proceso de diseño se realiza mediante la inclusión del pensamiento de otras personas que suelen ser ajenas al ámbito de diseño. Hablar con el usuario sobre el producto puede servir para descubrir problemáticas que solo él percibe, y de esta manera generar ideas innovadoras y soluciones a problemas.

1.1.3. La función del diseñador industrial

A medida que pasan los años el contexto varía abruptamente, y se generan cambios en la sociedad y en las tecnologías. De esta manera, nacen nuevas problemáticas que afectan a la sociedad. El diseñador industrial debe tener en cuenta dicha evolución social y tecnológica, para así poder solucionar las diversas problemáticas que se originan continuamente.

Para lograr este objetivo es necesario detenerse a observar y analizar todas las cuestiones y factores que se relacionan con el consumidor final. En muchos casos, el diseñador olvida algunos de los aspectos mencionados anteriormente, pero nunca debería olvidar su responsabilidad social, y el impacto que tiene un producto en la sociedad.

Otros autores reflexionan acerca de las virtudes del buen observador, como en el caso de Munari, quien afirma: "Cualquier problema puede ser descompuesto en sus elementos. Esta operación facilita la proyectación porque tiende a descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los subproblemas." (1981, p. 44). Para poder localizar los subproblemas a los que se refiere Munari es necesario prestar una atención cautelosa y exhaustiva a los detalles.

El diseño industrial al ser una profesión en la cual se interactúa continuamente con muchas otras disciplinas, es crucial conocer en profundidad el contexto del producto en cuestión. Es decir, es imposible lograr un buen producto si el diseñador es ajeno a todas las cuestiones que rodean al objeto, como el usuario, los materiales, los proveedores, el transporte y las problemáticas del ámbito en el cuál se insertará el producto en cuestión. En pocas palabras, todos los factores y situaciones que hacen de nexo entre el diseñador y el consumidor deben ser contemplados por el diseñador.

1.2. Los chicos, un usuario particular

La infancia es una etapa donde los chicos juegan a ser adultos. Existen profesiones bien marcadas a la hora de jugar, como doctores, amas de casa, arquitectos, automovilista, bomberos, policías, ladrones, entre otros. Cavalcanti, psicóloga, explica: "si un niño actúa como un adulto, sólo está jugando, porque un niño no puede hacer otra cosa. Y el adulto que no logre ver eso se pierde lo mejor de la vida, el juego". (2012). Los chicos abstraen lo conceptual de cada profesión, por eso cuando un niño quiere jugar al doctor, no elige

entre cirujano, urólogo o cardiólogo, simplemente toma lo conceptual de aquella profesión, es decir, toma aquello que lo caracteriza e identifica, el guardapolvo blanco. Con la música ocurre lo mismo, la imagen del rockero con su guitarra eléctrica pesa más que la del flautista de música clásica. Ésta fue una de las razones principales por la cual se eligió un instrumento de cuerdas, y no uno de viento o de percusión. Los instrumentos de cuerdas remiten conceptualmente a la guitarra eléctrica, y crean un vínculo con el infante, que sólo busca divertirse interpretando un personaje de la vida adulta.

El desarrollo cognitivo, en los niños, según Piaget (1958) se divide en cuatro etapas, basadas en la edad del niño. Primero se genera el período sensorio-motor, esta etapa se da en chicos de 0 a 2 años de edad. Donde los bebés comienzan a comprender el mundo que los rodea, luego aprenden a manipular objetos. La segunda etapa, llamada etapa pre-operacional, se manifiesta en chicos de 2 a 7, éste es el período donde los chicos interactúan con el contexto mediante el uso del lenguaje. La tercera etapa lleva el nombre de operaciones concretas, y se percibe en niños de 7 a 12 años. En ésta etapa surge el pensamiento lógico, comienza el razonamiento. El niño es capaz de establecer relaciones entre hechos u objetos, y organizar y clasificar objetos según similitud o diferencias. El cuarto y último período, denominado formal abstracto, se evidencia en chicos de 12 años en adelante. En esta etapa, el chico logra la abstracción sobre todo lo que observa permitiendo el razonamiento lógico y deductivo, y se presenta la capacidad de crear hipótesis.

Para diseñar un producto, en este caso un instrumento musical, es necesario conocer en profundidad al usuario y sus características para que el diseño funcione y sea aceptado por la persona que utilizará el objeto en cuestión. Pero en el caso de los chicos, es poco probable crear un producto que se adapte a todas sus necesidades, ya que, en este usuario, se producen cambios físicos y mentales que varían muy rápidamente a lo largo de su crecimiento. Por este motivo, es crucial elegir un rango de edades determinado.

En este proyecto, los usuarios serán chicos de 6 a 8 años de edad, es decir, aquellos que estén finalizando la segunda etapa, la preoperacional, y comenzando la tercera, la de operaciones concretas, de su desarrollo cognitivo. El objetivo será rediseñar un instrumento musical con el fin de adaptarse a este usuario en particular, estimulando su desarrollo cognitivo a lo largo del aprendizaje de este instrumento.

1.2.1. Juegos y juguetes

Además de tener en cuenta los gustos y preferencias de los chicos, es necesario conocer las reglas que existen en el diseño de juguetes para niños.

Existen determinadas reglas para el diseño de un producto infantil, como en el caso de los juegos y juguetes que requieren de un diseño simple y de fácil comprensión de las funciones del objeto. La paleta de colores no debe pasar desapercibida, para que el objeto sea llamativo, y cause curiosidad en el niño. Deben ser fáciles de utilizar, no deben estar compuestos por materiales tóxicos y el chico debe ser incapaz de lastimarse con él.

Norman sostiene:

El cerebro humano está exquisitamente adaptado para interpretar el mundo. Basta con que reciba la mínima pista y se lanza, aportando explicaciones, racionalizaciones y entendimiento. Veamos los objetos —libros, radios, electrodomésticos, máquinas de oficina c [sic] interruptores— que forman parte de nuestras vidas cotidianas. Los objetos bien diseñados son fáciles de interpretar y comprender. Contienen pistas visibles acerca de su funcionamiento. Los objetos mal diseñados pueden resultar difíciles de utilizar y frustrantes. No aportan pistas, o a veces aportan falsas pistas. Atrapan al usuario y dificultan el proceso normal de interpretación y comprensión. Por desgracia, lo que predomina es el mal diseño. El resultado es un mundo lleno de frustraciones, de objetos que no se pueden comprender, con mecanismos que inducen al error. (1990, p. 16).

Si un producto mal diseñado puede confundir y frustrar a un adulto promedio, enfrentar a un chico, cuyas capacidades cognitivas y motrices todavía se encuentran en pleno desarrollo, en esta situación, podría producir un rechazo por el objeto, que automáticamente evitaría que el producto cumpliera con la función principal por la cual se diseñó. Por este motivo, se cree que comprender al usuario es el factor más importante

para que un producto funcione como realmente se pensó. Sobre todo cuando el producto debe crear un vínculo con el usuario y estimular su aprendizaje.

Otras de las características que se deben tener en cuenta, como se mencionó anteriormente, es el vínculo que se genera entre el niño y el objeto. Un buen diseño debe ser capaz de crear un vínculo con el usuario, de manera que se genere un deseo por el producto.

La ergonomía, en el diseño de este tipo de objetos, es un factor significativo que debe tenerse en cuenta. La Asociación Española de Ergonomía (AEE), plantea la definición de ergonomía como: "Ergonomía es la ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su, eficacia seguridad y confort". (2013). De esta manera se explica como la ergonomía estudia a los seres humanos con el fin de adecuar los objetos que lo rodean a él, con el objetivo de mejorar su calidad de vida. La importancia de este factor se debe a que el cuerpo de un chico, de 6 a 8 años de edad, no posee las mismas dimensiones y características las de que un adulto. De esta manera, difícilmente el niño pueda adaptarse a un producto diseñado para un adulto, y viceversa. Existen diferentes áreas en la ergonomía que se diferencian por sus intereses en los distintos factores que afectan al cuerpo humano.

Según Álvarez (2007), existen distintos tipos de estudios de ergonomía, la biométrica estudia las dimensiones de los seres humanos, su postura, las cargas físicas y la biomecánica. La ambiental se encarga de las condiciones ambientales, la carga visual y los sonidos y vibraciones del espacio. La ergonomía cognitiva, estudia la psicopercepción e interfaces de comunicación. La preventiva, se concentra en la seguridad del usuario en diferentes ámbitos, teniendo en cuenta la salud y el confort, como también el esfuerzo y la fatiga muscular. La ergonomía de concepción se caracteriza en el diseño de productos, sistemas y entornos. La específica se basa en el

estudio de las personas minusválidas y discapacitadas, y los ámbitos infantiles y escolares. Por último, la ergonomía correctiva, es aquella que se utiliza como método de evaluación, análisis e investigación.

Habiéndose identificado estas características, para el diseño de este producto se decide utilizar como metodología de análisis la ergonomía de concepción, y la específica.

1.2.2. Productos didácticos

Existe una categoría de juegos para chicos, que tiene como finalidad la educación del infante, son los denominados juegos didácticos. Estos productos suelen tener estética y una morfología lúdica. Para esto es necesaria la implementación de colores y formas básicas que incitan al deseo del chico por jugar y aprender.

La comunicación en el diseño es un factor muy importante, para que el usuario logre una correcta interpretación del funcionamiento del producto. Para que esto se cumpla se deben tener en cuenta varios factores, como las formas, la ergonomía, los colores y la correcta ubicación de las cosas.

Otros autores afirman este concepto acerca de la comunicación de los objetos: Todos los aspectos comunicativos de cada producto o, para decirlo en términos más directamente referidos a lo físico de los productos, esos componentes (diversos elementos de codificación, marcas, etiquetas, esquemas gráficos y tipográficos, indicadores, escalas, *display*, etcétera) que constituyen la interface comunicativa de un producto o de un sistema de productos u hacen comprensible su composición, su estructura, sus prestaciones, su modalidad de trabajo y ulteriores características. (Chiapponi, 1999, p. 178).

Pero en el caso de los chicos, la implementación excesiva de componentes puede condicionar al usuario, de manera tal, que se estarían limitando sus funciones y sobre todo la creatividad del niño.

1.3. El ukelele como producto

El ukelele es un instrumento creado en Hawái a finales del 1800. Existen cuatro tipos de ukeleles distintos, que se diferencian entre sí por sus dimensiones. El soprano, concierto, tenor, barítono ordenados de menor a mayor.

Gray (2014) explica como el ukelele comparte características con la guitarra criolla, ya que utilizan la misma afinación, poseen una estética similar y ambas utilizan cuerdas del mismo material, nylon. Aunque el ukelele es menos costoso, cuenta con dimensiones más pequeñas, por lo tanto es más fácil de transportar, requiere de menos fuerza en los dedos ya que sus cuerdas están menos tensionadas, y son más fáciles de comprender, ya que al tener menos cuerdas hay menos notas, es decir, menos cosas que recordar.

Está fabricado, casi en su totalidad, en madera. Pero dentro de este tipo de materiales, los más utilizados, para este instrumento, suelen ser láminas de peteribí, cedro o nogal que se superponen y vinculan entre sí por medio de cola ureica, y luego se curvan formando el arco, la parte lateral del cuerpo del instrumento. Y maderas sólidas como la caoba o el cedro, para la fabricación del diapasón. Los trastes, en cambio, son varillas metálicas que se seccionan y vinculan al diapasón.

1.3.1. El rediseño

Existen diversos productos que se han quedado en el tiempo, esto se refiere a aquellos objetos que no se modificaron para adaptarse a la época actual, pero que aun así se siguen comercializando y formando parte de la rutina diaria. El autor plantea que si se logran adaptar estos productos, utilizando tecnologías, materiales y procesos productivos actuales, se podrían obtener objetos que solucionen problemáticas cotidianas actuales. Existen algunos fabricantes de instrumentos que prefieren seguir creándolos de la

manera tradicional y evitando la tecnología actual. Otros autores sostienen la teoría de la importancia de la aplicación tecnológica al proceso productivo, Bramston indica:

Los conocimientos adquiridos por varias generaciones no están siendo cuestionados ni puestos en peligro por las máquinas, sino que tienen la oportunidad de desarrollarse más y confrontar los límites de la creatividad con empatía e implacable sofisticación a nivel fundamental y sin precedentes. (2009, p. 21).

El diseñador industrial debe conocer las técnicas de fabricación tradicionales, como así también las tecnologías productivas actuales para poder, de esta manera, rediseñar un producto con el fin de introducirlo al contexto actual.

1.3.2. ¿Por qué el ukelele?

Este proyecto está centrado en cómo el diseño industrial puede ser capaz de desarrollar un producto que tenga como finalidad estimular el desarrollo cognitivo infantil. Con el objetivo de incorporar a la educación musical el uso del ukelele en las instituciones de educación primaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA).

La elección del producto se centra en el ámbito educacional, es decir aquellos productos que fueron concebidos con fines didácticos. A partir de esta premisa, el autor analizó los beneficios de la música como método de aprendizaje, y su capacidad para estimular el desarrollo auditivo, motor y cognitivo en los niños.

En una investigación realizada en la Universidad de Psicología de Hong Kong, Chan (2003) comprueba que los niños que estudiaban música habían mejorado su aprendizaje lingüístico y matemático, tornándose más preciso, atento y receptivo. De esta manera al crear un instrumento en el cual se tiene en cuenta los factores morfológicos, ergonómicos y económicos, es posible que el diseño pueda influir positivamente en el aprendizaje de los niños.

A pesar de la extensa variedad de productos con la que cuenta esta área educacional, la música, se localiza una problemática que afecta indirectamente al usuario. Los precios

excesivos de los instrumentos musicales suelen alejar a una gran cantidad de chicos de la música, debido a que sus padres no pueden acceder a estos productos. Por este motivo, el rediseño de este producto estará destinado para ser utilizado como método didáctico en escuelas de capital federal, siendo, los usuarios, niños que formen parte del primer ciclo de la escuela primaria, es decir aquellos chicos de 6 a 8 años de edad.

Una vez determinado el ámbito, el usuario, la función del producto y el contexto se hace necesario seguir acotando las variantes hasta llegar a un producto que cumpla con todas las necesidades que se plantean. Para decidir el instrumento musical a diseñar, se realizó una indagación de cuáles son los instrumentos que, hoy en día, se utilizan en las escuelas de capital federal.

Se descubre que los instrumentos más comunes son la flauta dulce, la guitarra criolla y el órgano. Luego, se realiza una comparación teniendo en cuenta cuatro factores esenciales que debían cumplir estos productos, el económico, factor que determina quién acceder a ellos y quién no, su facilidad de aprendizaje, teniendo en cuenta al usuario en cuestión, que tan fácil o complejo sería su comprensión y la ejecución del instrumento. A continuación, la capacidad del producto de ser transportado, y por último, y aunque sea el aspecto más subjetivo de todos y no deja de ser el factor más importante, la predilección del usuario sobre el objeto.

En cuanto al factor económico, la flauta se ubicaba en el primer lugar, dentro de un orden ascendente de precios siendo la más económicamente accesible, la siguen la guitarra y el órgano, en el último lugar. En cuanto al aprendizaje del instrumento, el órgano y la flauta se ubican como los más fáciles de aprender, mientras que la guitarra conlleva una habilidad y una determinada fuerza en los dedos que produce que su ejecución, para un niño de esta edad, sea más compleja de realizar.

Por otra parte, la capacidad de transportar un objeto muchas veces puede ser una función adicional, pero, el autor cree firmemente que, en este producto debería ser un factor contemplado como algo elemental. La flauta en este caso es la única que puede ser transportada en una mochila, por lo tanto es la más apta para ser trasladada del hogar a la escuela, y viceversa.

Capote (2012), entrevista a María Delgado, directora del conservatorio de música de Santa Cruz de Tenerife, quien afirma que los chicos prefieren la guitarra, quizás porque desconocen otros o por tradición familiar. Muchas veces los instrumentos más grandes, como el contrabajo, al principio, pueden generar rechazo. Este factor es uno de los más importantes, ya que el chico debe querer interactuar con este objeto, de manera que no sea una obligación sino un momento de diversión y aprendizaje.

Teniendo en cuenta todos estos factores, el autor decidió alejarse de estos instrumentos, que suelen ser los más comunes para impartir educación musical en las escuelas, e inclinarse por otro que sí cumpla con todas estas necesidades. La conclusión de esta exploración presenta como resultado al ukelele, un instrumento de origen hawaiano, que al día de hoy sigue teniendo los mismos materiales y las mismas características que cuando se diseñó por primera vez.

Debido a sus características, el autor considera que el ukelele podría utilizarse en las escuelas como un instrumento introductorio a la guitarra, ya que este cuenta con las dimensiones ideales, tanto en el cuerpo como en el mástil, para los niños de estas edades, y dispone de una estética similar a la de una guitarra criolla. Cuenta con cuatro cuerdas, lo que facilita considerablemente la realización de acordes y notas musicales, en relación a la guitarra que cuenta con seis. Dichas cuerdas tienen una tensión menor a la de una guitarra, ya sea eléctrica, criolla o acústica, lo que requiere de menos fuerza en los dedos para lograr el sonido deseado.

Otros autores explican las diferentes clases de ukeleles existentes: Los ukeleles se fabrican en cuatro tamaños o tallas comunes: soprano, de concierto, tenor y barítono. En cuanto a la afinación, los sopranos, de concierto y tenores utilizan por lo general la misma: de cuarta a primera, sol do mi la; el barítono se afina una cuarta más grave: re sol si mi, exactamente igual que las cuatro primeras cuerdas de la guitarra. Las tallas se caracterizan por su escala –esto es, la longitud de la cuerda– y el tamaño del cuerpo, que aporta la calidad sonora. (Gálvez, 2013).

Estas variaciones en el tamaño del instrumento permiten, al autor, diseñar un solo producto, y luego adaptar dicho diseño a los otros tamaños. De esta manera, el alumno, o sea el usuario, puede elegir cuál será su tamaño ideal dependiendo de sus características físicas.

El ukelele, debido a sus dimensiones generales puede ser transportado en una mochila, lo que facilita considerablemente su traslado de la casa a la escuela, y viceversa. El diseño de dicho producto contemplará su accesibilidad económica como premisa central, como así también la estética lúdica simulando los rasgos de una guitarra eléctrica. Éste instrumento cuenta con un precio menor al de la guitarra y el órgano, pero superior al de la flauta.

De esta manera, el autor plantea el diseño de un ukelele con fines didácticos. Éste producto será pensado de manera tal que pueda ser producido en serie, y de este modo poder bajar los costos, innovando en materialidad y procesos productivos. También contará con una estética lúdica simulando los rasgos de una guitarra eléctrica, de esta manera se busca crear un vínculo entre el objeto y el niño, situando al producto como un objeto de deseo.

El campo o disciplina a la que acostumbran estar destinadas estas tipologías de productos, no suelen estar intervenidos por diseñadores industriales. De hecho, los instrumentos de cuerda, obviando el caso de las guitarras eléctricas, suelen ser diseñados y fabricados por un luthier. Muyöj define a la disciplina del luthier como:

Luthier es el artesano dedicado a la construcción de instrumentos musicales de cuerdas punteadas o frotadas que posean mástil, siendo extensivo a los constructores

de tecla, viento y percusión. Hoy el arte- oficio de la luthería es transmitido en ámbitos familiares, por lo general, y así pocos tienen acceso al aprendizaje. Sin embargo, muchos jóvenes desean revalidar este oficio artesanal y encuentran escasos luthiers con capacidad de transmitir todos sus “secretos”. (2009).

Este tipo de productos, hoy en día, suelen estar diseñados por luthiers y luego se busca la manera estratégica de producirlo en serie. Según el autor, ésta es la gran falla del producto. No obstante se trata de una problemática que puede ser solucionada de manera innovadora por un diseñador industrial, planteando un rediseño teniendo en cuenta todos los elementos y situaciones que rodean al producto.

Uno de los factores más importantes y que define al producto como tal, es el usuario, quien utilizará el objeto en cuestión, determinará si el producto satisface sus necesidades, y en la mayoría de los casos, también será quien lo compre.

Capítulo 2. Usuarios

Todas las personas son diferentes y cada una de ellas cuenta con sus propias particularidades que las distinguen del resto. Dependiendo del producto a diseñar, se toman cuenta distintas propiedades del usuario, según el caso, podrían considerarse ciertas cuestiones como el habla, la audición o la visión, como también rasgos físicos como la altura, el peso y el sexo. Del mismo modo, se valoran a aquellos que necesitan de un objeto externo para poder realizar actividades cotidianas, como una silla de ruedas, un bastón o un audífono.

De esta manera, sería imposible diseñar un producto que tuviera en cuenta cada característica de cada individuo, ya que éstas discreparían entre sí. Por este motivo, es necesario dividir y sectorizar en grupos a todas las personas, sin dejar de lado a ninguno de ellos. Al sectorizar a estos usuarios, por lo general, se intenta abarcar a la mayor parte de la población posible. Por ejemplo, al producir un objeto que será destinado sólo a mujeres, se estaría obviando al 50% del mercado. Pero no todos los productos pueden ser utilizados por toda la población, y cuando el objeto a proyectar está limitado a un solo usuario, es importante conocerlo a fondo.

En este caso en particular, el objeto es un instrumento de cuerdas destinado a un público infantil. Este grupo de usuarios tiene la particularidad de encontrarse en un desarrollo físico y mental constante, y esto sucede en el transcurso de escasos años. Por este motivo, la sectorización debe ser aún más precisa, ya que el individuo no tendrá las mismas características por mucho tiempo.

Las situaciones de uso del producto y los objetos que lo rodean son factores importantes, y conocerlos es una manera de familiarizarse con el usuario. Por ejemplo, el ukelele es un instrumento que puede ser ejecutado tanto sentado como de pie, y por su peso y tamaño no es necesaria la adición de elementos externos de sujeción, como las correas.

Por lo tanto se deberán tener en cuenta las posturas en ambas situaciones. En cuanto a los objetos que rodean al producto, pueden utilizarse púas, distintos tipos de afinadores, como también el uso de una funda que permite protegerlo de factores externos y transportarlo de manera segura. Este artículo también se utiliza para guardar todos los objetos anteriores, cuerdas y cuadernos.

En esta situación en particular, el infante no será el único que estará en contacto con el producto. Uno de los factores relevantes en la adquisición de éste objeto es quien lo va a comprar. Como en este caso el usuario es un niño de seis a ocho años de edad, él no va a ser quien compre el producto, sino que el consumidor directo será una persona mayor de edad, ya sea uno de los padres o un pariente. Esto no quiere decir que el chico sea quien elija el artículo en cuestión, influyendo en la decisión final.

2.1. Diseño infantil

Existen distintos métodos y enfoques de diseño aplicables para todo tipo de productos. Pero, en cuanto a los objetos para chicos, Munari (1981) los divide en dos posibles maneras de afrontar un diseño. La primera, se basa en la proyección de un producto que favorezca la instrucción de infante, ayudándolo a ejercitar sus sentidos, su motricidad y su mentalidad. De manera que el usuario puede interactuar con el objeto con el fin de estimular su creatividad, ya sea memorizando patrones o imágenes, u ordenando figuras. En este caso el diseñador reflexiona sobre que podría ser útil para su educación. En cambio, de la segunda manera, se diseña un producto mediante un estudio de mercado y se proyecta lo que el rubro de productos infantiles demande, y que llame la atención del niño. Aquí el objetivo principal es introducirse en el mercado y vender el producto. Un claro ejemplo, son las muñecas y los autos de juguete, ya que el diseñador debe representar a escala, como una especie de maqueta, un objeto de la vida cotidiana. Este tipo de productos no interactúan con el usuario, no le exigen que piense, que resuelva problemas, que combine o forme formas. Simplemente, el niño puede fingir ser un adulto.

Con la ayuda de las técnicas y teorías del diseño industrial es posible crear un objeto que optimice ciertas situaciones de la vida cotidiana y que mejoren la calidad de vida de las personas.

En el campo de los productos infantiles, el diseño didáctico, puede proponer una manera placentera de aprender, y de esta manera la pedagogía deja de ser tediosa. Si la principal función de un supuesto objeto es estimular cierta área específica de una persona, y la situación de uso resulta divertida y atractiva, éste diseño funcionará mejor, se aprovechará al máximo sus cualidades y los resultados serán superiores, al compararlo con un producto considerado aburrido.

Por este motivo, el valor lúdico que le asigna a un producto deja de ser algo secundario, para convertirse en un aspecto indispensable, y no sólo aplicable para esta tipología de productos. Por lo tanto, se podría decir que los productos divertidos funcionan mejor, ya que invitan a su uso.

2.1.1. Evolución cognitiva

Como se explicó en el capítulo anterior, la teoría de Piaget sobre el desarrollo cognitivo se basa en la evolución de los niños desde que nacen hasta que superan los doce años de edad. A su vez, este proceso se divide en cuatro etapas, donde en cada una de ellas el infante realiza un determinado progreso significativo de su motricidad y en su capacidad de razonamiento. En este caso, el usuario es un infante de seis a ocho años de edad, que se encuentra en el final de la etapa llamada preoperacional y al comienzo de la fase de operaciones concretas.

Al diseñar un objeto destinado a los chicos, es necesario tener en cuenta sus características y limitaciones, con el fin de saber que situaciones o problemas puede comprender el sujeto, según su edad.

También otros autores afirman la importancia de los objetos para el desarrollo cognitivo de los chicos. Richmond (1972), asegura que las acciones mentales son originadas mediante la manipulación de objetos, y estas se perfeccionan con el uso constante de los mismos. Pero a su vez, aconseja que, por la diferencia motriz de un estudiante de jardín de infantes, a uno de primaria o de secundaria, la necesidad de utilizar objetos tangibles como método de aprendizaje disminuya a medida que pasan los años. De manera que cuanto menor sea la edad de la persona, la utilización de elementos para la comprensión de conceptos más necesaria. Por ejemplo, es más factible que al pedirle a un adulto que se imagine una figura bidimensional de cuatro lados éste sea capaz de construir una imagen mental de la figura en cuestión, pero un niño necesitará de un objeto, que pueda ver y tocar, que cumpla con estas características geométricas para comprenderlo, ya que su capacidad de razonamiento todavía no se desarrolló por completo.

Por lo tanto, los niños utilizan sus habilidades sensoriales para aprender, y estas actividades suelen realizarse por medio del uso de objetos lúdicos que incentivan su utilización. Desde los primeros años de vida, para comprender el mundo que los rodea, los chicos utilizan sus sentidos, el tacto, la vista, el oído, el olfato y hasta el gusto. Por estas razones un instrumento musical puede ofrecer una serie de estímulos sensoriales y motrices, mediante su uso. Al aprender a tocar un ukelele, la persona debe utilizar el oído, el tacto y la visión simultáneamente. Esto implica una coordinación física y mental.

2.1.2. Aspectos sensoriales

La estética de un producto y la morfología que lo compone no es lo único que percibirá el usuario. Se deben tener en cuenta a todos los sentidos de una persona, dependiendo del rubro al cual estará dirigido el objeto. La tipología del artículo, o el público mismo, valorarán ciertas funciones sobre otras. Por ejemplo, un producto gastronómico fabricado con un plástico que al estar en contacto con cierta sustancia toma un olor desagradable,

o que a pesar de su lavado el olor de una especia no desaparezca, no será aceptado por el usuario.

Por este motivo, funciones como el tacto, dependiendo del material, pueden generar sensaciones placenteras o desagradables, a partir de superficies suaves, ásperas, frías o calientes. Ya que las condiciones ambientales y los factores externos del contexto en el cual que se utilizará el producto generarán una serie de cambios físicos del material que será apreciado por quien lo utilice. Por este motivo es necesario el estudio de la materialidad antes de su aplicación al objeto.

El sentido de la visión también juega un papel importante en la estética del objeto y provocan diversas sensaciones en el sujeto, según su tono. Por esta razón el color de un producto no será sólo una cuestión estética, sino que también tendrá influencia en la decisión del consumidor por adquirir o no el objeto en cuestión. Otros autores plantean que:

Los expertos del color aseguran que, debido a sus experiencias previas, los usuarios asocian los colores a características específicas como el peso, el olor, el sabor, la fuerza y el género de los productos. Por ejemplo, los colores oscuros se consideran “pesados” mientras que los colores claros transmiten “un buen sabor”. Sin embargo, el rosa y otros pueden ser claros u oscuros en función de su tonalidad. (Bramston, 2009, p.109).

Por otro lado, el sentido auditivo puede ser aplicado como una función del artículo, ya sea para el desarrollo de una alarma, el timbre de una bicicleta, o simplemente para comunicar el encendido y el apagado de un objeto.

En un producto para chicos tanto su morfología como sus aspectos sensoriales deben causar un interés en infante, estimulando todos sus sentidos y fomentando su creatividad. Muchas veces, estas características permiten que un producto funcione mejor, ya que optimiza la comunicación de sus funciones, haciéndolo entendible tanto para niños como para adultos.

2.1.3. Ergonomía

Si bien el diseño industrial se encarga de proyectar productos que faciliten la vida cotidiana de las personas, sería imposible alcanzar estos objetivos si no se tiene en cuenta la interacción del objeto y la persona simultánea y paralelamente. Como se explicó anteriormente, al incluir la ergonomía en el diseño de un producto es posible corregir y optimizar situaciones de uso, y así poder crear morfologías universales, que permitan incluir a la mayor parte de la población. La aplicación de la ergonomía implica ir un paso más en la observación y el estudio del usuario. Ya que es posible tener en cuenta los distintos tipos de escenarios y situaciones posibles para encontrar soluciones óptimas de diseño.

Panero y Zelnik (1983) explican que las distintas dimensiones corporales varían según los diferentes factores que caracterizan a las personas, como el sexo y la edad. Los datos obtenidos forman parte de un registro, el cual ordena y clasifica los antecedentes, y a su vez, los promedian entre sí. Estos datos obtenidos se expresan en percentiles, y varían desde el 1 al 99, siendo el percentil 50 el hombre medio. Esto permite que al proyectar un producto, que requiere ser destinado a la mayor cantidad de la población posible, el diseñador utilice sólo los datos medios, dejando de lado los extremos. Es importante entender que una persona puede tener la altura de un percentil 50, el largo de los brazos de una de 60 o la altura de las rodillas de uno de 40. Por este motivo, estos autores afirman que no existe el hombre medio, por lo que sería un error tomar como referente sólo al percentil 50.

Por otro lado, Ávila, Muñoz y Prado (1999) al realizar estudios sobre las dimensiones corporales de las personas, fueron capaces de proporcionar datos más detallados. Y al observar la tabla de percentiles realizada por estos autores, se pueden señalar algunos datos de alta relevancia para el diseño del ukelele. Dentro de estos registros, se encuentran redactadas las características físicas de chicos de seis a ocho años de edad,

de sexo femenino y masculino. Pero algunos datos, como el peso o anchura de las caderas, se descartarán porque no influyen en la utilización del objeto, y se utilizarán los que resulten más relevantes para este producto en particular, ya que sólo se tomarán en cuentas las partes del cuerpo que estén en contacto con el instrumento y las posiciones corporales de uso, ya sea sentado o de pie.

Al examinarlos datos, se realizó un promedio entre los resultados extremos, obteniendo una unidad máxima y una mínima, expresada en milímetros, desde el percentil número 5 en niños de 6 años, hasta el percentil 95 de chicos de 8, utilizando los valores de ambos sexos. Por ejemplo, se notó que este usuario en particular cuenta con una estatura 1086 a 1375. Al estar sentado en una silla, la altura calculada desde el asiento hasta el hombro es de 342 a 467. Otra de las medidas más importantes son las manos, ya que estas son que accionaran el instrumento, las manos extendidas miden entre 116 a 156, y el diámetro de empuñadura, es decir, el agarre máximo es de 22 a 34. Cabe destacar que al tocar el instrumento sentado, a diferencia que estando de pie, su peso recae sobre uno de los muslos, dependiendo si el sujeto es zurdo o diestro.

2.1.4. Productos que estimulan la mente

Al proyectar un producto, deben poder comprenderse rápidamente sus características principales, el usuario debe entender para qué sirve y cómo funciona. Pero en este caso en particular deben entenderlo tanto los adultos como los niños. Según Munari (1981), al poner un juguete en las manos de un niño, éste sabrá, al instante, como funciona, y si no le inventará un nuevo uso y función. El dificultad comunicacional radica en los adultos, que por un exceso de cultura, muchas veces no los pueden entender. Sobre todo en aquellos objetos que por su simpleza, ya sea morfológica o funcional, el sujeto intentará comprenderlo al asociarlo con las cosas que ya conoce, y esto lo confundirá y hasta puede producir un rechazo. En cambio, los chicos tienen una mente flexible y al ver un objeto lo pueden interpretar de muchas maneras diferentes. Por ejemplo, la interpretación

de una caja vacía para un niño puede resultar un sinnúmero de opciones que el adulto, a primera instancia, no podrá ver.

Por otro lado, la edad de la persona que utilizará el producto recortará las posibilidades, acotando sus variables sensoriales y temáticas. Por lo tanto, no se tendrán en cuenta las mismas cuestiones para el diseño de un objeto destinado a un niño de dos años, que a un adolescente de catorce. En este caso, debido a la edad de usuario, se deberán elegir materiales que no sean tóxicos, se obviarán las formas punzantes para que no pueda lastimarse a sí mismo u a otras personas. Pero sobre todo, se debe pretender conseguir un objeto que impacte y genere curiosidad y ganas de utilizarlo por medio del uso estratégico sus colores, morfología y materialidad.

2.2. La música y el cerebro

Diferentes estudios psicológicos demostraron los efectos de la música en el cerebro y como ésta puede producir distintos tipos de emociones como el miedo, la alegría o la tristeza. Pero una investigación realizada por los psicólogos de la Universidad de Hong Kong comprobó que los niños que aprendieron a tocar un instrumento tenían una memoria verbal superior a aquellos que no contaban con ningún tipo de educación musical. Esto se debe a que la música estimula el hemisferio izquierdo del cerebro, que es el encargado de controlar el aprendizaje verbal. Se cree que los estudiantes que desarrollan tempranamente su memoria verbal serán más propicios a incorporar con mayor facilidad nuevos conocimientos a lo largo de su vida. (BBC Mundo, 2003).

El cerebro está compuesto por dos partes, el hemisferio izquierdo y el derecho, donde cada uno tiene un papel distinto. Cuando una persona toca un instrumento intervienen ambos hemisferios, el izquierdo al ejecutarlo y el derecho al interpretar la obra musical. De manera que para lograr tocar una canción es necesario de la coordinación simultánea de las habilidades cognitivas, afectivas y motrices.

Según Despina (1996) el hemisferio izquierdo es el encargado del lenguaje, de la elaboración de cálculos matemáticos, intuición del ritmo, la pronunciación de palabras y la ejecución musical. Mientras que el derecho se ocupa de la percepción del espacio, de las formas y del sonido. Por lo tanto un ser humano perfecto es aquel capaz de hacer funcionar ambos hemisferios de manera simultánea o alternadamente, y a éste lo llama el hombre musical o el hombre total. De esta manera se cree que estos descubrimientos pueden ser de gran utilidad para aquellos pacientes que necesitan recuperarse de una lesión cerebral, o simplemente los niños menores de 15 años, ya que se encuentran en una etapa de pleno desarrollo cognitivo.

De esta manera, utilizando las técnicas y teorías del diseño industrial se podría crear un instrumento musical que específicamente valore estas funciones que favorecen a la ejercitación mental del usuario, permitiendo que este producto sea económicamente más accesible, morfológicamente adecuado y semánticamente agradable, y una carga lúdica que despierte un interés mayor en el niño.

2.2.1. Inteligencia y aprendizaje

Para diseñar un producto con características educacionales es necesario comprender cuál será su propósito. Para lograr esto es imprescindible la comprensión de ciertos conceptos como el aprendizaje del niño y la ejercitación mental del mismo con el objetivo del desarrollo de su inteligencia.

Según Gardner (1993) existen diferentes tipos de facultades intelectuales, pero para que una inteligencia humana pueda ser capaz de aportar o beneficiar de alguna manera a una sociedad debe cumplir con una serie de prerrequisitos. De manera que el ser humano desde que nace hasta que llega a su etapa adulta debe desarrollar las siguientes características para ser considerado útil en una sociedad moderna. Esta persona debe ser capaz de resolver problemas o situaciones de la vida diaria, como así también, debe

tener la facultad de encontrar y crear problemas, con el objetivo de incorporación de nuevos conocimientos. Dentro de los distintos tipos de inteligencias, Gardner plantea la existencia de la inteligencia musical. Según él, de todos los dones con los que puede contar una persona, el talento musical es el que surge a más temprana edad.

Los principales componentes que conforman a la música son la melodía y el ritmo, estos constituyen una serie de frecuencias auditivas que se ordenan mediante un sistema prescrito. Sin la adquisición del sentido auditivo ninguna persona podría ser capaz de participar de una experiencia musical. Mediante una investigación, realizada por Mechthild y HanusPapousek (1982), afirmaron que durante la infancia, los niños cantan y tararean canciones y melodías que escucharon en algún momento de su vida, incluso, desde los dos meses de edad, los infantes pueden ser capaces de duplicar el tono, volumen y melodías de canciones de sus padres, y que los niños de cuatro meses también son capaces de igualar una estructura rítmica. Sostienen que los chicos están predispuestos a incorporar la música con mucha más facilidad que el habla, y que también pueden desenvolverse en juegos de características sonoras que requieren de creatividad y razonamiento. Después del inicio de los años escolares, aumenta la percepción musical, y se adquiere la capacidad de leerla.

Para que todo esto suceda es necesario que la mentalidad evolucione por medio del aprendizaje. Berbaum afirma: "El aprendizaje puede definirse como un proceso de construcción y asimilación de una respuesta nueva, es decir, como un procedimiento de ajuste del comportamiento con respecto al ambiente o bien al proyecto seleccionado por el interesado". (1988, p. 9). Se puede decir que el sujeto puede aprender sólo si se lo estimula de la manera correcta, enseñándole conceptos nuevos y explicándole cual es la manera correcta de hacer determinada cosa y porque estaría mal hacerla de manera diferente. Este procedimiento se vuelve más productivo si el niño se encuentra interesado y predispuesto a aprenderlo, como en el caso de la música.

2.2.2. Los chicos y la música

Desde el nacimiento las personas se sienten atraídas por la música, a tal punto, que muchas de ellas son consideradas melómanas. Este concepto de pasión excesiva por la música no se lo rotula como una manía, adicción o trastorno psicológico, pero demuestra la poderosa atracción que existe entre una persona y este fenómeno sonoro.

Llamas (2011) explica como a partir de mediados del siglo XX surgió el deseo por conocer los beneficios de la música y su aprendizaje. Por este motivo, se tomaron en cuenta ciertas características de la música como el tono, la armonía y la creatividad de la composición, con el fin de establecer su influencia en las diferentes situaciones sociales. Para ello, se utilizaron dos teorías distintas, la conductista y cognitiva.

La teoría conductista es un método de observación que se utiliza para describir el comportamiento del sujeto ante determinadas experiencias. Es decir, se demuestra que se logró el objetivo del aprendizaje cuando se advierte una modificación en la forma de operar de la persona en una situación determinada. Según este autor, unos de los resultados más alentadores, dentro de la pedagogía musical, fue el de la ejecución instrumental en niños pequeños, donde se analizó la técnica al tocar el instrumento, la disposición de los dedos, la lectura musical y la audición.

En cambio, la teoría cognitiva se basa en el aprendizaje como un proceso interno que no se puede observar. Ésta se centra en las teorías de Piaget, psicólogo y biólogo suizo, para explicar las etapas del desarrollo cognitivo del ser humano a lo largo de la infancia. La aplicación del cognitivismo en la educación musical estableció que la música actúa de manera estimulante, y se la consideró como un juego que impulsa la ejercitación la mente de los chicos. La teoría de Piaget aplicada a la pedagogía musical expone resultados de gran ayuda para el desarrollo de un instrumento musical, ya que permite comprender las

cualidades y capacidades de los niños dependido de su edad, y a su vez habilita una perspectiva psicológica del usuario.

Según esta teoría, un bebe desde que nace hasta que llega a los 2 años de edad, se encuentra en la etapa sensorio-motora, donde obtiene sus primeras experiencias con la música y es capaz de responder de forma distinta a determinados sonidos según su intensidad y duración. De los 2 a los 7 años el infante empieza a diferenciar sonido y ruidos, puede expresar con el cuerpo el ritmo de la música y también comienza a cantar canciones, a esta etapa se la determina pre-operacional. De los 7 a los 12 años de edad, el niño se encuentra en la etapa de operaciones concretas, donde es capaz de establecer un esquema conceptual ordenado y sólido de la información, puede crear ritmos y melodías, y es apto para entender y utilizar la escritura musical, como así también organizar movimientos de baile. Por último, la etapa de operaciones formales, en edades de 12 a 15 años. En esta etapa, el sujeto pasa de niño a adolescente, y está capacitado para crear música propia, ya tiene incorporadas ciertas estructuras intelectuales del pensamiento adulto.

Por este motivo se estima que el momento adecuada para aprender a tocar un instrumento es cuando el niño se encuentra en la tercera etapa del desarrollo cognitivo, es decir, a partir de los 7 años de edad. De esta manera, el infante comienza su excursión en el mundo de la música como si fuese un juego. A medida que va creciendo y desarrollando sus habilidades físicas y mentales, podrá aplicar las teorías aprendidas anteriormente con el fin de crear su propia música, estimulando su creatividad.

2.2.3. La música como estímulo de aprendizaje

Todos los niños nacen con la capacidad para oír y memorizar, que es lo necesario para retener melodías. Según Pahlen (1995) no sólo éstas aptitudes son innatas en el ser humano, sino que también pueden ser ejercitadas para que se fortalezcan. Todas las

personas nacen con oído, es decir, con la cualidad de captar y diferenciar sonidos. Como así también con la voz, que además de ser considerada como un instrumento, es otra de las aptitudes más importantes para la instrucción musical. Éste instrumento nace y se desarrolla a la par con el sujeto. Cuando se trata de un niño, su voz es capaz de alcanzar sólo algunas notas, y luego, sin notarlo, a medida que pasan los años irá expandiendo su capacidad vocal a medida que se convierte en adulto.

Éste autor sostiene que es posible que todos los niños puedan aprender la teoría musical, ya sea tocando un instrumento, o simplemente cantando. A partir de los tres años de edad, mediante el canto, el chico puede retener mentalmente una sucesión de notas de una canción, ejercitando así su memoria. Pero no todas las personas pueden alcanzar el nivel musical que se requiere para cantar profesionalmente, ser director de orquesta o compositor, de la misma manera que no todos pueden ser grandes oradores aunque hayan aprendido a hablar a la perfección.

Esta misma situación sucede en otras profesiones en las que se requiere de la creatividad, ya sea en la arquitectura, en la fotografía o en cualquier rama del diseño. Por ejemplo, un diseñador industrial que al proyectar un producto se dispone a bocetar, tomando como referencia una serie de objetos diseñados por otros profesionales y luego realiza los planos del objeto, de la manera que le enseñaron en la universidad. El resultado final probablemente sea un objeto que funcione apropiadamente, pero no será ni extraordinario ni innovador. Por otro lado si esta persona tiene ideas propias, este objeto será especial y diferente del resto, y al arriesgarse al hacer algo nuevo tiene más posibilidades de conseguir un diseño innovador.

Las cualidades que presenta la música se deben tener en cuenta en la educación de los niños, ya que al jugar con ella se puede enriquecer la creatividad del infante y ejercitar su motricidad. Otros autores afirman su importancia:

Es necesario tener presente las aportaciones de la psicología evolutiva para que la música se incorpore al currículum de la educación infantil como un medio para desarrollar la creatividad, el disfrute de los pequeños y todo ello ha de constituir un lenguaje vivo, lúdico y espontáneo, con unas bases metodológicas bien fundamentadas, en donde todas las actividades propuestas estén en consonancia con el desarrollo evolutivo. (Bernal, 2003, p. 102).

Una persona con los conocimientos básicos de la teoría musical, al componer una canción se encuentra con una serie de problemas que debe resolver con el fin de alcanzar un equilibrio en la melodía de su obra. De esta manera, la composición se transforma en un juego de ingenio donde el participante debe ordenar, incluir y excluir notas, donde cada una de ellas representa un número distinto, es decir un tiempo diferente. Por lo tanto, esta situación repercutiría de la misma manera, en el cerebro de esta persona, que en el contexto de una clase de matemáticas. Pero con la diferencia que ésta cuenta con un valor lúdico que genera entusiasmo y predisposición del niño por el acto.

Capítulo 3. La música

El diseño de éste objeto en particular requiere del conocimiento y la comprensión de ciertos fundamentos, que no suelen abordarse en el ámbito del diseño industrial, como la acústica y la sonoridad. El sonido que produzca el producto, previamente bocetado, proyectado y fabricado, debe ser el adecuado, de lo contrario éste no sería considerado un diseño funcional al no cumplir con su característica primaria, la capacidad de producir un sonido y sobre todo debe poder afinarse, para que de esta manera pueda alcanzar las notas necesarias para producir las melodías que caracterizan a este instrumento.

Éste punto es un factor más que se debe tener en cuenta y al incluirlo cambia totalmente el método de elección del material, ya se buscan otros resultados. Sin embargo, no se puede dejar de lado a la funcionalidad, la morfología o la estética del producto. Se podría decir que es necesario que exista un equilibrio de estos factores para alcanzar un diseño que satisfaga las necesidades del usuario.

Sin embargo, un instrumento musical no es sólo un producto con dotes recreacionales, la música esconde otras características, muchas de ellas si se las utiliza con fines médicos o educacionales pueden resultar favorables para el desarrollo cognitivo de adultos o niños. Esto es posible ya que posee una influencia en el inconsciente de las personas, que dependiendo del género musical puede generar distintos tipos de sentimientos. Otros autores sostienen que:

La música es una sucesión de tonos y combinaciones de éstos, organizada de tal manera que produzca una impresión agradable en el oído, y es comprensible su impresión en la inteligencia... estas impresiones tienen el poder de influir en las partes ocultas de nuestra alma y de nuestras esferas sentimentales y... esta influencia nos hace vivir en el país del ensueño de deseos cumplidos o en un infierno soñado. (Schoenberg, 1965).

De esta manera, la música puede ser capaz de crear un ambiente propicio para el aprendizaje y la creatividad. Los chicos interpretan estas situaciones como un juego y esto

convierte a la música en una herramienta de estimulación capaz de generar resultados físicos e intelectuales donde la persona se encuentra totalmente enfocada y predispuesta a aprender.

3.1. Instrumentos musicales

La música es diferente en todas las culturas, ya que cada una tiene sus propias características, representa algo en particular o se le asigna un valor determinado. Existen distintos tipos de instrumentos musicales que se fueron desarrollando a lo largo de historia. Cada uno de ellos cuenta con características únicas, dependiendo del contexto en el que fue concebido. La diferencia más clara está en la materialidad de estos objetos, ya que la elección sus materiales está definida por la zona geografía del mismo. Otros autores expresan: “Se puede afirmar que los instrumentos musicales son tan antiguos como la humanidad y que su origen debe buscarse en el mismo cuerpo humano en estrecha relación con el origen de la historia” (Blogclásico, 2014).

En la actualidad existe una gran diversidad de instrumentos musicales, que se clasifican según su materialidad y método por el cual generan el sonido. Según Serrano (2014), los musicólogos alemanes CurtSach y Erich Hornbostel clasificaron en 5 grupos a estos distintos artefactos existentes. Por un lado los aerófonos o de viento, aquellos que utilizan el aire para producir el sonido. Por otro, los llamados idiófonos que están fabricados por un único material que produce el sonido naturalmente al rasparlo, frotarlo o sacudirlo, los membráfonos o de percusión, que cuentan con una membrana que al vibrar produce el sonido. También existen los denominados cordófonos, grupo al que pertenece el ukelele, que mediante el uso de cuerdas producen una vibración en el aire. Y por último, desarrollados a partir del siglo XX, los electrófonos que generan el sonido mediante medios electrónicos.

El conocimiento de los distintos métodos por los cuales los instrumentos generan el sonido es sumamente relevante para lograr comprender que factores benefician o perjudican su existencia. No obstante y teniendo en cuenta los diferentes tipos de instrumentos musicales, el presente proyecto de graduación se centrará únicamente en el diseño y fabricación del ukelele. Para ello es necesario conocer su procedencia y cuáles fueron los factores y circunstancias que dieron lugar a su existencia.

Vazquez (2007) sostiene que el ukelele, si bien fue concebido en Hawái, no fue creado por las personas originarias de estas islas. Su nacimiento se remonta a finales del siglo XIX, cuando un grupo de portugueses zarparon desde Madeira hacia Hawái, específicamente hacia una isla llamada Honolulu, en 1879. Éstos navegantes llegaron con diferentes tipos de instrumentos característicos de su región, entre ellos el cavaquinho (ver cuerpo C, figura 1). Éste contaba con sólo cuatro cuerdas y se caracterizaba por sus pequeñas dimensiones. De los 423 tripulantes, tres de ellos decidieron quedarse allí para vivir del oficio de la carpintería. Al principio, se dedicaron a diseñar y fabricar de muebles e instrumentos musicales, como guitarras y cavaquinhos. Este autor sostiene, que se les debe el origen del ukelele a estos tres carpinteros que decidieron crear un híbrido entre una guitarra clásica y un cavaquinho. Así, es que éste nuevo instrumento, diseñado alrededor del 1886, contaba con la afinación de una guitarra, las cuatro cuerdas y las dimensiones del cavaquinho, y la materialidad propia de la isla de Honolulu.

De esta manera, con el fin de comprender los métodos de fabricación actuales del ukelele, es necesario tomar como objeto referente a la guitarra clásica, ya que a pesar de su parentesco histórico cuenta con características de fabricación similares, tanto en su materialidad como en sus técnicas productivas antiguas y contemporáneas.

3.1.1. Sonidos y vibraciones

La función principal de todo instrumento es producir un sonido, y que éste pueda ser percibido por el oído humano. Todos los objetos musicales se caracterizan por su sonido particular que lo diferencia del resto. Para poder rediseñar un cordófono acústico es necesario la comprensión de éste concepto, para entender cómo se genera y qué condiciones deben cumplir los materiales que reemplazarán a los contemporáneos. La particularidad de un instrumento acústico es que, a diferencia de uno eléctrico, éste genera el sonido y lo amplifica por sí sólo, sin la necesidad de energía eléctrica, y sin la ayuda de elementos externos como micrófonos, cables, parlantes y amplificadores.

Según Louzao (2009), luthier especializado en instrumentos acústicos de cuerda, el sonido se genera por una vibración en el aire. Pero para que esto suceda es necesario que se cumplan tres condiciones, debe existir un emisor, en este caso el instrumento musical, un medio, el aire, y un receptor, el oído humano. Si se elimina alguna de estos factores no podría producirse el sonido. Si bien el autor al explicar la manera por la cual se origina el sonido, utiliza como ejemplo a la guitarra española, por su similitud con el ukelele, tanto en su materialidad como en sus componentes, ésta teoría podría aplicarse de la misma manera a éste instrumento.

El ukelele genera el sonido por medio de la suma de varios componentes, los cuales son capaces de transmitir y amplificar las vibraciones que generan las cuerdas. Estas transfieren las vibraciones a la cejuela, la cual se la traslada al puente, que a su vez se la pasa a la tapa armónica. Esta pieza, como su nombre lo indica, cubre todo el perímetro del cuerpo del instrumento, de manera que las vibraciones transmitidas por el puente se expanden por toda su superficie, creando un cambio en el aire contenido por la caja de resonancia. De esta manera, el sonido originado por las cuerdas, es emitido por la caja y ésta lo amplifica y lo expulsa por el orificio de la tapa armónica.

La elección de los materiales que componen a un instrumento acústico influirá directamente en el sonido final. Según éste luthier: “Cuando una onda incide sobre una superficie se produce lo que llamamos reflexión. Parte de la energía de la onda se pierde en el material donde rebota. Este fenómeno se lo conoce con el nombre de absorción”. (Louzao, 2009, p. 50). De esta manera, cuanto mayor sea la densidad del material, menor será la absorción del sonido. Por lo tanto, éste rebota en la superficie del material, y con la morfología correcta se amplificará.

Básicamente, el ukelele es un objeto que debe cumplir con dos funciones esenciales para operar como tal. Primero en principal, debe ser capaz de producir un sonido por medio de la tensión de las cuerdas, y segundo, éste debe poder amplificarlo por medio de la caja de resonancia. Para lograr esto es necesario lograr un equilibrio entre la morfología y la correcta utilización de los materiales.

3.1.2. La fabricación de un instrumento musical

El diseño y fabricación de objetos han existido por siempre, y fueron evolucionando a la par con el ser humano. Las experimentaciones y resultados obtenidos por los productores de objetos antecesores, ya sean artistas plásticos, artesanos, arquitectos, ingenieros o diseñadores industriales no deben dejarse de lado ya que, de alguna manera, fueron responsables de ésta evolución, y tienen la capacidad de influir en la creatividad moderna. Al tener presente los logros y errores de los creativos predecesores es posible evitar abordar un diseño desde cero, y es factible que surjan nuevas ideas a partir de conceptos antiguos.

En el diseño de objetos musicales sucede exactamente lo mismo, existen una gran variedad de instrumentos. Están aquellos antiguos y precarios, como así también los que cuentan con tecnología moderna, o desde los más simples hasta los que se caracterizan por su gran complejidad de diseño y fabricación. De la misma manera, también existen

aquellos que simplemente fueron cambiando a lo largo del tiempo, evolucionando y adaptándose a los diferentes contextos históricos.

La fabricación de un objeto comprende de las producciones de varias piezas que al unir las o vincularlas entre sí es posible obtener el producto final. Pero, a su vez, estos componentes requieren de un tiempo de elaboración propio que demora la realización del objeto. Por ejemplo, si se compara una producción en serie de un producto, fabricado en plástico, mediante el proceso denominado inyección con el proceso artesanal de conformado de un ukelele, éste resaltaría por su lentitud. Esto se debe a que todos sus componentes requieren una serie de técnicas y métodos diferentes que retrasan la producción, sin contar con el tiempo de las respectivas vinculaciones de cada pieza y su terminación superficial.

Debido a que casi todas las piezas que componen a una guitarra son de madera, se lo denomina como un proceso artesanal que con los años no se ha logrado industrializar por completo. En las grandes empresas, que se dedican a fabricar este tipo de instrumentos, cada operario se encarga de una labor en particular, y no se involucran emocionalmente con el objeto, como si sucede con los artesanos, que participan desde el principio hasta el final del proceso productivo. Para lograr comprender la complejidad de su fabricación es necesario detallar los pasos para la fabricación de una guitarra clásica española desde el punto de vista de un luthier.

Según Louzao (2009), la producción comienza con la elaboración del mástil, que a su vez está compuesta por cuatro piezas de madera maciza encastradas y encoladas entre sí, el mango, la cabeza, el taco y la pala. Luego de la elaboración de estas piezas y su respectivo encolado, se procede al rectificado de la misma. Se cepilla y se lijan los bordes hasta obtener la forma deseada. Luego se realizan las perforaciones circulares que permiten alojar al clavijero. Éste cumple la función de sujeción de las cuerdas, y como también permite ajustarlas para lograr la afinación deseada. Para concluir con el mástil es

necesario la realización del diapason. Para este se utiliza una madera más dura, la cual se cepilla y se mecaniza con el fin de poder alojar a los trastes, que son aquellas piezas metálicas que dividen las notas del diapason. Una vez ubicados los 19 trastes, el operario procede a vincular ambas piezas mediante un adhesivo llamado cola vinilica. Cabe aclarar que en cada momento en el cual se emplea el pegamento, ésta requiere un mínimo de una hora de secado, dependiendo de las dimensiones de la pieza y la cantidad del adhesivo aplicado.

El cuerpo del instrumento está compuesto por varias piezas diferentes que cumplen la función de reforzar estructuralmente la caja armónica, parte del instrumento encargado de amplificar el sonido. Esta estructura es necesaria, ya que las cuerdas, al tensarse, ejercen una fuerza capaz de quebrar la lámina superior de la caja. El cuerpo está compuesto, principalmente, por la tapa armónica, el fondo, los aros y el puente, además de los elementos de refuerzo y sujeción. Para la confección de la tapa armónica se utilizan dos láminas de madera maciza, las cuales se adhieren entre sí lateralmente mediante la técnica de encastre y encolado, de la misma manera que el fondo. Además se realiza un rebaje circular que permite alojar una pieza denominada roseta, la cual aporta un valor estético al objeto y cumple la función de reforzar la boca, el orificio por el cual sale el aire. Por detrás de ésta pieza se adhiere otra lámina de madera, que cuenta con las mismas dimensiones que la roseta. Luego se realiza un recorte circular para obtener la boca. A su vez, en la parte interior de la tapa armónica se le aplican 13 varillas cuadradas, las cuales cuentan con un rebaje en sus extremidades. Estas se dejan secar 24 horas, para que logren fijarse a la tapa. En el caso del fondo el operario procede de la misma manera, sólo que no realiza ninguna perforación y ésta cuenta con sólo cuatro varillas de refuerzo. Luego que se obtienen ambas piezas, se realizan los cortes necesarios para obtener la silueta característica en forma de ocho. Por otro lado, los aros, son dos piezas laterales que vinculan la tapa armónica con el fondo. Éstas requieren de un curvado de las láminas de madera, por lo tanto, es necesario que se dejen sumergidas

en agua durante una hora. Este proceso es posible realizarse de dos formas distintas, de manera artesanal o de manera industrial. La forma industrial requiere de una prensa, la cual cuenta con una matriz que calienta el material y al mismo tiempo ejerce una fuerza capaz de deformar el material para obtener la forma necesaria. Pero en el caso del luthier, éste cuenta con una herramienta rudimentaria la cual consta de un caño de metal que se calienta por medio de electricidad y por medio de la fricción y aplicando la fuerza, la madera se calienta y toma la forma curva característica. Este proceso se repite hasta que alcance, de la manera más precisa posible, la forma necesaria y luego se coloca sobre un molde, que permite que la pieza adopte la silueta necesaria, y permanece allí por 24 horas, para que no pierda la forma obtenida. Una vez terminadas las cuatro piezas, los dos aros, la tapa armónica y el fondo, éstas deben unirse para conformar el cuerpo de la guitarra. Se vinculan ambos aros entre sí por medio del canto de los mismos, formando un ocho, con la ayuda de dos tacos de madera ubicados en la parte interna del cuerpo, para reforzar la unión. Luego se unen, a ésta pieza obtenida, el fondo y la tapa, mediante la aplicación de nervios utilizando una técnica llamada kerfing. Éste procedimiento consiste en generar cortes, en sólo uno de los lados, a un material con el objetivo de debilitarlo estructuralmente y así poder curvarlo. De esta manera se puede utilizar una varilla de madera maciza, la cual recorre todo el perímetro curvo de ambas uniones y así es posible reforzarlas. Al aplicar la tapa, además de este proceso, también se le agrega una cenefa para reforzar aún más su sujeción, de lo contrario la tensión que ejercen de las cuerdas podrían despegar la tapa de los aros.

La última pieza a fabricar se la denomina puente, ésta cumple la función de sujetar las cuerdas al cuerpo y transmitir la vibración de las mismas a la tapa armónica. Esta pieza está construida mediante una única pieza de madera maciza, la cual mediante un mecanizado se logra la forma requerida para albergar a la cejuela y a las cuerdas. El puente es aglutinado al cuerpo mediante la utilización de resina alifática, la cual al secarse proporciona una fuerte adherencia. Luego se une el mástil al cuerpo mediante la

aplicación de cola vinílica y el castre de cola de milano, esto proporciona fuerza y resistencia.

Este es sólo el proceso de fabricación y armado de las piezas, uno de los procesos más lentos es el de la terminación superficial, que evita que la madera se arruine y proporciona un atractivo estético al instrumento. Para ello, el luthier utiliza una estopa y un paño de algodón. Se remoja la estopa con el barniz, previamente preparado, y se lo aplica primero en la dirección de las vetas de la madera y luego circularmente, con el fin de sellar los poros del material. Luego de la aplicación de varias manos, se lija la superficie. Para finalizar el pintado, con la utilización de una pistola accionada por un compresor, se laquea un mínimo de cinco veces, con una espera de una hora secado entre mano y mano. Luego se pule la pintura, y se aplican las piezas finales, como las cejuelas, el clavijero y las cuerdas.

En total, es necesario el diseño y la fabricación manual de 70 piezas distintas para fabricar éste instrumento. Y a su vez, todas ellas deben ser vinculadas entre sí sin la utilización de uniones temporales, como clavos o tornillos, sino que éstas deben unirse mediante uniones fijas utilizando técnicas de encastrés, como caja y espiga o cola de milano, y adhesivos que requieren horas, y a veces días de secado.

Al comprender los pasos de la fabricación de una guitarra, y teniendo en cuenta su similitud con el ukelele, queda en evidencia la complejidad de utilizar un material, tan poco maleable como la madera, y lo laborioso que resulta realizar un producto de este tipo. De esta manera es como este proyecto de graduación sugiere la reflexión acerca de la necesidad indispensable de cuestionarse si es éste realmente el material apropiado para la fabricación de esta tipología de productos. Sobre todo teniendo en cuenta que en la actualidad existe una gran diversidad de recursos que podrían optimizar la manufactura de ese tipo de objetos, disminuyendo el tiempo, agilizando la producción y bajando sus costos.

3.2. Materiales y procesos

Existe una gran diversidad de materiales diferentes, y cada uno de ellos cuenta con una característica única que lo distingue del resto, como así también poseen sus propias debilidades y fortalezas. Esta abundancia de posibilidades, permite que un diseñador industrial sea capaz de elegir cual será el material apropiado para la fabricación de un objeto determinado. Pero muchas veces simplemente se continúa utilizar el mismo material una y otra vez, sin ni siquiera intentar experimentar con otros elementos alternativos. De esta manera, es importante que éste sea cuestionado, debe pensarse si es posible la aplicación de un material de características opuestas al actual, y si vale la pena esta transición.

La innovación de la materialidad en un objeto no está ligada al descubrimiento de un nuevo material, sino en el cambio de la mirada del diseñador hacia el mismo. Para esto es necesario realizar experimentaciones que ubiquen a éste material en un contexto y en una situación a la que no suele estar acostumbrado. Si bien un material no compone por sí solo a un diseño, muchos productos están limitados conceptualmente debido a esta situación, al aplicar un material distinto se puede obtener una solución alternativa a los problemas contemporáneos.

Los materiales se dividen en cinco grupos distintos, las maderas, los metales, los plásticos, los vidrios y las cerámicas. Aunque por razones funcionales y estructurales, este proyecto de graduación sólo se centrará en la madera, el metal y el plástico. Esto se debe a que tanto el vidrio como la cerámica se caracterizan por su fragilidad. Además, para este diseño en particular, un instrumento musical especialmente enfocado en los chicos como usuario, éstos son eliminados definitivamente de la lista, ya que al romperse podrían lastimar al infante.

3.2.1. Maderas

La madera es un recurso natural el cual estuvo siempre a la disposición del ser humano. Esta materia prima, al utilizarla artesanalmente, es conceptualmente flexible, ya que éste puede ser modificado con la utilización de herramientas manuales. De esta manera, es como el operario es capaz de realizar cambios en medio de la elaboración de un producto, sin la necesidad de sacrificar la producción entera.

En cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, al estar compuesto por fibras orientadas en la misma dirección su resistencia no es la misma en todos sus lados. Una de las desventajas de éste material es que por su capacidad de absorción de la humedad, ya sea en forma de agua o de vapor, éste puede deformarse o reaccionar de diferentes maneras inesperadas según el clima.

Actualmente, se clasifican y se comercializan en dos grupos distintos, las maderas macizas o naturales y los tableros. Las naturales se clasifican según su dureza, las maderas blandas suelen ser más económicas, en relación a las duras, ya que el árbol del que proviene crece más rápido. Existe una gran diversidad de tipos de maderas macizas dependiendo de la zona geográfica y del tipo de árbol del cual se obtenga el material. Éstos adoptan el nombre del árbol del cual tienen origen, ya sea pino, roble, cedro, entre otros. Por otro lado, los tableros están compuestos por restos de madera maciza compactadas entre sí. Para su producción se prensa, ya sea en forma de polvo, en fibras, en viruta ancha o en láminas, a la madera combinada con resinas a una determinada temperatura. Es una alternativa a la madera maciza que permite bajar los costos y agilizar el tiempo de fabricación.

Entre los más utilizados están, el aglomerado, compuesto por fibras de baja densidad y con baja resistencia a la humedad; el fibrofácil o MDF, compuesto por finas fibras de madera en forma de polvo compactadas y aglutinadas entre sí; el OSB, compuesto por

viruta ancha; el fibroplus, placas de cartón prensado que se utiliza para los fondos de los muebles; y el multilaminado, el cual está compuesto por finas láminas de madera maciza. A su vez, existen los enchapados, que le otorgan a estas placas un valor estético de colores plenos o de maderas naturales. Estos están fabricados en finas láminas de madera maciza o de un plástico llamado melamina para obtener colores plenos. La dirección de las vetas de este material es un factor que debe tenerse en cuenta, ya que no tiene la misma resistencia en ambos lados. Una fuerza aplicada de forma opuesta a ésta dirección puede producir un quiebre de la madera. Por este motivo, existe el multilaminado contrachapado, que está compuesto por varias láminas posicionadas entre sí con las vetas intercaladas de forma opuesta, con el objetivo de aumentar su resistencia.

También existen otros materiales que son derivados de este recurso natural, como el papel y el cartón. Estos están clasificados como materiales biodegradables, y están compuestos por diferentes tipos de fibras. El papel se caracteriza por su flexibilidad y su translucidez, mientras que el cartón, está compuesto por varias capas de papel combinadas entre sí para lograr su estructura y rigidez característica.

3.2.2. Metales

Los metales se caracterizan por su fuerza y maleabilidad. Se dividen en ferrosos y los no ferrosos, la diferencia entre éstos es que los ferrosos tienen al hierro como su principal componente y los no ferrosos no. El primer grupo está compuesto por el hierro, es el metal más utilizado en la actualidad, y el acero, que resalta por su dureza y tiene una gran resistencia a la compresión y a la tracción. En cambio, los no ferrosos más utilizados son el aluminio, el cobre, el plomo, el estaño, el níquel y el titanio. Éstos se pueden moldear y mecanizar con más facilidad, en relación a su peso cuenta con una gran resistencia y sobre todo, tienen un acabado superficial natural, con tiene un valor estético, que suele utilizarse como elementos decorativos.

Una de las cualidades más importantes de este material es su gran variedad de procesos industriales, y aunque existe desde hace tiempo, todavía se siguen descubriendo nuevas posibilidades de utilizarlo. Los métodos más tradicionales son la fundición, la forja y el prensado. La fundición se basa en calentar el material hasta que este pase de estado sólido a líquido y verterlo en un molde donde luego se solidifica. Estos moldes pueden ser provisionales, los cuales se realizan en arena, yeso, cera o plástico y se deben romperse al extraer la pieza fundida, o bien estos pueden ser hechos en metal, para utilizarlos en una producción en serie. La forja, en cambio, se realiza calentando el material y modificándolo mediante la aplicación de una fuerza, este proceso refina su estructura mejorando su resistencia. Artesanalmente se utiliza un yunque y un martillo, aunque para una producción en serie se utilizan máquinas que optimizan la producción y permiten la realización de piezas exactamente iguales. En el proceso de prensado se utilizan prensas industriales que deforman planchas metálicas de tal manera que ésta no puede recuperar su forma inicial. Si bien mediante estos procesos tradicionales se continúan generando piezas innovadoras, a su vez, siguen surgiendo nuevas técnicas y procesos que permiten obtener resultados innovadores.

Como en el caso del corte mediante control numérico, o también llamado CNC, el cual consiste en la extracción del metal con la ayuda de una computadora que le ordena a la máquina las coordenadas de los cortes a realizar. Este proceso puede ser utilizado en producciones industriales, que es capaz de reproducir en forma constante para lograr una serie de piezas idénticas.

Para vincular más de una pieza entre sí se utiliza la soldadura, existen varias técnicas de realizar esta tarea, dependiendo del tipo de metal a soldar y del diseño. Las más utilizadas son la soldadura por arco, de punto, la MIG y la TIG. Aunque también existen otras maneras de unir piezas metálicas entre sí, como la aplicación de adhesivos. Estos no representan una unión física del material, pero suelen ser utilizadas como

vinculaciones temporales y permanentes. Por último, también existen las uniones por medio de accesorios, como tornillos, pernos y remaches.

Muchas veces, los procesos más simples, como el curvado y el prensado, pueden generar objetos con características estéticas únicas y aun así crear nuevas soluciones funcionales a problemas cotidianos. Los productos creados en la Bauhaus, son un claro ejemplo, ya que sus objetos dejaron de lado la ornamentación típica de la época, y lograron mostrar el potencial de éste material mediante la aplicación de las teorías del diseño.

Mediante la observación de una línea de tiempo, realizada por La Academia Nacional de Ingeniería (2003), que permite observar, de manera cronológica, los descubrimientos de los materiales a lo largo de historia. La misma indica que el primer metal utilizado por el hombre fue el cobre, descubierto en el tercer milenio antes de cristo, y se utilizaba como ornamentación. Las piezas metálicas de un ukelele, en la actualidad, se fabrican en aluminio cromado. Por un lado, el cromo fue descubierto a mediados del 1700, mientras que el aluminio se descubrió a principios del 1800. Uno de los datos más relevantes, para el rediseño del ukelele, obtenido de ésta línea de tiempo es el descubrimiento del primer plástico en 1909, llamado baquelita.

De esta manera, se demuestra que cuando se creó el primer ukelele, en 1886, todavía no se había descubierto ni siquiera el plástico más primitivo. Vale aclarar que éste tipo de plástico en particular, la baquelita, no cuenta con las cualidades físicas o mecánicas para la fabricación de un cordófono acústico. No fue sino hasta después de 1930 que aparecieron otros como el PVC y el poliestireno, y más tarde, en 1950, el polietileno y el polipropileno. A partir de ésta década surge el auge del plástico, y se utiliza para la fabricación de juguetes y artículos de cocina entre otros objetos. Este material originó una revolución en la fabricación de productos, bajando significativamente los costos de producción.

3.2.3. Plásticos

Si bien el plástico es uno de los materiales más recientes descubiertos por el hombre, logró impactar significativamente en la manufactura de productos. Éste es capaz de adoptar una gran variedad de morfologías que han desplazado, en ciertas áreas, a los materiales tradicionales. Existen una gran variedad de mercados en los que se ha introducido el plástico, pero la explotación de sus recursos ha permitido crear objetos con una vida útil más corta a la de sus materias primas predecesoras, como así también la creación de artículos descartables que resultan nocivos para el medio ambiente. Otros autores sostienen:

Una característica interesante y atrayente del plástico es su capacidad innata, a través de sus diferentes variantes, para satisfacer las diversas y aparentemente imposibles demandas realizadas en la fase de preproducción y posproducción. La flexibilidad del material resulta tentadora, y las diferentes mutaciones que permite le han valido la gran aceptación que se ha forjado en una variada gama de campos atípicos. (Bramston, 2010, p. 36).

Debido a esta gran diversidad, se pueden encontrar productos de plástico considerados de alta o de baja calidad, éstos suelen ser diferenciados por su materialidad y sus terminaciones, pero en realidad lo que hace interpretar a un producto como inferior es el diseño del mismo. Existe una gran variedad de submateriales de plásticos, y estos no se diferencian entre sí por su calidad, sino por sus propiedades. Los hay flexibles, rígidos, opacos, translucidos, transparentes, y hasta espumados, como el poliestireno expandido, que por una reacción química la mayor parte de su estructura física está compuesta por aire, y esto le permite funcionar como aislante. De manera que no hay plásticos buenos y malos, sino que cada uno tiene sus propias características y éste debe ser elegido teniendo en cuenta la función que cumplirá en el futuro.

Para la fabricación de un instrumento musical, es necesario que el material que lo componga cuente con características físicas y mecánicas aptas para su funcionamiento. Primero en principal, éste debe ser capaz de resistir la fuerza que genera la tensión de

las cuerdas del ukelele. Si la morfología de la caja armónica del instrumento le permite a éste amplificar el sonido, su materialidad deberá ser densa y compacta, es decir lo contrario al poliestireno expandido que funciona como aislante, de manera que en vez de absorber el impacto del sonido, o sea la vibración del aire, éste lo impulse.

Existen otros instrumentos que actualmente se fabrican en plástico. Como el caso del kazoo, instrumento de la familia de los membráfonos, que en un principio se construía en madera o metal, y hoy en día en polietileno de alta densidad. La flauta dulce, también se fabrica en plástico, pero se utiliza el ABS. Estos plásticos presentan una cierta cantidad de diferencias y similitudes. Según Ojeda (2013), ambos comparten los mismos procesos productivos, pueden moldearse mediante extrusión, inyección, soplado y prensado, aunque el ABS también puede utilizarse para la impresión 3D. Éste último es más rígido, tiene una mayor resistencia mecánica, como también más caro. El polietileno de alta densidad tiene la particularidad de ser tanto opaco como translucido. Ambos materiales son termoplásticos, pueden ser fundidos más de una vez, por lo tanto son reciclables.

En cuanto a la producción, éste material cuenta con una gran variedad de procesos productivos, muchos de ellos heredados del metal. Al tener en cuenta, la morfología que debe tener un ukelele, para contener el sonido y amplificarlo, sólo algunas técnicas de producción serán consideradas. El cuerpo debe tener un espesor variable, especialmente la tapa armónica que debe ser más fina que los aros laterales y el fondo. De manera, que los procesos de rotomoldeo y soplado quedan descartados, ya que con éstos no es posible controlar tan detalladamente los espesores. Por otro lado, la extrusión tampoco es una opción, ya que la forma del instrumento deberá ser más compleja de lo que éste proceso permite realizar.

Para la construcción de las guitarras ovation, todo el cuerpo menos la tapa armónica se realiza en fibra de vidrio. Si bien es un proceso que aporta una gran rigidez y estructura a

las zonas más afectadas por la tensión de las cuerdas, se realiza de manera artesanal y demora mucho más tiempo en relación a otros procesos de producción del plástico.

El termoformado permite realizar piezas económicas, pero estas deben cumplir con una serie de requisitos. Como su procedimiento consta del calentamiento de una lámina de un termoplástico, hasta llegar a un estado elástico, para adoptar la forma de una determinada matriz, la pieza en cuestión estará limitada geométricamente. Cuestión que no sucede con la inyección. Aquí, se funde la materia prima y ésta se inyecta en las cavidades de la matriz, pasando de sólido a líquido y luego de líquido a sólido, ya que una vez en introducido el material éste se enfría y se solidifica. Éste procedimiento permite generar piezas complejas, permitiendo realizar nervios que mejorarán su resistencia y encastrés que agilizarán la vinculación con otras piezas. También permite realizar objetos con espesores variables y acabados superficiales de alta calidad.

Por otro lado, la impresión 3d es uno de los procesos productivos más recientes. A partir de un modelado tridimensional, realizado previamente con la ayuda de un software, permite realizar objetos sin la necesidad de moldes, modelos y matrices. La máquina imprime la pieza calentando el plástico, el cual se presenta en un carretel en forma de hilo, ubicándolo por capas, según las coordenadas del archivo, de manera ascendente, hasta terminar con el objeto. De esta manera, este proceso permite crear cualquier forma por más geométricamente compleja que sea, la pieza impresa no requiere desmolde, y hasta es posible crear objetos dentro de otros. En producciones bajas, este proceso resulta más económico que la inyección, lo que permite realizar prototipos de manera rápida y a un bajo costo.

3.2.4. La elección del material

Un diseñador industrial debe ser capaz de cuestionar la materialidad de un objeto antes de comenzar con el proceso de diseño. Si se deja de lado éste factor, se estaría

suponiendo que el material elegido, por la persona que lo proyecta en un principio, es sin duda la mejor opción. Pero es importante recordar que las grandes innovaciones del diseño fueron posibles gracias a la implementación de nuevas tecnologías. A veces, no es necesario utilizar un material nuevo y poco empleado, simplemente mediante la experimentación de materiales alternativos propios de ámbitos ajenos al diseño industrial, es posible generar una innovación o una mejora en el diseño.

Los materiales pueden ser capaces de otorgarle al producto características únicas. Si un objeto que, desde el momento en el que fue concebido hasta el día de hoy, se fabrica de la misma manera y con los mismos materiales, al cambiarlos se desplegaría un sin fin de posibilidades que podrían mejorar o simplemente cambiar la manera de utilizar el elemento en cuestión. Una innovación en el diseño de un producto podría ser simplemente la alteración de su materialidad, ya que con un cambio de este tipo se podría generar un efecto dominó que produciría una serie de cambios inesperados y positivos. Esto podría cambiar su morfología, su textura, el método y el tiempo de producción, el aumento o disminución de costos, el tipo de transporte, y en este caso en particular el sonido.

Bramston (2010) sostiene que el diseñador tiene una gran cantidad de materiales a su disposición y que cada uno de ellos posee, a su vez, una amplia variedad de opciones de aplicación. Igualmente, la innovación surge con la exploración de éstos. Esta experiencia puede lograrse de dos maneras distintas, teniendo primero la idea y después elegir el material o simplemente realizar de manera lúdica diferentes experimentaciones con un material determinado y que después surja la idea del diseño. De esta manera, los materiales deben cuestionarse y ser explotados hasta alcanzar su máximo potencial.

El ukelele, al igual que muchos otros instrumentos acústicos, fue concebido hace cientos de años atrás y fabricado de manera artesanal. El problema es que hasta el día de hoy nadie ha intentado rediseñarlo desde cero. Estos instrumentos se fabrican de forma

industrial pero utilizando los mismos conceptos, formas y materiales que se emplearon cuando se crearon por primera vez. Esto impide que se aproveche al máximo la producción en serie, ya que no se tienen en cuenta las tecnologías existentes en la actualidad. Si por ejemplo se reemplazaría a la madera por el plástico, material moldeable y conceptualmente flexible, cambiarían muchas particularidades del ukelele como también bajaría considerablemente el tiempo y el costo de producción. Esto variaría el precio de venta público, ampliando el mercado significativamente, y permitiendo que muchas personas puedan acceder a este artículo.

Capítulo 4. Responsabilidades de un diseñador

Al proyectar un objeto, el diseñador se enfrenta una serie de incertidumbres éticas y morales, donde debe reflexionar si tendrá en cuenta los efectos que implicará su producto en la vida de las personas, ya sea directa o indirectamente, o simplemente ignorará estas cuestiones. Por ejemplo, si el producto se trata de un mobiliario, el cual estará destinado para un espacio público, es indispensable pensar en cada una de las personas que visitarán el lugar, teniendo en cuenta a todos los géneros, edades, alturas y discapacidades. De lo contrario se estarían excluyendo usuarios que tienen derecho a disfrutar del espacio público, al igual que el resto de las personas.

Las cuestiones éticas del proyecto terminan influyendo directamente en el producto final, ya sea al diseñar un artículo que tendrá poco tiempo de uso y se desechará rápidamente, o en aquel que por su materialidad no biodegradable tardará mucho tiempo en descomponerse. De esta manera, los productos no sólo afectan al consumidor cuando lo utiliza sino que también continúan influyendo después de su desecho, en la convivencia de las personas con el medioambiente. No obstante, el usuario también tiene responsabilidades en relación al producto que adquiere, y debe tomar decisiones éticas que afectarán indirectamente a otros individuos. Una de sus decisiones comienza con la compra, es decir, eligiendo un artículo sobre otro, luego lo utiliza por el tiempo que crea necesario o éste deje de funcionar, y finalmente se deshace de él. En este último paso, el sujeto puede elegir la manera de despojarse del objeto, tirándolo en la vía pública o separando residuos para su posterior reciclaje.

Todo producto es concebido con una idea primaria, o sea con una función principal. Por ejemplo en el caso de una juguera ésta si o si debe ser capaz de obtener jugo de una fruta para ser considerada funcional, de ahí en más se pueden agregar más funciones, pero la idea primaria debe cumplirse definitivamente. Dentro de las funciones secundarias

se pueden tener en cuenta a las acciones posteriores a su uso. Entonces, si se quisiera ahorrar agua, en vez de lanzar una campaña de concientización acerca de la economización del agua potable, se podrían solucionar creativamente estos problemas, lanzando productos que ahorren estos recursos por sí solos, sin la necesidad de contar con la ética medioambiental del usuario.

Como se explicó en el capítulo anterior, la elección de los materiales es un factor muy importante en el diseño de un producto. Con el paso del tiempo, determinadas materias primas comenzaron a escasear gracias al consumo masivo de la actualidad. Pero a su vez, también avanzó la tecnología y esto permitió la creación de nuevos materiales sintéticos, que permitieron bajar la demanda de las materias primas naturales. Igualmente, el uso de los materiales sintéticos requiere del conocimiento de todas sus características, tanto las favorables como las perjudiciales. Estos materiales pueden tener efectos negativos a largo plazo, y debe ser indispensable, para un diseñador, la reflexión sobre sus efectos. Por este motivo debe preguntarse si serán fácilmente reciclables, si afectarán al medio ambiente y si el diseño industrial puede hacer algo al respecto. Tampoco se deben olvidar cuestiones como, quiénes podrán acceder económicamente al producto y quiénes lo utilizarán, qué finalidad o qué efectos tendrá en la sociedad, y si contribuirá a la educación o inspirará a otros diseñadores.

Capítulo 4.1. Producción

La producción es la etapa que procede al diseño del objeto, y es donde se aplican las hipótesis planteadas previamente, teniendo en cuenta los materiales, procesos de manufactura y ensamblado de piezas. Los malos planteos pueden poner en riesgo la funcionalidad del objeto, ya que cada decisión de diseño influye directamente en la elaboración del producto.

Cada proyecto tiene sus propias características, como así también sus propios objetivos de diseño. Si el propósito de un objeto fuese el ahorro de recursos, la solución más obvia sería utilizar menos materia prima para la fabricación, pero esto no siempre suele ser la mejor opción. Por ejemplo, las bolsas de polietileno que utilizan los supermercados tienen como única función transportar los productos desde el local hasta la vivienda del consumidor. Pero, como se intenta ahorrar material sin una estrategia de diseño, estas bolsas son incapaces de soportar el peso de algunos de los artículos que se venden en el propio local, y los usuarios se ven obligados a utilizar más de una simultáneamente. De esta manera se usan más bolsas de las que se deberían utilizar. En estos casos se podría aplicar un rediseño basándose en la prueba de diferentes materiales, naturales y sintéticos, con el fin de optimizar su funcionamiento y aumentar su resistencia, o bien se podría plantear un nuevo producto o método que permita transportar los productos del supermercado hacia la casa del cliente, teniendo en cuentas las necesidades reales del usuario.

En el caso de las botellas descartables, de la marca Bonaqua, fabricadas en plástico PET, algunas de ellas han llegado a disminuir su espesor a tal punto que se ha comprometido su función. Si bien, se supone que estas botellas están concebidas con el fin de contener líquido en su interior, el usuario también debe poder beber cómodamente su contenido. Pero al disminuir su espesor y conservar el mismo material, estas botellas se deforman tan sólo con la fuerza que se requiere para su sujeción.

Con la implementación de las teorías y técnicas del diseño industrial, y con un conocimiento acerca de los materiales y sus propiedades físicas, es posible mejorar la calidad de un producto y, simultáneamente, poder ahorrar en la materia prima.

Capítulo 4.1.1. Artesanía y producción en serie

Una producción industrializada es un proceso de fabricación planificado y configurado estratégicamente con el fin de optimizar la elaboración de un producto. Se caracteriza por su habilidad de manufacturar piezas exactamente iguales entre sí, en un tiempo específico, sin imperfecciones funcionales o estéticas. El factor diferencial más significativo entre la artesanía y una producción en serie es el tiempo de la producción. La utilización de las tecnologías y maquinarias, que permiten obtener un mayor número de piezas en menos tiempo, influye directamente en el precio final. Además, la artesanía tiene la cualidad de proporcionar productos únicos y personalizables, pero debido al tiempo que requieren construirlos no es posible cubrir la demanda generada por el mercado actual. De manera que un producto fabricado manualmente no podría competir con los precios de uno a gran escala.

El ukelele es un claro ejemplo de cómo la industrialización de un producto de origen artesanal puede llegar a abastecer la demanda de un mercado tan exigente como el contemporáneo. Para la elaboración de este producto se utilizan maquinarias creadas especialmente con el fin de perfeccionar y acelerar los procesos de fabricación tradicionales. Pero como no se dispone a rediseñar el objeto, de manera acorde a las tecnologías actuales, esto genera que el concepto de la producción en serie no se logre explotar al máximo.

Capítulo 4.1.2. Reducción de costos

Para permanecer en el mercado, la mayoría de las empresas intentan fabricar sus productos al menor costo posible. Por un lado, el análisis del mercado es una herramienta indispensable para poder investigar y comparar a los productos competidores. En este análisis se estudian las prestaciones que ofrecen, los precios y cuestiones de diseño como la estética y la materialidad. De manera que, diseñando para

bajar los costos de fabricación es un factor que puede reforzar la permanencia de la empresa en el mercado. Pero, a su vez, si no se diseña de manera responsable, el resultado final podría reducir su calidad o plazo de vida útil, y esto podría ser percibido por el consumidor.

Quarante (1992) explica como en EEUU, como respuesta a sus problemas económicos en 1945, se elaboraron nuevos métodos de reducción de costos industriales. Se estudiaron nuevas maneras de racionalizar la elección de las materias primas, cómo sustituir los materiales costosos por otros de menor valor. De esta manera, surgieron los principios de un método llamado análisis de valor. Su objetivo se basaba en la reducción de los costos de los productos o servicios, sin disminuir sus prestaciones. Para lograr esto se priorizó la función, mediante resoluciones técnicas, descartando aquellas funciones que no eran las primordiales para su utilización. Otro de los métodos de enfoque económico es el de concepción por el costo. En este caso, se determina el costo del producto desde la primera instancia. Primero se determina cuál será el costo máximo, definido por la empresa, y luego se establecen cuáles serán las prestaciones mínimas que se satisfarán. Este procedimiento permite controlar el costo final equilibrando las variables de costo y prestaciones, además se tiene en cuenta el valor tiempo en el cálculo de los costos.

Para realizar este procedimiento eficazmente es necesario considerar las exigencias del usuario. Para ello, se analizan tanto a los potenciales compradores como a las prestaciones que ofrecen los productos competidores. Para determinar el costo máximo del ukelele para chicos, se tomará como referencia al costo estimado de un instrumento clásico de una marca prestigiosa, con el fin de alcanzar un costo inferior al mismo.

Capítulo 4.1.3. Precio y valor

Para poder definir el precio de venta público que tendrá el producto es necesario considerar el valor que le asigna el consumidor. Es decir, la suma de dinero que estaría dispuesto a pagar el futuro usuario para obtener el artículo. Un precio demasiado bajo puede generar desconfianza, ya que la personas podría percibirlo como inferior al producto competidor.

En el caso de este proyecto de graduación sólo se contemplarán los costos. Pero en el caso de tener que fijar un precio, éste debería ser considerablemente bajo en relación a los ukeles existentes, ya que está destinado a nuevos usuarios que, en la actualidad, por motivos económicos no pueden acceder a este tipo de productos. Esto permitiría una ampliación del mercado, contando con estos consumidores actualmente ignorados, y aquellos que se vean atraídos por su estética particular o la curiosidad que genera un producto distinto a lo existente en la tipología de instrumentos musicales.

Capítulo 4.2. Postproducción

Luego del diseño y la fabricación del objeto, existen otros factores que surgen con la utilización del producto, estos deben ser tomados en cuentas desde su momento de concepción. El plazo de vida que tendrá dicho artículo repercutirá en una serie de factores que determinaran la razón de su desecho. Otra variable imprescindible es la calidad resultante. Para determinarla es necesario el seguimiento constante de cada etapa de la producción. Es importante establecer una logística y una planificación de la fabricación previa, teniendo en cuenta variables como la disposición de las máquinas, con el fin de optimizar el proceso productivo, y las funciones de cada operario de la fábrica. De lo contrario será imposible una realización exitosa del proyecto planteado en el proceso de diseño.

Capítulo 4.2.1. Calidad y fiabilidad

La calidad de un objeto puede ser percibida tanto por el diseñador, en primera instancia, como por el consumidor mediante la observación del producto, ya insertado en el mercado. Quarante (1992) define a la calidad como a la demostración de su valor y aptitud para el uso al que está destinado. Pero la calidad de un producto no termina en el diseño y la fabricación del mismo, sino que está directamente relacionada con la interpretación y el valor que le da el usuario. En otras palabras, para que el interesado categorice al objeto como de buena calidad, las propiedades y funciones del producto deben alcanzar o superar sus expectativas. Por otro lado, la fiabilidad de un objeto es su capacidad de cumplir con las funciones requeridas por los usuarios, sin defectos y en las condiciones previstas por el diseñador, pero por un tiempo determinado. La diferencia entre calidad y fiabilidad radica en el tiempo de vida útil del mismo. Mientras que la calidad garantiza que el producto sale del lugar de fabricación en óptimas condiciones, y que cumple con todas las características y funciones solicitadas, la fiabilidad consiste en el óptimo funcionamiento de todas sus partes y funciones por un tiempo determinado.

Existen productos que están pensados, desde su origen, para ser utilizados por un tiempo estimado, y que llegado su tiempo el usuario tendrá que desecharlo. Pero también están aquellos que para prolongar su plazo de vida, requieren de un mantenimiento. Las personas, al adquirir estos productos, son conscientes de que, con el tiempo, deberán realizarles algún tipo de arreglo o ajuste, ya algunos componente o piezas del mismo podrían romperse o averiarse. Esto sucede en productos como lavarropas u automóviles. Lo positivo de esta tipología de objetos, es que funcionan como un sistema que cuenta con una gran cantidad de piezas que operan simultánea y equilibradamente. Pero a su vez, muchas de estas piezas suelen ser estándares, es decir, más de una empresa fabrica la misma pieza. Esto le permite al usuario, o a la personas encargada de arreglarlo, encontrar fácilmente la pieza que requiere reemplazar.

En el caso del rediseño del ukelele, se decidió utilizar un clavijero estándar. Esta pieza es la encargada de tensar la cuerda del instrumento hasta alcanzar la afinación deseada. Estos tipos clavijeros suelen utilizarse para la fabricación de distintos tipos de cordófonos, entre ellos las mandolinas, guitarras acústicas y eléctricas, y por supuesto ukeleles. Esta es una pieza que está diseñada de manera individual, es decir el fabricante decide cuántos de ellas utiliza, dependiendo de la cantidad de cuerdas con las que cuenta el instrumento.

Capítulo 4.2.2. Vida útil

Cuando se diseña un producto, éste debe cumplir con una serie de objetivos, que se presentan en forma de problemas y que deben ser solucionados para que este pueda cumplir con su función primaria. Las resoluciones de estos problemas deben ser equilibradas entre sí para que el objeto funcione como tal, pero a su vez, cada producto está conformado por sus propios objetivos particulares que lo diferencian del resto. Por ejemplo, la vida útil de un objeto, es decir, el período de tiempo en el cual todas sus funciones, por las cuales fue diseñado, siguen siendo óptimas y eficientes.

Los productos se crean a partir de una necesidad específica, de manera que la variedad de objetivos de diseño es ilimitada. Existen aquellos que fueron creados para durar más que otros, como los que fueron diseñados hace muchos años y todavía siguen funcionando, o los que responden a un tiempo de uso limitado y requieren ser desechados luego de su primera utilización, los denominados descartables. De la misma manera que estos productos responden a la necesidad del consumidor, ya sea por su limitado o excesivo tiempo de uso, hay otros que se rigen en base a la obsolescencia programada por medio de la aplicación de teorías y fundamentos del marketing.

Lambin, Gallucci y Sicurello (2009) definen al marketing como un conjunto de herramientas que se emplean para analizar el mercado, promocionar y vender

agresivamente un producto o servicio. Pero también lo definen como un método de manipulación de la sociedad de consumo, ya que los consumidores son comercialmente explotados por los vendedores. De esta manera, las empresas crean nuevas necesidades para poder vender más de lo que el consumidor necesita, y se crea una cultura de desperdicio donde los productos, como los tecnológicos, fabricados en materiales no pensados para el rápido descarte se desechan antes de perder sus cualidades funcionales.

Por otro lado, Quarante (1992) sostiene que el usuario desecha un producto por tres razones básicas. Esto se puede deber a un desgaste físico, donde una pieza en particular se rompe y el objeto deja de funcionar, una obsolescencia tecnológica, cuando el avance de la tecnología deja atrás a un objeto viejo y el nuevo se impone como única solución, y por una obsolescencia psicológica donde el consumidor desecha un objeto porque pasó de moda, aunque ambos productos provean las mismas prestaciones éste se deja llevar por su apariencia física, prevaleciendo los colores y la forma ante la función.

Al aplicar las técnicas del marketing que permiten conocer al consumidor y sus necesidades, el diseñador industrial puede plantearse qué tan necesario es el producto que está proyectando, cuáles serán sus características principales, cuáles serán las razones que llevarán al usuario a desecharlo, y cuáles serán las posibles repercusiones de su diseño una vez que éste sale de la fábrica.

Capítulo 4.3. Repercusiones

Cada decisión tomada durante el proceso de diseño repercute en el éxito del producto en el mercado, en el consumidor, en la sociedad y en el medioambiente. Estos escenarios posteriores a la fabricación del producto se desarrollan cuando el diseñador deja de interactuar con el objeto. Pero si el diseño contempla estas futuras repercusiones, es

posible solucionar problemas posteriores. De manera que si se conoce el problema, se podrá intentar solucionarlo prevenirlo.

Estas consecuencias varían según la tipología del producto, ya sea si éste responde a una necesidad nueva, a una ya existente, forma parte de una gama de productos o es un rediseño que pretende renovar a un modelo existente. Pero a su vez, estas repercusiones pueden ser positivas o negativas. Dependiendo de la idea rectora inicial éste puede ser capaz de proteger, educar, salvar vidas y hasta abrir nuevas puertas que permitan inspirar a otros diseñadores en productos futuros. Por otro lado, al insertar un producto nuevo en el mercado, se debe tener en cuenta al consumidor, quien rechazará o aceptará el producto en cuestión.

Capítulo 4.3.1. El consumidor

En este caso en particular el consumidor y el usuario no son la misma persona, como se ha explicado anteriormente, si bien el usuario interviene en la elección del producto, no es él quien comprará el objeto. Al tratarse de chicos de seis a ocho años de edad, probablemente sus padres, o un pariente, sea quien adquiera el producto por ellos.

Para elegir el consumidor es necesario subdividir el mercado en pequeños grupos que cuenten con características específicas y tengan necesidades particulares. De esta manera, se delimita a los futuros compradores según sus ingresos, edades, posibles situaciones de uso y necesidades, para lograr comprender cuál será la razón por la cual adquirirán el instrumento. Según Breuil (1977), el consumidor, al decidir comprar un producto, se enfrenta a dos tipos de motivaciones distintas. Por un lado, la motivación racional se produce al valorar las prestaciones de un objeto teniendo en cuenta la función, el uso, la seguridad, el ahorro, la tradición o innovación y el conformismo. Sin embargo, también existe la motivación afectiva, donde el comprador toma su decisión por

medio de razones como la curiosidad, la simpatía, lo afectivo, el orgullo, la identificación, la amistad y la envidia.

En el caso del ukelele para chicos, ambas motivaciones se pondrían en juego, creando una competencia entre las mismas, cuyo resultado produciría una aceptación y un rechazo del producto. Algunas personas preferirán el producto original, porque confían en lo conocido o porque tiene un valor afectivo y los identifican de determinado modo. Pero de igual manera, se lograría una aceptación, generando una curiosidad por el simple hecho de ser algo nuevo, una simpatía por su valor lúdico y una diferenciación del resto de las personas por su estética, que lo contraste del instrumento clásico.

Capítulo 4.3.2. El diseñador como intermediario social

El diseñador industrial crítica y analiza a la sociedad, es un observador de necesidades, y busca resolver situaciones sociales como problemas domésticos, de vivienda, educación o salud, mediante la creación de un objeto. Para ello es necesaria una segmentación del mercado, que permite dividir y agrupar en pequeños grupos a los consumidores. De esta manera, se discrimina utilizando variables como la clase social, género o ingresos. Gracias a la segmentación pueden definirse las diferentes necesidades entre estos grupos, ya que las prioridades de una persona de clase baja no serán las mismas de una de clase media.

Blanco (2007) pone como ejemplo a un diseño destinado a personas en situación de calle, pensado especialmente para aquellos que viven en la ciudad de Nueva York. Este producto se caracteriza por ser un contenedor transportable de resguardo, ya que sus usuarios necesitaban una vivienda portátil debido a su estilo de vida nómada. Si bien el proyecto funcionó perfectamente para la ciudad para la cual fue pensada, Blanco sostiene que este producto no tendría los mismos efectos en un contexto diferente. Esto se debe a que cada el diseño es propio de la sociedad para la cual fue concebido. Una

persona en estado de indigencia, en un país de primer mundo, no tendrá las mismas necesidades, prioridades, hábitos y costumbres que una de tercer mundo. Los usuarios cambian según el contexto, de la misma manera lo deben hacer sus productos.

Como se explicó anteriormente, la música puede considerarse como un método educativo, y los instrumentos musicales logran estimular las funciones neuronales y motrices de una persona. Por este motivo, la segmentación de mercado para esta tipología de productos debería abarcar a la mayor parte de la población posible, habilitando la posibilidad de compra a clases más bajas.

Capítulo 4.3.3. Sustentabilidad

El diseño y las tecnologías de producción afectan positiva o negativamente al usuario y a su entorno. Conceptos como la seguridad, la fiabilidad, la vida útil, la reducción de costos y la sustentabilidad deben ser tomados en cuenta y estudiados desde su concepción. Cuando se diseña contemplando el impacto medioambiental se tienen en cuenta tres métodos diferentes. En el refuncionamiento se toma un objeto, cuyas características impiden que sigan cumpliendo con su función original, y mediante una estrategia de diseño se lo utiliza para otra situación, básicamente se cambia su función por una nueva. La reutilización, en cambio, permite utilizar nuevamente el producto del mismo modo en el cual fue pensado. Por último, el reciclado, que se basa en la utilización de los materiales de un producto mediante la deformación de los mismos. Por ejemplo, una botella de PET la cual se muele, se funde y se vuelven a utilizar sus materiales para el desarrollo de otro objeto.

Como se explicó anteriormente, resulta habitual que el usuario se deshaga de su producto cuando éste todavía permanece en condiciones óptimas de funcionamiento. Esto sucede, ya sea, por moda o por cuestiones tecnológicas que hacen parecer anticuado al objeto previo. Aun así, muchos de los artículos desechados porque dejan de

funcionar todavía pueden ser salvados. Cuando un objeto se avería, suele romperse un solo componente. El problema es que todos los restantes, que si funcionan, también son descartados. Pero muchas de estas piezas pueden servir de inspiración a diseño de carácter refuncional, otorgándoles una segunda vida.

Se trata de considerar las cosas no tan sólo por lo que son, sino también por lo que podrían llegar a ser. Generalmente una misma cosa puede ser examinada desde muchos aspectos, y a veces los puntos de vista menos obvios son los que se revelan más útiles. Nunca está de más, cuando se ha entendido una cosa por lo que es, profundizar su examen para ver qué otra cosa podría ser. (De Bono, 1971)

Muchas de las cosas que se tiran pueden ser reutilizadas. Pero si el producto pretende ser producido en serie, la materia prima utilizada debe poder obtenerse frecuentemente, y ésta debe tener siempre las mismas características. De lo contrario los objetos nunca serán exactamente iguales entre sí. Por ejemplo, las imprentas utilizan papeles que se comercializan en rollos, y sólo utilizan el papel, pero no el tubo de cartón que se encuentra en el centro del producto. Esto quiere decir que la empresa tiene un desecho constante de un material cuyas características siempre van a ser las mismas. Además siempre descartará la misma cantidad, lo que permitiría mantener una producción industrial a partir de la reutilización o el refuncionamiento. En el caso del rediseño del ukelele, se utilizará un material de la familia de los termoplásticos denominado ABS. Esto permite la posibilidad del reciclado mediante la fundición del material.

Capítulo 5. Rediseño del ukelele

Se llama rediseño al procedimiento en el cual se decide someter a reformas a un objeto existente, ya sea cambiando su función, estética, ergonomía, sustituyendo su materialidad por otra, o bien realizando alteraciones con fines económicos, buscando maneras y estrategias de abaratar los costos. Para que se cumpla el rediseño es necesario que el resultado final se diferencie del producto original, aportando un beneficio o una mejora en alguno de los campos mencionados anteriormente.

Quarante (1992), sostiene que todos los productos cuentan con tres funciones de utilidad. Las funciones principales, que son las que describen la utilidad primordial del objeto, es decir, su razón de ser. Las funciones secundarias, que suelen ser aquellas que están en segundo plano, aportan un beneficio pero no es la característica más importante del objeto. Por último, la función de estima, que se basa en la imagen del producto. En el caso del ukelele, la principal sería amplificar el sonido de las cuerdas con el fin de ser percibido por el oído humano. En la secundaria se tendría en cuenta a la ergonomía y la comodidad del usuario al ejecutar el instrumento, y finalmente, la función de estima sería lograr una estética acorde al proceso productivo, diferenciándolo del original, y al usuario, chicos de seis a ocho años.

La estética resultante es la consecuencia de todas las funciones pretendidas, teniendo en cuenta la fisionomía del usuario, la comunicación visual que debe tener el objeto para ser comprendido su utilización, y los procesos industriales elegidos. Ya que, como se explicó anteriormente, cada material tiene sus limitaciones y ventajas específicas, ya sean en cuanto a su resistencia física como en sus posibles morfologías resultantes. En este proyecto se elegirá como materia prima principal al plástico, en vez de la madera. Este recurso permite generar geometrías que serían imposibles de concebir con el material original, permitiendo lograr una forma más idónea a la contextura corporal del usuario.

Por otro lado, se tendrán en cuenta los antecedentes de esta tipología de instrumentos, tanto los antiguos como los contemporáneos. Analizar críticamente los productos existentes permite entender las ideas y conceptos aplicados por otras personas, y considerar, en modo de referencia, las modificaciones que fueron olvidadas y las que se siguen aplicando. Para de esta manera, lograr beneficiarse de las influencias positivas del pasado, a pesar de que los métodos de producción y el mercado hayan cambiado con el tiempo.

Capítulo 5.1. Análisis de la competencia

Investigar y comparar a los productos competidores concede una mirada objetiva y crítica de lo que ya existe en el mercado. Como se explicó anteriormente, existen cuatro tipos de ukeleles, que se diferencian por su tamaño. Ordenándolos de menor a mayor, se denominan soprano, concierto, tenor y barítono. Teniendo en cuenta a la fisionomía del usuario, se eligió al ukelele tenor debido a que su distancia entre trastes no está tan reducida como en el caso del soprano y el concierto, y a su vez, mantiene su afinación original, a diferencia del barítono.

Como se puede observar en la tabla comparativa entre competidores (ver cuerpo C, tabla 1), se seleccionaron tres instrumentos con características diferentes entre sí. Un ukelele clásico, uno eléctrico y otro fabricado en madera y plástico. Este tipo de análisis comparativo permite examinar características del diseño como la ergonomía, funciones, materialidades, métodos productivos y precios, estableciendo similitudes y diferencias.

Capítulo 5.1.1. Aspectos funcionales

Para comprender los conceptos de diseño, por los cuales fueron concebidos estos productos, es necesario determinar sus funciones y su relación con el usuario. También es importante conocer a la empresa que lo comercializa, ya que ciertas marcas, debido a sus años en el mercado, son percibidos por el consumidor como una garantía de calidad.

Las dimensiones de este tipo de productos influyen directamente en la funcionalidad del objeto, con las medidas inadecuadas podría cambiar su tonalidad, ya que cuanto mayor sea el tamaño de la caja de resonancia, más grave será el sonido resultante. En los tres casos se trata de ukeleles tenores, esto quiere decir que los volúmenes de las cajas de resonancia son similares. Sus longitudes varían en un rango de 25 mm, lo que no afectaría la maniobrabilidad del objeto. Tanto la forma como las dimensiones generales también podrían afectar a la ergonomía, es decir las posiciones de uso y la comodidad del usuario.

El producto de la marca Stagg (ver cuerpo C, figura 2) es un ukelele clásico, ya que cuenta con la morfología y materiales que caracterizaron a los primeros diseños. Esta compañía es de origen belga, y produce instrumentos de cuerda y de viento desde 1995. Primero en principal, el nombre del modelo debería ser fácil de recordar, en este caso, el artículo lleva un nombre compuesto por letras y números, UT70-S. Como se mencionó anteriormente, este instrumento surgió, originalmente, de la fusión del cavaquinho con la guitarra española. Por este motivo su diseño morfológico se debe a la forma de una guitarra clásica, ya que sus curvas laterales permiten posar al instrumento en una de las piernas del usuario. Como se puede observar en el análisis de los puntos de apoyo del ukelele, tanto con el usuario de pie como sentado (ver cuerpo C, figura 6 y 7), los radios laterales del objeto no cumplen ninguna función en particular, en relación a las diferentes posturas del sujeto. Si los puntos de contacto varían según la posición del niño, deberían contemplarse estas áreas del producto, en relación a la fisionomía del usuario. Por este motivo, se llega a la conclusión de que su forma se debe a una cuestión estética y no funcional.

El instrumento diseñado por la marca Takumi (ver cuerpo C, figura 3), esta es una empresa japonesa que, desde 1950, se dedica a diseñar y comercializar únicamente ukeleles. Éste modelo en particular cuenta con un micrófono en el interior de la caja de

resonancia. Esto le permite ser enchufado a un amplificador, con el fin de aumentar el volumen de su sonido. Al igual que una guitarra electroacústica, éste puede amplificar la vibración de las cuerdas sin la necesidad de un elemento externo. En cuanto a su morfología, éste se basa en la estética de una guitarra eléctrica, modelo Telecaster de la marca Fender (ver cuerpo C, figura 5). Aquí sucede lo mismo que con el diseño original, se tienen en cuenta las líneas trazadas por otros diseñadores, que desarrollaron un instrumento de dimensiones totalmente distintas. Al mantener la forma y reducir el tamaño se pierde la razón de ser de su morfología original, dejando de lado la comodidad del usuario. Las decisiones estéticas de este artículo no pasan sólo por su silueta, sino que también se destaca una lámina plástica en la tapa armónica, con el fin de imitar a la guitarra eléctrica previamente mencionada, pero sin ninguna función más que la decorativa.

Por último, la marca estadounidense llamada Magic Fluke (ver cuerpo C, figura 4) fabrica ukeleles desde 1999. Desarrolló un instrumento con características clásicas pero con algunas modificaciones, tres de sus piezas están fabricadas en plástico. El Flea dejó de lado a la estética tradicional y decidió que su diseño se basara en su función característica, mantenerse de pie sin la necesidad de un soporte. Esta característica que lo destaca del resto, prioriza el estado de reposo del producto por sobre el estado de ejecución. Si bien su morfología innovadora lo habilita a permanecer en una posición vertical, esto repercute directamente en la ergonomía del producto. Como se puede observar en el análisis de puntos de contacto cuando el usuario ejecuta el instrumento estando sentado (ver cuerpo C, figura 7), el punto de apoyo del objeto con su pierna es fundamental para el equilibrio del producto. En este caso, ésta situación no está contemplada, ya que sólo se podría apoyar sobre uno de sus vértices lo cual sería incomodo e inestable.

Capítulo 5.1.2. Detalles productivos

Un análisis comparativo de los detalles productivos proporciona una serie de datos sobre sus características de fabricación. Se tiene en cuenta el diseño de sus componentes, elección de materiales, y tecnologías de producción utilizadas.

El ukelele de la marca Stagg está compuesto por varias piezas de pequeñas dimensiones de madera natural. Al igual que una guitarra española, estas piezas se cepillan, cortan, mecanizan y encolan mediante encastres. Luego los componentes resultantes son sometidos a los mismos procedimientos para ser vinculadas con otros. De esta manera se conforma el mástil y la caja de resonancia. El encolado proporciona una unión segura, pero tiene la desventaja de demorar mucho tiempo en secarse. Todas sus piezas están compuestas por maderas naturales excepto sus componentes metálicos, el clavijero y los trastes. Para su fabricación se utilizan dos tipos de maderas distintas, caoba para la caja de resonancia y el mástil, y una madera más dura para el diapasón y el puente, palisandro. Cuando se utiliza madera natural es necesario aplicar una terminación superficial, como barniz, una laca o pintura, de lo contrario esta podría arruinarse, disminuyendo su vida útil considerablemente. Si bien éste es un proceso esencial, también es uno de los factores que retrasan su fabricación.

El K-Wave también se encuentra construido con los materiales y métodos de producción del Stagg. Pero utiliza otros tipos de maderas, fresno y arce para lograr imitar los tonos de la Fender Telecaster, y palisandro para el puente. Se incorporan herrajes de sujeción para la incorporación de una correa. Si bien este instrumento no requiere de ningún elemento externo para lograr ejecutarlo de pie, es una decisión de diseño puramente estética que realza la idea de emulación a otro producto. Por otro lado, el instrumento de Magic Flukeen algunas de sus partes, como la tapa armónica y el mástil, se encuentran fabricadas en madera natural, utilizando los mismos procesos que en los ejemplos

anteriores. Pero, a diferencia del resto, para sus demás piezas se utilizó ABS. Si bien no decidieron utilizar el plástico para todas sus partes, en aquellas que sí se logró unificar varios componentes. Por ejemplo, todos sus trastes forman parte del diapasón, al igual que el fondo y los aros laterales se transformaron en una sola pieza. Esto permite optimizar significativamente la fabricación del instrumento, ya que las piezas plásticas tardan menos tiempo que las de madera y no requieren acabados superficiales.

En ninguno de los tres productos la empresa se encarga del diseño del sistema de clavijas, sino que se tercerizan. Por último, al comparar los precios de venta de estos instrumentos se puede observar como Stagg, una empresa multinacional que se caracteriza por sus productos accesibles al público, comercializa un ukelele tradicional a casi la mitad del precio del de Magic Fluke, con piezas de plástico. Pero hay que tener en cuenta que, tanto en el caso del instrumento eléctrico como el de plástico, existe aporte personal de la marca que lo separa de la competencia. Este elemento aporta un valor extra, a diferencia del producto de Stagg que ni siquiera tiene un nombre propio, sino que utiliza un código para diferenciarse.

Capítulo 5.2. Prueba y error

Como se explicó en el capítulo anterior, antes de lanzar un producto a la venta, éste debe ser sometido a una serie de pruebas. Pero también es necesario realizar experimentaciones, durante el proceso de diseño, para definir morfologías, materialidad dimensiones y cuestiones funcionales. Estas experiencias influyen en futuras tomas de decisiones, mediante la eliminación o incorporación de elementos y conceptos. De esta manera, las versiones preliminares permiten comprender y descubrir cuestiones que de otro modo hubieran pasado desapercibidas.

Para lograr definir la materialidad adecuada para el rediseño del ukelele, se realizaron tres versiones de pruebas. Estos se diferenciaron entre sí por su materialidad, dejando de

lado la estética y priorizando su funcionalidad. El objetivo principal de la experimentación fue identificar y descubrir las distintas reacciones de los materiales, planteados anteriormente, a las vibraciones producidas por las cuerdas. De esta manera, se compararon las características acústicas del cartón, el metal y el plástico, y se analizaron las funciones que cumple cada pieza del instrumento, con el fin de eliminar los componentes innecesarios, o bien, llegar a una posible mejora funcional. También se utilizaron distintas morfologías, manteniendo el volumen de la caja de resonancia del instrumento original, con el fin de seleccionar la geometría óptima para la amplificación del sonido producido por las cuerdas. Para ello se utilizaron objetos de la vida cotidiana, con una materialidad similar a la requerida.

Las experimentaciones por medio de la prueba y error permiten integrar o descartar elementos de diseño de manera objetiva, mediante la recolección de pruebas y evidencias. Durante este proceso, tanto los aciertos como los errores pueden inspirar conceptos inesperados que no estaban planificados.

Capítulo 5.2.1. Cartón

Todas las pruebas de sonido se diferencian entre sí por la materialidad seleccionada para la construcción de sus respectivas cajas de resonancia, ya que ésta pieza es la encargada de tomar el sonido producido por las cuerdas y amplificarlo. Por otro lado, el mástil del instrumento cumple otra función esencial, mantener las cuerdas tensas. Su materialidad no afecta directamente el sonido, sino que sólo debe ser capaz de soportar la fuerza de tracción ejercida por las cuerdas sin deformarse.

Para esta versión preliminar se eligió el cartón (ver cuerpo C, figura 9), ya que es un derivado del material que se utiliza en los ukeleles tradicionales y se creyó que tendría propiedades similares a la madera. Para su elaboración se utilizó un barril de cartón laminado que, a diferencia del corrugado, está compuesto por una sola hoja y no posee

misma cantidad de aire en su interior, ya que en muchos casos el aire interno se utiliza como aislante. En el caso del ukelele éste absorbería parte de las vibraciones, disminuyendo el sonido resultante. Debido a la altura del barril, fue necesario sacar la tapa y cortar parte del cuerpo para obtener el volumen interno del instrumento original. Luego se volvió a incorporar la tapa para lograr un objeto cerrado.

Para el mástil se utilizó MDF de 18mm y se generó una estructura, del mismo material, en el interior del barril, para lograr sujetarlo vincular ambas piezas mediante encastre y encolado. Esto permitió perforar la salida de aire en el centro de la tapa armónica, a diferencia de las otras pruebas. Si bien, en un principio, la idea se basó en la elaboración de estos modelos en base a elementos cotidianos, se intentó tensar las cuerdas con un tornillo con cabeza de gancho, y éste no pudo soportar la fuerza ejercida, desajustándose continuamente. Por este motivo se implementaron clavijeros originales. En el caso de las cejuelas, de la cabeza y el puente, se emplearon secciones de tornillos, ya que su material permitía transmitir directamente las vibraciones y, a su vez, la distancia entre sus filetes ofreció contención a las cuerdas, impidiendo que se muevan de su lugar.

Una vez armado el instrumento de prueba, se realizaron experimentaciones con distintos diámetros y ubicaciones con los orificios de salida del aire. Esto reveló que cuanto mayor es el tamaño, más grave es el sonido final. Uno de los resultados inesperados fue la incomodidad que se generó durante la ejecución debido al relieve del contorno en la tapa del barril. Por este motivo fue necesaria la implementación de una placa de MDF de 5 mm para poder apoyar plácidamente la mano en el cuerpo del instrumento. Debido a la materialidad y el método de vinculación elegido para la unión del mástil al resto del objeto, éste se elevó produciendo que las cuerdas se distancien del diapasón, dificultando la pulsación de las mismas.

Capítulo 5.2.2. Plástico

Como se explicó en el capítulo tres, uno de los posibles materiales aptos para el rediseño, debido a sus propiedades físicas, es el plástico (ver cuerpo C, figura 10). Por este motivo, se eligió a éste como recurso para la elaboración del modelo funcional. El objeto elegido fue un bidón de nafta, ya que como está producido por soplado no cuenta con caras abiertas y está compuesto por una única pieza de polietileno de baja densidad. Este artículo, a su vez, cuenta con un volumen interno similar al cuerpo de un ukelele tenor. El mástil se realizó en MDF, al igual que en la experimentación anterior. Pero se cambió el método de vinculación entre las partes. Esta vez, la pieza atravesó la caja de resonancia longitudinalmente, atornillándose al puente y al envase simultáneamente. Al cambiar la técnica de unión se intentó evitar la elevación del mástil. Al realizar este cambio, la boca no pudo ubicarse en el centro y se decidieron realizar dos orificios de menor tamaño, ubicados simétricamente con respecto al centro del instrumento.

Esta vez, el mástil no se elevó, sino que se flexionó por las características físicas del MDF, elevando las cuerdas de la misma manera que en el caso anterior. Al elegir un material más denso que el cartón, el sonido resultó más fuerte y claro, ya que mejoró considerablemente su acústica.

Capítulo 5.2.3. Metal

En este caso, se utilizó la misma técnica de elección de materiales empleadas por luthiers. Según Louzao (2009) se suele elegir la materia prima más rígida. Para tener una idea de su reacción a la vibración, se lo golpea el material con los dedos para definir qué tan fuerte suena la placa de madera. Luego de la experimentación de las vibraciones de distintos tipos de metales, se descubrió que no todos, al vibrar, producen un sonido lo suficientemente fuerte. De esta manera, se seleccionó una ensaladera de acero inoxidable (ver cuerpo C, figura 11). Pero para que ésta pudiese conformar un volumen

cerrado, fue necesario soldarle de manera hermética una lámina de acero, y se realizaron dos perforaciones, de la misma manera que en la prueba con el envase de plástico. Luego se utilizaron secciones de un perfil de acero cromado para el conformado del puente.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se utilizó multilaminado en vez de MDF, y el mismo método que en la experimentación anterior, al atravesar el mástil longitudinalmente a través de la caja de resonancia. Como resultado, esta vez no se deformó y la densidad del material permitió alcanzar un sonido óptimo. Uno de los resultados no contemplados, que no se presentó en las pruebas anteriores, fue el peso excesivo del objeto. Este factor hace que sea inadecuado para su ejecución de pie, sobre todo si el usuario es un niño de seis a ocho años de edad. Finalmente, debido a que este objeto requiere de un contacto físico constante, se evidenció que la temperatura del instrumento era muy fría, produciendo una sensación incómoda al ejecutar el instrumento. De esta manera, sin la presente experimentación de la materialidad, estos aspectos sensoriales no hubieran sido expuestos.

Antes de comenzar con las experimentaciones de los materiales, el autor creía que existía la posibilidad de que el cambio de la materialidad evitara que el sonido se amplificara. Pero luego de las pruebas de sonido, los tres ukeleles lograron alcanzar la afinación característica del instrumento. Independientemente de sus morfologías y las diferentes densidades de sus materiales todos lograron amplificar las vibraciones de las cuerdas en mayor y menor medida. De esta manera se comprobó que si la forma posee las características necesarias para incrementar el sonido, de la misma manera que una forma cónica permite aumentar la voz de una persona, sólo basta con utilizar un material que permita que el sonido rebote, en vez de absorberlo. Esto se logra al tener en cuenta la densidad de la materia prima.

Capítulo 5.3. Presentación del producto

La propuesta de rediseño del ukelele tradicional (ver cuerpo C, figura 13) tiene como objetivo repercutir positivamente en el futuro aprendizaje de usuario. El producto está pensado para chicos de seis a ocho años de edad, es decir, aquellos que están en el primer ciclo de la escuela primaria. Estos niños se encuentran en una etapa de pleno desarrollo físico y mental, y como se explicó anteriormente, a partir de estas edades es cuando se adquieren las capacidades necesarias para tocar este tipo de instrumentos. La ejecución de un instrumento musical permite optimizar el desarrollo cognitivo en los chicos, de esta manera es como este producto permite ejercitar las habilidades motrices y auditivas simultáneamente, exigiéndole al usuario la memorización de melodías y patrones.

Al analizar las prestaciones y precios de los competidores, se observó que sus altos precios pueden obstaculizar la compra de este tipo de producto con características educativas. Por este motivo, se bajaron los costos optimizando la producción, con el fin de ampliar el mercado. Esto permite el acceso a usuarios que actualmente no pueden comprarlo. Luego de los análisis de las medidas y proporciones antropométricas del usuario y las pruebas de materiales y sonidos, se diseñó un ukelele con una morfología destinada para chicos. Este instrumento contempla los puntos de contacto con el usuario, tanto en los zurdos como en los diestros, mejorando la ergonomía del producto tradicional. El autor cree que el problema del ukelele clásico radica en su diseño, específicamente en el momento de su concepción. Esto se debe a que se tuvo como referente a la guitarra española y de esta manera éste adoptó su forma sin cuestionarse si era la adecuada para su funcionamiento. No obstante, también se contempló el contexto en el cual será utilizado. En el posible escenario en el que las escuelas sean quienes adquieran el producto, éste podrá ser guardado colgándose de una pared, en cualquier tipo de gancho estándar, sin la necesidad de contar con un

soporte especial para ukeleles o guitarras. Así, la escuela podrá tener exhibidos en un cuarto los instrumentos de manera cómoda y fácil de acceder. Finalmente, la materialidad elegida le otorga una estética lúdica al instrumento. Esta cualidad le aporta al objeto la capacidad de llamar la atención del niño, incitando su utilización y por lo tanto el futuro aprendizaje.

Capítulo 5.3.1. Materiales y procesos

Para su fabricación se eligió al ABS, también llamado acrilonitrino butadieno estireno. Como se explicó anteriormente, es un material termoplástico, por lo tanto, tiene la virtud de ser fundido más de una vez, aportándole al producto la capacidad de ser reciclado. Dentro de sus características, se distingue su alta resistencia a esfuerzos e impactos, lo que proporciona una mayor durabilidad al objeto, y éste podrá resistir la fuerza que ejercen las cuerdas del instrumento. También cumple con una de las consignas más importantes del producto, posee una densidad que permitirá amplificar el sonido, ya que no absorberá significativamente las vibraciones. Además, éste, a diferencia de la madera, se comercializa en varios colores, ya sean opacos o transparentes, sin la necesidad de terminaciones superficiales. Estos últimos factores podrán contribuir a la estética del instrumento, aportándole un valor lúdico y diferente.

Como proceso productivo se seleccionó a la inyección, ya que como se mencionó en capítulos anteriores, por la velocidad de realización de piezas permite acelerar la producción. Además, el diseño propone la fusión de diferentes componentes del instrumento, resultando en la elaboración de dos piezas plásticas, más el tercerizado del sistema de clavijas. Esta tecnología permite obtener espesores variables, lo que la convierte en la indicada para este objeto en particular, donde el fondo y los aros laterales deben ser más gruesos que la tapa armónica. También se pueden realizar geometrías complejas con encastrados y nervios, que reforzarán estructuralmente la morfología del instrumento.

Capítulo 5.3.2. Ventajas

A partir del rediseño del ukelele se lograron perfeccionar algunas características del producto, como se puede observar en el cuadro comparativo (ver cuerpo C, tabla 2). Por ejemplo, al tener en cuenta las dimensiones de la fisionomía del usuario, este instrumento a diferencia del tradicional, cuenta con una morfología ergonómica la cual se adapta al cuerpo de usuario en ambas posiciones de uso. Además, al sustituir la madera por el plástico inyectado, se pasó de un objeto que contaba con 43 piezas a una de tan sólo dos, simplificando y acelerando la manufactura del producto.

Suponiendo que este objeto se fabricara en serie (ver cuerpo C, tabla 3), se podría alcanzar una producción de 1220 unidades mensuales, con tan solo dos inyectoras y cinco operarios. Al calcular los costos estimados, se tuvieron en cuenta sólo principales costos fijos, entre ellos, el alquiler del galpón, los servicios y la inversión de ambas máquinas, las cuales se amortizarían en cuatro años, obteniendo un total de \$ 15.780. En los costos variables se sumó a la materia prima, a las clavijas tercerizadas y los sueldos de los operarios, obteniendo un total de \$ 75.025. Finalmente, se calculó un costo total unitario de \$ 72,8. Por lo tanto, si a esta cifra se le sumara un 65% de ganancia por encima del costo, el precio de venta podría ser de \$ 119.99, un valor del 10% del precio de venta actual de la competencia. Teniendo en cuenta estos datos, se obtuvoun punto de equilibrio al producir 263 unidades (ver cuerpo C, tabla 4). Con estos resultados, es posible expandir el mercado significativamente, permitiéndole a muchas más personas acceder a éste producto.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las teorías y principios recolectados y empleados en el PG, se destacó la importancia de la materialidad en los objetos. De esta manera, se puede cambiar el enfoque de un objeto, rediseñándolo. En este proyecto se abrieron las puertas a una nueva aplicación de un método de fabricación en una tipología de productos, la cual estaba atada a un preconcepto definido hace muchos años en cuanto a su forma y materialidad. Los mismos resultados obtenidos en este proyecto podrían aplicarse a otros cordófonos de pequeñas dimensiones, como charangos, mandolinas o violines.

Es fundamental tomarse el trabajo de cuestionar el origen de los productos. Conocer la historia de un objeto puede ayudar a comprender cuáles fueron los motivos que llevaron a su creación y por qué se eligieron determinados materiales y morfologías. Un diseñador crítico debe ser capaz de reflexionar sobre estos aspectos para lograr un producto que responda a necesidades reales de manera creativa. Sólo cuestionando cada aspecto, de un diseño posterior, es posible aportar una idea innovadora. En el campo del diseño industrial, cuando se habla sobre materiales y procesos, suelen discutirse cuestiones como la resistencia a los esfuerzos y a factores climáticos, morfologías posibles, costos, entre otros temas. Pero no se discute sobre sus características sonoras y sus capacidades acústicas. Por este motivo, este proyecto de graduación aporta una serie de datos y métodos de diseño aplicables a futuros diseños de productos donde se requiera de la amplificación sonora.

Por otro lado, se llegó a la conclusión que con la ayuda de la experimentación, por medio de maquetas funcionales y de estudio, se pueden hallar nuevas tareas y aplicaciones a los materiales existentes, como así también la morfología adecuada. Considerando los resultados de las pruebas de sonido obtenidas mediante la experimentación con diferentes materiales, se determinó que al cambiar la materialidad de un producto,

teniendo en cuenta sus propiedades físicas, mecánicas y sonoras, es posible influir significativamente en los resultados finales del diseño. Al sustituir la materia prima, cambiaron varias características del instrumento original. En muchos instrumentos de cuerda, sobre todo aquellos que utilizan una caja de resonancia para amplificar el sonido en vez de micrófonos, no se contempla la ergonomía debido a las limitaciones de las propiedades físicas de los materiales elegidos. Pero en este caso, el método de producción del plástico permitió mejorar la ergonomía del objeto, teniendo en cuenta las dimensiones corporales del usuario, proporcionando una cómoda ejecución del instrumento.

Otro de los efectos del cambio de la materia prima fue la disminución del tiempo y el costo de fabricación, ampliando el mercado y llegando a personas que antes no podían acceder a este tipo de productos. Por este motivo, el autor puede afirmar que tanto la planificación de la producción como la elección de la materialidad del objeto son elementos del diseño indispensables a tener en cuenta, ya que cada factor y decisión tomada repercutirá directamente en la sociedad. Los diseñadores tienen la responsabilidad de los efectos que generan sus productos, por este motivo es importante pensar en posibles resultados que generen aportes a la sociedad. Si se tiene en cuenta que al comenzar un proyecto se empieza desde una hoja en blanco, el diseñador puede elegir cuál será la repercusión que tendrá en el futuro de las personas, ya sea utilizando materiales no biodegradables en un producto con una vida útil corta, afectando de manera negativa, o proponiendo un sistema reutilizable donde todas sus piezas puedan reutilizarse para distintas funciones.

En definitiva, un diseño ético e innovador es capaz de dejar un legado, o bien una idea que marque un camino. Proyectar un producto teniendo en cuenta cuestiones como la salud o la educación podría dejar una huella positiva en el futuro. Por este motivo, el autor sostiene que el diseño no debe ser egoísta, sino que se debe proyectar para mejorar la vida del usuario, y no la del diseñador. Al reflexionar sobre funciones intuitivas

y atractivas que despierten un interés en el usuario, el diseño puede ayudar significativamente en el futuro aprendizaje del niño. También es importante que aquellos productos con fines didácticos, al igual que los referentes a la salud, puedan ser accesibles para la mayor cantidad de personas posible.

Lista de referencias bibliográficas

- Academia Nacional de Ingeniería (2003). *High-performance Materials Timeline*. Disponible en: <http://www.greatachievements.org/?id=3805>. Recuperado el 23/04/2014.
- Asociación Española de Ergonomía (2013). *¿Qué es la ergonomía?*. Disponible en: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>. Recuperado el 29/05/2013
- Álvarez, J (2007). *Psicosociología aplicada: Manual para la formación del especialista*. Barcelona, España: Lex Nova.
- Berbaum, J. (1988). *Aprendizaje y formación: Una pedagogía por objetos*. D.F., México: Fondo de cultura económica.
- Bernal, J. (2003). El desarrollo de la creatividad y la educación musical escolar. *Revista de educación de la Universidad de Granada*, 16, 101-118.
- Blanco, R. (2007). *Notas sobre diseño industrial*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.
- Blogclásico (2014). *Instrumentos Musicales Prehistoricos Origen y Evolucion*. Recuperado el 24/12/2014 de <http://www.blogclasico.com/2008/04/instrumentos-musicales-prehisto-ricos.html>
- Bramston, D. (2009). *Bases del diseño de producto: De la idea al producto*. Barcelona, España: Parramón Ediciones.
- Bramston, D. (2010). *Bases del diseño de producto: Materiales*. Barcelona, España: Parramón Ediciones.
- Breuil, A. (1977). *La sélection du personnel*. Citado en: Quarante, D. (1992). *Diseño industrial 2: elementos teóricos*. Barcelona, España: Ediciones CEAC.
- Capote, R. (2012). Los músicos del futuro prefieren la guitarra. Disponible en: <http://www.laopinion.es/tenerife/2012/05/05/musicos-futuro-prefieren-guitarra/411622.html>. Recuperado el 14/04/2014
- Cavalcanti, L. (2012). *Jugar a ser grandes*. Disponible en: http://www.ecosdiariosweb.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=18847:jugar-a-ser-grandes&catid=37:mirada-urbana&Itemid=34. Recuperado el 15/05/2013
- Chan, S. (2003). *La música mejora el aprendizaje y la memoria en la infancia*. Disponible en: <http://www.filomusica.com/filo56/infancia.html>. Recuperado el 17/04/2013
- Chiapponi, M. (1999). *Cultura social del producto: Nuevas fronteras para el diseño industrial*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito.
- De Bono, E. (1971). *La práctica del pensar*. Barcelona, España: Kairos. Citado en: Munari, B. (1981). *¿Cómo nacen los objetos?*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Gálvez, C. (2013). *Tallas de ukeleles*. Disponible en: <http://ukecosas.es/es/guias/tallas.html>. Recuperado el 15/05/2013

- Gardner, H. (1993). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. D.F., México: Fondo de cultura económica.
- Gray, P. (2014). *Ukulele vs. Guitar*. Disponible en: http://www.ukeschool.com/ukulele/ukulele_guitar.html. Recuperado el 16/03/2014
- Lambin, J., Gallucci, C. y Sicurello, C. (2009). Dirección de marketing: gestión estratégica y operativa del mercado. Buenos Aires, Argentina: McGraw-Hill.
- Llamas, J. (2011). Psicología de la música y educación musical. Disponible en: http://www.sinfoniavirtual.com/revista/018/psicologia_musica_educacion.php. Recuperado el 31/03/2014
- Louzao, R. (2009). *La guitarra mágica*. Buenos Aires, Argentina: Artes Gráficas Papiros.
- Maldonado, T. (1993). *El diseño industrial reconsiderada*. México: Editorial Gustavo Gili
- Munari, B. (1981). *¿Cómo nacen los objetos?*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Muyöj, W. (2009). *El luthier*. Disponible en: <http://www.jatunmaki.com.ar/ES/luthier.php>. Recuperado el 22/05/2013
- Norman, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. Madrid, España: Editorial Nerea.
- Ojeda, M. (28 de febrero de 2013). *Polímeros*. [posteo en blog]. Disponible en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/p/sub-indice-los-plasticos.html>
- Pahlen, K. (1995). *El maravilloso mundo de la música*. Madrid, España: Alianza.
- Panero, J. y Zelnik, M. (1983). Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Barcelona, España: GG Diseño.
- Papousek, M. y Papousek H. (1982). *Musical elements in mother-infant dialogues*. Trabajo presentado en la Conferencia Internacional sobre Estudios Infantiles, realizado en Autin, Texas en marzo de 1982. Citado en: Gardner, H. (1993). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Nueva York, Estados Unidos de América: Basic Books.
- Piaget, J (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica. Citado en: Tallergusmate (29 de mayo de 2013). *Etapas de desarrollo cognitivo*. [posteo en blog]. Disponible en: <http://tallergusmate.blogspot.com.ar/p/etapas-de-desarrollo-cognitivo.html>.
- Quarante, D. (1992). *Diseño industrial 2: elementos teóricos*. Barcelona, España: Ediciones CEAC.
- Richmond, P. (1972). *Introducción a Piaget*. Madrid, España: Editorial Fundamentos.
- Schoenberg, A. (1965). *Letters*. Citado en: Gardner, H. (1993). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Nueva York, Estados Unidos de América: Basic Books.

Shaw, G (1982). *El carro de las manzanas*. Barcelona, España: Editorial Bruguera. Citado en: Bramston, D. (2010). *Bases del diseño de producto: de la idea al producto*. Barcelona, España: Parramón Ediciones.

Vazquez, L. (2007). *Método de ukelele*. Buenos Aires, Argentina: Melos Ediciones Musicales.

Bibliografía

- Academia Nacional de Ingeniería (2003). *High-performance Materials Timeline*. Disponible en: <http://www.greatachievements.org/?id=3805>. Recuperado el 23/04/2014.
- Álvarez, J. (2007). *Psicosociología aplicada: Manual para la formación del especialista*. Barcelona, España: Lex Nova.
- Asociación Española de Ergonomía (2013). *¿Qué es la ergonomía?*. Disponible en: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>. Recuperado el 29/05/2013
- Ávila, R., Muñoz, E. y Prado, L. (1999). *Dimensiones antropométricas*. Guadalajara, México: Centro de investigaciones en ergonomía.
- Berbaum, J. (1988). *Aprendizaje y formación: Una pedagogía por objetos*. D.F., México: Fondo de cultura económica.
- Bernal, J. (2003). El desarrollo de la creatividad y la educación musical escolar. *Revista de educación de la Universidad de Granada*, 16, 101-118.
- Birlis, A. (2007). *Manual de Sonido*. Buenos Aires, Argentina: Ugerman.
- Blanco, R. (2007). *Notas sobre diseño industrial*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.
- Blogclásico (2014). *Instrumentos Musicales Prehistoricos Origen y Evolucion*. Recuperado el 24/12/2014 de <http://www.blogclasico.com/2008/04/instrumentos-musicales-prehisto-ricos.html>
- Bramston, D. (2009). *Bases del diseño de producto: De la idea al producto*. Barcelona, España: Parramón Ediciones.
- Bramston, D. (2010). *Bases del diseño de producto: Materiales*. Barcelona, España: Parramón Ediciones.
- Breuil, A. (1977). *La sélection du personnel*. Citado en: Quarante, D. (1992). *Diseño industrial 2: elementos teóricos*. Barcelona, España: Ediciones CEAC.
- Capote, R. (2012). Los músicos del futuro prefieren la guitarra. Disponible en: <http://www.laopinion.es/tenerife/2012/05/05/musicos-futuro-prefieren-guitarra/411622.html>. Recuperado el 14/04/2014
- Cavalcanti, L. (2012). *Jugar a ser grandes*. Disponible en: http://www.ecosdiariosweb.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=18847:jugar-a-ser-grandes&catid=37:mirada-urbana&Itemid=34. Recuperado el 15/05/2013
- Céspedes, F. (2011). *La interacción entre los juguetes y el infante*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- Chan, S. (2003). *La música mejora el aprendizaje y la memoria en la infancia*. Disponible en: <http://www.filomusica.com/filo56/infancia.html>. Recuperado el 17/04/2013

- Chiapponi, M. (1999). *Cultura social del producto: Nuevas fronteras para el diseño industrial*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito.
- Chion, M. (1999). *El sonido*. Buenos Aires, Argentina: Paidós Iberica.
- Cristofani, M. (2009). *El precio en diseño y comunicación*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- De Bono, E. (1971). *La práctica del pensar*. Barcelona, España: Kairos. Citado en: Munari, B. (1981). *¿Cómo nacen los objetos?*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- De Falco, S. (2012). *Jugando con símbolos*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- De Pietro, S. y Hamra, P. (2010). *Diseñar hoy: Visión y gestión estratégica del diseño*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.
- Despins, J. (1986). *La música y el cerebro*. Barcelona, España: Gedisa.
- Gálvez, C. (2013). *Tallas de ukeleles*. Disponible en: <http://ukecosas.es/es/guias/tallas.html>. Recuperado el 15/05/2013
- Gardner, H. (1993). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. D.F., México: Fondo de cultura económica.
- Gray, P. (2014). *Ukulele vs. Guitar*. Disponible en: http://www.ukeschool.com/ukulele/ukulele_guitar.html. Recuperado el 16/03/2014
- Lambin, J., Gallucci, C. y Sicurello, C. (2009). *Dirección de marketing: gestión estratégica y operativa del mercado*. Buenos Aires, Argentina: McGraw-Hill.
- Lella, M. (2013). *ADN emocional*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- Llamas, J. (2011). *Psicología de la música y educación musical*. Disponible en: http://www.sinfoniavirtual.com/revista/018/psicologia_musica_educacion.php. Recuperado el 31/03/2014
- Louzao, R. (2009). *La guitarra mágica*. Buenos Aires, Argentina: Artes Gráficas Papiros.
- Maldonado, T. (1993). *El diseño industrial reconsiderada*. México: Editorial Gustavo Gili.
- Morris, R. (2009). *Fundamentos del diseño de productos*. Barcelona, España: Parramón Ediciones.
- Munari, B. (1981). *¿Cómo nacen los objetos?*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Muyöj, W. (2009). *El luthier*. Disponible en: <http://www.jatunmaki.com.ar/ES/luthier.php>. Recuperado el 22/05/2013
- Norbith, G. (2010). *Metodología para definir precios de los servicios de Diseño Industrial*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo

- Norman, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. Madrid, España: Editorial Nerea.
- Ojeda, M. (28 de febrero de 2013). *Polímeros*. [posteo en blog]. Disponible en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.ar/p/sub-indice-los-plasticos.html>
- Ortolá, S. (2013). Polímeros termoplásticos: bases y designaciones comerciales. Disponible en: <http://www.ingenieriademateriales.com/polimeros-termoplasticos-bases-y-designaciones-comerciales/>. Recuperado el 30/04/2014
- Pahlen, K. (1995). *El maravilloso mundo de la música*. Madrid, España: Alianza.
- Panero, J. y Zelnik, M. (1983). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Barcelona, España: GG Diseño.
- Papousek, M. y Papousek H. (1982). *Musical elements in mother-infant dialogues*. Trabajo presentado en la Conferencia Internacional sobre Estudios Infantiles, realizado en Autin, Texas en marzo de 1982. Citado en: Gardner, H. (1993). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Nueva York, Estados Unidos de América: Basic Books.
- Philip, C. (1999). *La Calidad no cuesta*. México: Cecsa
- Piaget, J. (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica. Citado en: Tallergusmate (29 de mayo de 2013). *Etapas de desarrollo cognitivo*. [posteo en blog]. Disponible en: <http://tallergusmate.blogspot.com.ar/p/etapas-de-desarrollo-cognitivo.html>.
- Pienovi, G. (2011). *Las modificaciones de un objeto artesanal tradicional a partir de una mirada de diseño*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- Quarante, D. (1992). *Diseño industrial 2: elementos teóricos*. Barcelona, España: Ediciones CEAC.
- Recondo, M. (2011). *La emoción en el diseño*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- Richmond, P. (1972). *Introducción a Piaget*. Madrid, España: Editorial Fundamentos.
- Rovegno, A. (2011). *Estimúlalo*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- Schoenberg, A. (1965). *Letters*. Citado en: Gardner, H. (1993). *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. Nueva York, Estados Unidos de América: Basic Books.
- Serrano, M. (2013). Clasificación de instrumentos musicales. Disponible en: <http://instrumentario.blogspot.com.ar/p/clasificacion-de-instrumentos-musicales.html>. Recuperado el 22/04/2014.
- Shaw, G. (1982). *El carro de las manzanas*. Barcelona, España: Editorial Bruguera. Citado en: Bramston, D. (2010). *Bases del diseño de producto: de la idea al producto*. Barcelona, España: Parramón Ediciones.

- Toribio, A. (2013). *El potencial de los materiales como herramienta de diseño*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- Valencia, A. (2008). *Materiales y procesos de manufactura en innovación*. Facultad de diseño y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo
- Vazquez, L. (2007). *Método de ukelele*. Buenos Aires, Argentina: Melos Ediciones Musicales.