

PROYECTO DE GRADUACION

Trabajo Final de Grado

Indumentaria que cambia de color inspirada en la Biomimética

El camaleón

Priscila (Gueng Suek) Lee

Cuerpo B del PG

24/02/2013

Diseño de indumentaria

Creación y expresión

Diseño de objetos, espacios e imágenes

Agradecimientos.

Primeramente agradezco a mi padre verdadero Dios, quien me ayudó durante toda esta carrera. Después le doy las gracias al profesor Gustavo Valdés, que estuvo corrigiendo y ayudándome con este Proyecto de Grado. Agradezco a mis amigos, que estuvieron dándome ánimos y fuerzas cuando estaba cansada o en dificultades, especialmente a Dani, a Maca y a Caro, ¡La verdad es que sin ustedes tampoco hubiese podido terminar este proyecto! Gracias chicos. También le estoy agradecida a mi familia: mi papá, mi y mi hermanito, que siempre oraron por mí y fueron de gran apoyo. Finalmente agradezco a la Universidad de Palermo que me brindó la oportunidad de estudiar esta carrera durante 4 años y medio.

Índice

Introducción	p.6
Capítulo 1. Biomimética	p.11
1.1. Relación entre el humano y la naturaleza a través de la historia.....	p.11
1.1.1. La naturaleza en relación a la vestimenta.....	p.14
1.2. Biomimética.....	p.18
1.2.1. Aplicaciones de la Biomimética.....	p.21
1.2.2. Biomimética y textil.....	p.23
1.3. Conclusiones parciales del capítulo.....	p.24
Capítulo 2. Impacto de la nanotecnología en la industria textil	p.26
2.1. Introducción a la Nanotecnología.....	p.26
2.2. Nanotecnología y textiles inteligentes.....	p.30
2.3. La contracara de la Nanotecnología.....	p.39
2.4. Desarrollo de la Nanotecnología en la Argentina.....	p.40
2.5. Conclusiones parciales del capítulo.....	p.42
Capítulo 3. Color	p.43
3.1. Aspectos generales del color.....	p.43
3.2. Psicología del color.....	p.47
3.3. Historia del color.....	p.50
3.4. Biomimética y color.....	p.32

3.5	Colorantes en textiles convencionales y en textiles inteligentes.....	p.54
3.6	Conclusiones parciales del capítulo.....	p.55
Capítulo 4. El camaleón.....		p.57
4.1.	Características generales del camaleón.....	p.57
4.2.	Biomimética y camaleón.....	p.61
4.2.1.	Por qué cambian de color.....	p.62
4.2.2.	Cómo cambian de color.....	p.65
4.3	Conclusiones parciales del capítulo.....	p.68.
Capítulo 5. Creación de colección.....		p.70
5.1.	Propuesta personal.....	p.70
5.2.	Partido conceptual.....	p.71
5.3	Propuesta de diseño.....	p.72
5.4.	Color.....	p.74
5.5	Definición del usuario objetivo.....	p.78
Conclusiones.....		p.80
Referencias bibliográficas.....		p.86
Bibliografía.....		p.91

Índice de Tablas y Figuras

Tabla 1. *El ser humano y la naturaleza a lo largo de la historia*.....p.12

Introducción

El Presente Proyecto de Graduación se titula *Indumentaria que cambia de color inspirada en la Biomimética, El camaleón* y surge como cierre de la carrera de Diseño de Indumentaria y Textil de la Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo.

A su vez se enmarca dentro de la categoría de Creación y Expresión ya que se planteará la posibilidad de crear indumentaria novedosa que cambie de color dependiendo diferentes factores. Pertenece a la línea temática es Diseño y producción de objetos, espacios e imágenes, ya que se planteará la posibilidad de crear una mini colección de indumentaria sustentable e innovadora.

El PG surge ante la posibilidad de satisfacer un nuevo nicho de mercado que es el de usuarios que demanden textiles funcionales, vanguardistas y sobre todo tecnológicos con un grado alto de innovación. El objetivo principal es crear una línea sustentable que al aplicar ciertas disciplinas como lo son la Biomimética y la Nanotecnología e inspirándose en el proceso por el cual el camaleón logra cambiar de color, las prendas puedan modificarse según sus diferentes ocasiones de uso, ante diferentes temperaturas y momentos del día.

Será importante lograr evaluar si la realización del proyecto podría resultar viable y llevarse a cabo en la realidad. Para esto se consultará con una profesional pertinente al área de la ingeniería textil que contará con información acorde al área técnica del desarrollo del objetivo del Proyecto de Graduación. Ésta se desempeña en el INTI Instituto

de Tecnología Industrial, prestigioso organismo público el cual cuenta con tecnología adecuada y personal idóneo en éste área.

Para lograr este objetivo es que el primer capítulo se enfocará en la Biomimética y en cómo ésta surge, por lo que resulta pertinente en principio brindar al lector una breve descripción de cómo ha sido la relación del hombre con la naturaleza a través de la historia para luego centrarse en la relación de estos dos actores con la vestimenta. Luego se definirá qué es y para que se aplica esta disciplina.

Para poder aplicar Biomimética a las prendas es necesario conocer qué es la Nanotecnología, temática que se llevará a cabo en el capítulo número dos.

Allí se explicará el significado y surgimiento de la misma, su relación con los textiles inteligentes y descripción de aplicaciones concretas las cuales se han desarrollado. También se detallarán los riesgos que la Nanotecnología podría acarrear si se hiciese un mal uso de la misma y el desarrollo que esta ciencia está produciendo en la Argentina y los avances que esto implica.

Luego, en el capítulo número tres se tratará el tema del color en el cual se mencionarán definiciones y propiedades que servirán para realizar un análisis de los colores que se utilizarán en las prendas. Se tomarán en cuenta ciertos elementos pertinentes a la psicología del color para establecer la recepción que puede producirse en el consumidor al apreciar los colores de la colección que se diseñará. Luego se hará un breve recorrido de la historia del color y sus diferentes teorías para interiorizar más en el tema. Podrá observarse posteriormente, la relación de la Biomimética y el color ejemplificando casos en los cuales la tecnología utiliza procesos similares al de ciertos animales para llevar a cabo sus funciones, previamente a describir el funcionamiento del camaleón para

modificar de color, que se llevará a cabo en el siguiente capítulo. Para culminar, se realizará un paralelismo en los colorantes de textiles convencionales y textiles inteligentes, mencionando los diferentes procesos por medio de los cuales los diferentes tejidos tienen la posibilidad de colorearse.

El capítulo número cuatro estará dedicado a brindar un panorama general de cómo es el camaleón y a estudiarlo para posteriormente poder plantear una colección que involucre Biomimética y Nanotecnología. Es por esto que en el capítulo se planteará por qué, cuándo y cómo cambia de color, para poder traducirlo en prendas que también lo hagan.

En última instancia, en el capítulo número cinco se materializará el diseño de la creación de una colección femenina detallando cómo será la propuesta personal. Luego se explicará el partido conceptual a través por el cual se basará la colección a nivel morfológico, se analizará la propuesta de diseño y los cambios en la paleta de color que se producen en las prendas. Por último se definirá al usuario el cual será el público objetivo a quien irá dirigida la colección y se realizará un análisis de varios aspectos que lo caracterizan. De ésta manera se podrá comprender mejor el nicho que puede demandar un producto complejo y poco convencional en el mercado.

Como antecedentes se seleccionaron los Proyectos de Graduación que se mencionarán a continuación.

Se ha hecho una búsqueda de antecedentes relacionada con el PG que estén relacionados con la Nanotecnología o los textiles inteligente y Biomimética las cuales resultan claves en el desarrollo de este PG.

Los próximos antecedentes se seleccionan por su aplicación de Nanotecnología o textiles inteligentes como eje de los proyectos.

En primer lugar, el PG de Daruiz (2011) titulado *Inteligencia textil: La nueva tecnología textil aplicada a la moda y el diseño*, debido a que utiliza materiales textiles y apunta a un desarrollo tecnológico que se puede relacionar y funcionar como antecedente especialmente vinculándolo con el capítulo de Nanotecnología.

En segundo lugar se escoge el PG de Fuentes (2013) titulado *Del tejido a las prendas multifuncionales. Diseño sustentable y prendas inteligentes*. Es un proyecto que se enmarca dentro de la categoría Creación y Expresión y en la línea temática de Diseño y Producción de objetos, espacios e imágenes y presenta varios puntos de vinculación con el presente Proyecto de Graduación ya que la autora plantea una propuesta de diseño en la que se aplique nanotecnología para modificar la estructura molecular del tejido y así poder mejorar la calidad de la prenda de rubro jeaneria.

En tercer lugar, Lentini (2012) titulado *Diseño en el aire. Indumentaria para acrobacia aérea en telas ante el cambio climático futuro*, presenta un trabajo enmarcado dentro de la categoría Proyecto Profesional que indaga en las fibras textiles y en las fibras inteligentes para aplicarlas en el rubro deportivo-artístico a prendas para realizar acrobacias en una prenda desmontable que sea funcional y evite riesgos como quemaduras e irritación de la piel.

A continuación se presentan Proyectos de Graduación que fueron seleccionados como antecedentes debido a su relación con la Biomimética.

En primer lugar se selecciona el proyecto de García (2012) *Arthropoda: Indumentaria Biomimética. Diseño de Indumentaria para la protección del hombre*. Éste pertenece a la categoría de Proyecto Profesional y a la línea temática de diseño y producción de objetos, espacios e imágenes. Se selecciona este proyecto por su aplicación de Biomimética.

Además introduce el concepto de Biónica para generar una propuesta en donde intenta aplicar el exoesqueleto de los artrópodos para generar prendas que sean funcionales y prevengan adversidades en un futuro donde la autora predice condiciones desfavorables por el cambio climático.

En segundo lugar, se selecciona el PG de Tarquini, Josefina si bien es de la carrera de Diseño Industrial, es un proyecto de la misma categoría y línea temática que el presente PG. Se selecciona a pesar de que es de otra carrera debido a que aplica la Biomimética desde un punto de vista conceptual planteando la co-evolución del hombre con el medio ambiente y como objeto de diseño plantea intervenir y re significar *packagings* de botellas de plástico.

Capítulo 1. Biomimética

En el presente capítulo se pretende ahondar en qué es la Biomimética o Biomimesis. Para ello, se hará un breve repaso de la relación entre el ser humano con la naturaleza a través de la historia y de cómo el hombre aplica esta relación en la vestimenta. El subcapítulo en donde se tratan éstos temas tendrá la finalidad de introducir al lector en cómo surge y se desarrolla en la actualidad la Biomimética, brindando así, un análisis íntegro del tema. Luego se procede a definir a esta nueva disciplina y se presentan ejemplos tanto textiles como de otras áreas para exponer un panorama general de la situación actual. Y para una vez, definida la Biomimética poder ahondar en cómo se podría aplicar en la realidad la traducción de este proceso gracias a la Nanotecnología.

1.1. Relación entre el humano y la naturaleza a través de la historia

Los hombres se han relacionado con la naturaleza a lo largo de los siglos de diferentes maneras. Será el objetivo de este apartado hacer un breve resumen de cómo lo han hecho para así desarrollar posteriormente la definición de Biomimética y poder comprender de dónde surge y porqué. Por el contrario, no es el objetivo hacer un análisis completo de la historia del hombre, sino de remarcar algunos factores específicos que se comentan a continuación y que se resumen a grandes rasgos en la Tabla 1 titulada *El ser humano y la naturaleza a través de la historia* en donde se deja de manifiesto los factores más relevantes para llegar a la explicación de por qué actualmente es relevante aplicar procesos biomiméticos a las invenciones y diseños.

Tabla 1. *El ser humano y la naturaleza a través de la historia.*

Épocas/ Relación con la naturaleza	Paleolítico	Neolítico	Edad Media	Edad Moderna	Edad Contemporánea
Forma de vida	Nómade	Sedentario	Crecen las ciudades y la población	Principalmente en ciudades donde se dividen en clases sociales, básicamente en plebeyos, en nobles y eclesiásticos.	Aumento exponencial de la población humana
Alimento	Recolecta, caza y pesca	Agricultura y ganadería	Comercio de productos agrícolas y ganaderos		Gran consumo de alimentos y energía
Principales acontecimientos	Cada miembro de un grupo es capaz de hacer todo para sobrevivir, al margen de las capacidades individuales	Canaliza el agua para el riego de cultivos	-Además de la madera se utiliza el agua y el viento como recurso energético. -Hay deforestación y minería.	-Aumenta de manera significativa el uso de carbón y petróleo para las máquinas de vapor -Aparición de la ciencia	-Surge la utilización de la electricidad y del motor de explosión.
Daños en el entorno a causa del ser humano	Imperceptible	Bajo aunque se produce una pérdida de suelo natural para su uso en la agricultura y ganadería	Crece con la deforestación, la minería, la selección de especies y el sobrepastoreo	Importante, contaminación atmosférica y sobreexplotación de materias primas	Crítico: agotamiento de recursos, contaminación generalizada, pérdidas de biodiversidad, de bosques y suelo fértil. También superpoblación

Fuente: Elaboración propia en base a *Historia de la sociedad humana* (2013). Recuperado el 10 de febrero de 2014 de <http://www.pcr.org.ar/file/pub/historia.pdf> y de Centro de Estudios Latinoamericanos (1991). *Historia de nuestra América*. Santiago de Chile: Ediciones CELA.

En el período Paleolítico los hombres se alimentaban gracias a la recolección de frutos, a la caza y pesca. Con el paso del tiempo comenzaron a dominar el fuego, el arco y la flecha. (*Historia de la Sociedad Humana*, 2013). Por lo tanto, el hombre desde los tiempos de la

prehistoria forma parte y depende de la naturaleza para subsistir. En una primera etapa, lo hace de una manera sencilla en comparación a como lo hará en siglos venideros. El hombre adquiere de la naturaleza lo que necesita para su subsistencia, para sobrevivir de una manera similar a la que lo hacen los animales: por instinto.

Posteriormente, en el período Neolítico surge la agricultura, el pastoreo, la ganadería y se canaliza el riego para cultivos. (*Historia de la Sociedad Humana*, 2013). Se puede traducir como el primer acercamiento del hombre por dominar la naturaleza. Sin embargo como se menciona en el escrito *Historia de Nuestra América* “estos primeros hombres se adaptaron al medio, sin afectar la autorregulación del ecosistema. No destruían masivamente las selvas ni las plantas. No exterminaban las especies animales sino que consumían las que eran imprescindibles para su subsistencia”. (Centro de Estudios Latinoamericanos, 1991). Pero en esta época se sientan las bases para la transición que ocurrirá en períodos posteriores, donde el hombre intenta adueñarse de la naturaleza, generando un deterioro en el medio ambiente.

El humano intenta dominar la naturaleza, utilizando cada vez más recursos y profundizando diferentes técnicas como se explican en detalle en la Tabla 1. *El ser humano y la naturaleza a través de la historia*. En consecuencia, va generando a lo largo del transcurso de su historia cada vez más daños en su entorno.

En la actualidad según se describe en el escrito *Historia de la Sociedad Humana* (2013), el medio ambiente se encuentra en un estado crítico debido al agotamiento de los recursos, la superpoblación, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, de bosques y de suelos fértiles.

En los primeros períodos históricos el hombre respetó a la naturaleza y trabajo para su beneficio personal tomando elementos de ella y formando parte de un ecosistema, al igual que lo hace cualquier otra especie. Pero a medida que el hombre fue evolucionando fue encontrando diferentes maneras para explotar la naturaleza, generando así una intervención notoria en el medio ambiente que afecta en ocasiones de manera negativa al propio ser humano y al resto de las especies. Es por eso que surgen tendencias sustentables, ecológicas, de reciclado, entre otras, porque el hombre comienza a ser consciente del daño y las consecuencias negativas de su comportamiento que repercute en el medio ambiente. Por ejemplo como menciona una investigación del Instituto Nacional de aprendizaje (2012) una de las consecuencias del Impacto ambiental es el cambio climático. Por lo que desde diferentes ámbitos, entre ellos desde la Industria textil se trabaja en procesos que cuiden al medio ambiente.

Hasta aquí se han mencionado algunos puntos importantes entre la relación de la naturaleza y el hombre, sobre todo con respecto a la alimentación del mismo, desde ya se han dejado de lado otros tantos temas ya que no se consideran pertinentes para el presente Proyecto de Graduación. Pero la relación entre el hombre y la vestimenta supone un apartado aparte, es otra área en donde se vincula estrechamente el hombre y la naturaleza a través de la historia, como se analizará en el próximo apartado con la finalidad de vincular la Biomimética con las aplicaciones que se utilizan en relación a la indumentaria.

1.1.1. La naturaleza en relación a la vestimenta

Se realiza un breve análisis de la relación de la naturaleza con la vestimenta a través de la historia para evaluar en próximos apartados cómo es esta relación en la actualidad. Este

apartado se relacionará con la Biomimética textil que se comentará en apartados siguientes. Pero para comprender este fenómeno es necesario hacer un repaso por la historia para ver de dónde surge y con qué finalidad. Para hacerlo hay que remontarlos a los orígenes.

La construcción de la historia de la indumentaria surge al mismo tiempo en que se plantea desde diferentes puntos de vista la aparición de los primeros humanos. Por ejemplo, por un lado, en la Biblia, en el libro de la Génesis, dice que Adán y Eva fueron los pioneros en crear la primera indumentaria para cubrir su vergüenza, su ser pecador.

Por otra parte, Maguelonne Toussaint Samat (1990), relata un mito de la tradición sintoísta, religión nativa de Japón que menciona que sólo después de la bajada a los infiernos, la pareja de héroes, Izanagi e Izanami, tienen la revelación humillante de verse tal cual son, desprovistos de ropa, en su estado primordial. Según Kaloniko (1992), luego de la desnudez, la hoja de parra se convierte en la primera indumentaria, y a partir de este punto, se desarrolla la historia del indumento. Es así, que la vestimenta se remonta al inicio de la humanidad que plantea la Biblia y la religión sintoísta y, está entra desde un primer momento en relación con la naturaleza, ya que el hombre se provee de las hojas de un árbol para crear las primeras prendas.

Con el correr de la historia, los diferentes climas obligaron a las familias a adoptar otros tipos de vestimentas y a evolucionar la manera en que se cubrían. Según Maguelonne (1990) con el frío y los vientos surgieron prendas más abrigadas en el período Paleolítico, provenientes de las pieles animales. Para unirlos crearon los primeros alfileres hechos con hueso puntiagudos. Luego apareció la aguja de ojo, para deslizar a través de agujeros perforados por una lezna. El hombre comenzaba con elementos de la naturaleza a ingeniárselas para transfórmalos a su favor para protegerse del clima. Así también, como menciona Yvonne

Deslandres (1985) los hombres de ese período utilizaban tocados de reno en las cabezas, por lo que se induce que ya desde época el objetivo no era sólo protegerse sino también adornarse.

Como se ha mencionado en el apartado anterior, en las etapas posteriores continuó evolucionado la humanidad y así también la indumentaria. Es así, que a principios del Neolítico según Deslandres (1985) ya se produce la aparición de tejidos.

Kaloniko (1992) sostiene que durante en este período, se descubrió la manera de transformar a la planta de lino en una fibra susceptible a ser hilada. A partir de entonces, se dejó de lado la cacería destinada a obtener pieles para dar inicio al desarrollo de los textiles, que se expandió hasta llegar a Egipto. Y es allí mismo donde se puede encontrar la más amplia información de la indumentaria originaria, gracias a sus telas y esculturas que quedaron conservadas en los siglos posteriores.

En estos ejemplos acotados de la historia de la indumentaria se puede deducir que el primer período de la historia cumplió con simples requisitos: proveer comodidad, cubrir la desnudez que provocaba vergüenza, proteger el cuerpo del frío y del calor y adornarse. También comenzaron a servir para diferenciar las clases sociales. Pero a partir del siglo XV, se puede observar y analizar que las personas empezaron a darle otro valor a la indumentaria y a imponer estilos y modas. La posterior invención de la máquina de coser, y la imitación de las telas provenientes de fibras naturales, mediante un desarrollo de la fabricación de la textura de seda, pieles de animales, nylon, etc. promovieron a la rápida confección y difusión de los distintos estilo, a niveles internacionales e intercontinentales.

Hollen et. al resume la historia de la industria textil que se desarrolló “desde ser una artesanía perpetuada por los gremios en los primeros siglos, a través de la revolución

industrial en los siglos dieciocho y diecinueve, cuando se trataba de mecanizarlo todo con producción masiva, hasta el siglo veinte con su adelanto científico y tecnológico” (Hollen et. al, 1997, p. 12)

Es a finales de este siglo en donde la sociedad percata que el desarrollo industrial está dañando al medio ambiente. Además con el avance a la urbanización se dañan hábitats de especies animales y vegetales lo que hace que el medio ambiente se deteriore notablemente, como ya se ha mencionado en el apartado anterior.

Pero esta degradación trae su contraparte y una respuesta por parte de la sociedad que comienza a actuar de una manera que favorece la sustentabilidad y promueve el desarrollo sostenible para intentar revertir y frenar los procesos dañinos para el planeta.

Como menciona el Instituto Nacional de Aprendizaje, las Naciones Unidas (1992) establece un compromiso de desarrollo sostenible, que entre otras medidas busca el orden ecológico a través de un compromiso hacia un “adecuado manejo de los recursos humanos, la integridad de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la protección contra el deterioro ambiental”. (Nacionales Unidas, 1992).

Por parte de la Industria textil es relevante el trabajo que se puede hacer en favor a que esto suceda y para que tanto los materiales que se utilizan como por ejemplo, los colorantes que se utilizan para teñir los textiles, tengan un bajo impacto en el ecosistema, ya que suelen ser contaminantes. Una de las medidas que se utiliza desde esta área para revertir estos procesos es por ejemplo el reciclado, la minimización del consumo, la prevención de la contaminación.

Como ya se ha mencionado, los finales del siglo veinte y principios del veintiuno se ha tenido un despertar ecológico y sustentable por parte de algunos sectores de las sociedades. Estas

tendencias en la actualidad están comenzando a modificarse y a evolucionar hacia nuevos conceptos y a nuevas formas de plasmarse en la realidad. Saulquin (2010) plantea para el futuro la reconversión de la industria textil y el fin de la moda como se conoce actualmente. Predice un nuevo sistema basado en principios ecológicos, en la funcionalidad, en los nuevos materiales y en el humano real.

Además proyecta que en el futuro el modelo que está basado en una producción serial y en el consumo masivo quedará obsoleto, dejando lugar a una sociedad diferente, digital, con otros fundamentos ideológicos, que se preocupa por el cuidado del medio ambiente ya que es consciente de los daños que si no se provocan. Y se abre una nueva línea la de textiles técnicos o inteligentes. Es lo nuevo y lo que está llegando y que surge en armonía con el respeto ecológico, ya que la moda como se conoce en la actualidad genera consumo excesivo y gran cantidad de desechos. Ya no se utilizara consumir y tirar.

De este modo, en el apartado anterior y en el presente se ha planteado un panorama general de cómo se ha relacionado el hombre con la naturaleza desde el comienzo de la historia hasta la actualidad y se ha esbozado una idea sobre cómo podrá llegar a ser el futuro, o más bien para donde se están encaminando los diferentes procesos; con el fin de introducir el concepto de Biomimética que se desarrollará en el siguiente apartado.

1.2. Biomimética

Como se ha mencionado en el apartado anterior, en la actualidad las sociedades están atravesando una etapa en la que la sustentabilidad tiene un lugar protagónico. Es por eso que en el presente subcapítulo se plantea la aplicación potencial de la Biomimética, como herramienta sustentable.

Hasta el momento se ha hecho un breve repaso de la historia del hombre y la naturaleza, con el fin de poder explicar de dónde surge la Biomimética; pero ¿qué es? Según la bióloga Janine Benyus, es “una disciplina que busca soluciones con un desarrollo sustentable imitando a los diseños de la naturaleza y a sus procesos”. (Benyus, 2009). Tanto el diseño como el proceso deben ser amigables con el medioambiente.

El mismo término de la disciplina autodefine de qué se trata: bio proviene de vida mientras que mimética proviene de copiar, emular. (Instituto de Biomimética, 2008). Por lo tanto emplear elementos de la naturaleza de forma directa no es exactamente Biomimética, sino que se debe implementar como forma de inspiración para imitar los procesos que en ella sucede y traducirlos en nuevas invenciones.

Como ya se mencionó en el capítulo “Relación entre el humano y la naturaleza a través de la historia” el hombre paleolítico no causaba daño en el medio ambiente, lo respetaba, pero aun así tomaba elementos que la naturaleza le brindaba para su subsistencia. El humano estaba en comunión con el medio ambiente. Benyus (2009) menciona en su charla TED que hay que volver a lo que antes los humanos sabían, algo que está escondido en las culturas modernas y eso es que

(...) vivimos en un universo competente, que formamos parte de un planeta brillante. Y que estamos rodeados de genialidad (...) La Biomimética es una disciplina nueva que intenta aprender de esos genios, y de seguir sus consejos, consejos de diseño. No somos los primeros en inventar (...) Lo que está pasando ahora, en este campo llamado Biomimética, es que la gente vuelve a recordar que organismos, otros organismos, el resto de la naturaleza están haciendo cosas muy similares a las que nosotros necesitamos hacer. Pero el hecho es que lo están haciendo de una manera que les ha permitido vivir con elegancia en este planeta durante billones de años. (Benyus, 2009)

Entonces, según Benyus (2002) antes de resolver problemas humanos, tanto de mecánica, arquitectura, medicina, ingeniería habría que preguntarse ¿Cómo lo resolvería la naturaleza?

Según Pozuelo Ramos (2013) todos los inventos de la humanidad ya los ha creado la

naturaleza de una forma más eficaz y sencilla, ósea más elegante y de una manera más ecológica, que no causa daño al planeta. Los humanos no han sido capaces de imaginar tales soluciones y es difícil imitarlas sobre todo utilizando procesos y materiales más amigables.

Pero ¿de dónde surge la Biomimética? Como disciplina es relativamente reciente y se consolidó luego de que la bióloga Benyus publicó su libro *Biomimética: Innovación inspirada en la naturaleza* y arquitectos, diseñadores e ingenieros comenzaron a llamarla y a decirle que querían incorporar la Biomimética a sus trabajos. El libro sentó precedentes, y en el 2006 se fundó el Instituto Biomimicry 3.8. (Instituto Biomimicry 3.8, 2014). Sin embargo

a lo largo de 3.800 millones de años, la naturaleza ha atravesado un proceso de prueba y error para refinar los organismos, procesos y materiales del planeta Tierra. La Biomimética no es una idea nueva, la resolución de problemas inspirándose en la naturaleza es tan antigua como los primeros humanos, que observaban el comportamiento de los animales para asimilar su forma de cazar, refugiarse y sobrevivir. (Marino, 2012)

La persona que introdujo el término de Biomimética fue Otto Schmitt, un investigador en 1963 en una conferencia en Ohio. (Marino, 2012). Además se pueden localizar momentos en que diferentes personas aplicaron la Biomimesis en diferentes momentos históricos, así lo hizo por ejemplo Leonardo Da Vinci, es uno de los casos como menciona Pozuelo Ramos (2008), Da Vinci estudió el vuelo de las aves y de los murciélagos y en base a eso realizó el Códice.

Otro ejemplo clásico de biomimetismo es el que explica Bceh Garibary (2010) que fue realizado por el ingeniero suizo George de Mestral. Él se percató que en su indumentaria y a su perro se adherían cardos. Fue así que luego de estudiarlos y observar su naturaleza a través de un microscopio inventó el velcro. Estos ejemplos y otros forjaron las bases para

que la Biomimética sea considerada una disciplina y este en pleno proceso de desarrollo y de crecimiento.

En la actualidad existe una base de datos desarrollada en Inglaterra por el director del Centro de Biomimética y Tecnología Natural de la Universidad de Bath y colaboradores en donde se puede buscar según determinadas características diferentes patentes biológicas. (Butler R. A., 2008). En la página Asknature.org (2014) se puede encontrar un registro, una base de datos de investigaciones que diferentes profesionales introducen para que otros puedan buscar y ver información sobre diferentes organismos y procesos naturales y cómo son traducidos a Biomimesis.

En el próximo apartado se presentan ejemplos de aplicaciones de Biomimética en diseños.

1.2.1. Aplicaciones de la Biomimética

Realizar innovaciones biomiméticas resulta una tarea interdisciplinaria que combina la biología con la ingeniería, el diseño, la arquitectura y las matemáticas. Para crear diseños inspirados en la naturaleza se debe seguir algunos pasos. En primer lugar “la identificación de una necesidad, la observación de la Naturaleza, y la transformación de la observación del contexto original para su aplicación en el proyecto” (Bernsen, 2004, p.65).

Y a su vez, como menciona Benyus (2009) en el documental *REDES 1/2 Innovar copiando a la naturaleza*, el biomimetismo trata de crear nuevos materiales a través de dos caminos: “el análisis de los tejidos y estructura interna de los diseños naturales biológicos y el análisis del funcionamiento de las proteínas naturales complejas”. (Benyus, 2009).

A continuación se plantearán ejemplos que tanto por las formas, componentes, la abstracción de sus principios, colores, estructura y/o funciones imitan a la naturaleza. Se nombrarán cuatro casos relevantes y de diferentes áreas para brindar un panorama de cómo se materializa la teoría en proyectos concretos.

La empresa Clara (2014) utilizó el CO₂ como material de construcción. Para esto se inspiró en los corales que no procesan este gas como veneno, por el contrario, lo utilizan como elemento de construcción. Al reemplazar el cemento y el hormigón se evita que éstos materiales emitan CO₂ y así lo reducen de la atmósfera creando un beneficio para el hombre. La empresa logro abstraer el principio por el cual el coral realizaba esta construcción, entendió como era su funcionamiento y lo tradujo en un invento para el beneficio del hombre.

En el ámbito de la Arquitectura, se puede resaltar la construcción de un edificio inteligente, el hotel Qatar Sprouts. Éste se inspira en un cactus, como se puede observar en la Figura 2. No sólo lo evoca desde el aspecto estético, también lo hace desde lo funcional. Se han inspirado en las estomas de los cactus con el fin de imitar como funcionamiento y mantiene su temperatura en el desierto. “De ahí que el nuevo edificio... tendrá una serie de persianas inteligentes en toda su superficie exterior, abriéndose y cerrándose automáticamente para mantener el interior del edificio dentro de los niveles de temperaturas confortables”. (Entre lo urbano y lo cotidiano, 2009)

Por otro lado, Rocha Rangel, E., et al (2012) comenta que el científico Andre Geim emula estrategias de la naturaleza, al momento de intentar imitar a la lagartija, que tiene la habilidad de caminar por cualquier superficie sin caerse. Si el invento funciona con sólo ponerse guantes el hombre sería capaz de trepar techos y paredes.

Por último, otro caso en el cual los biomiméticos aplicaron el ejemplo de la naturaleza fue desarrollado una pequeña aguja hipodérmica para inyecciones que emula la picadura de un mosquito. Esta aguja tiene el objetivo de crear inyecciones sin dolor. Esta innovación sería principalmente beneficiosa para personas que poseen alguna enfermedad y necesitan inyectarse frecuentemente.

1.2.2. Biomimética y textil

En cuanto a los textiles se han podido encontrar diferentes ejemplos de aplicaciones Biomiméticas. A continuación se presentan algunos ejemplos con el objetivo de dejar sentadas las bases de cómo se ha incorporado este proceso en otros casos.

Marino (2012) realiza una recopilación de diferentes casos en los que se aplica Biomimética. Uno de ellos es el intento por reproducir la seda de manera artificial, en 1855, 1884 y 1894 se documentan los primeros intentos. En 1939 DuPont patentó el Nylon, creado con la intención de imitar la seda.

En la actualidad se está explotando esta nueva área, si bien en Argentina la aplicación de Biomimética en el área de textiles es prácticamente nula. Por un lado, en una entrevista a Miro (Comunicación personal, 20 de febrero de 2014), ingeniera textil del Instituto Nacional Tecnológico Industrial comenta que desde el INTI no se han hecho avances en esta área.

Por otro lado, Marino (2012) comenta que se han realizado algunos estudios por parte de la Asociación Argentina de Materiales, conferencias donde se aplica la biomimética en odontología y nanotecnología; y al diseño sustentable en general. Se incluye esta ciencia como una de las líneas de investigación de la Facultad de Ciencias Químicas de Córdoba.

CONICENT (2014) presenta estudios que se han realizado en Argentina, pero no hay ninguno relacionado con textiles.

En otras partes del mundo el tema está más desarrollado. Por ejemplo en Costa Rica, se realizó en el 2012 el *Fashion Show* que se llamó Biomimética y presento los diseños de estudiantes de la Universidad Creativa. Hubo diseños inspirados en el tiburón que imitan sus dentrículos dérmicos para producir aerodinamía y poder ser más veloces. También se presentaron ejemplos de murciélagos y su capacidad de ecolación. (Taller de Biónica, 2013)

Otro ejemplo es como menciona Paula Corci (2012) la aplicación de una estructura similar a la de las plumas de los pingüinos que permite que se minimice la pérdida de calor atrapando el aire y que al momento de nadar se lo libere y la superficie se compacta para repeler el agua. Una empresa extranjera intenta aplicarlo a uniformes militares.

Otra aplicación es "la imitación del pelaje del oso polar, que consiste en pelos gruesos... la absorción y transformación de la energía solar se debe a los pelos más gruesos, huecos que actúan como fibra óptica" (Crocì, 2012). La piel negra impide que se libere calor, esta característica fue utilizada para la creación de fibras por el instituto alemán ITV Denkedorf (2014) y es comercializada por Solarengie Stefanakis, una empresa fabricante de sistemas de recolección solar.

En los próximos capítulos se presentarán algunos ejemplos más de la aplicación de Biomiméticas en textiles.

1.3. Conclusiones parciales del capítulo.

Si bien la Biomimética como disciplina surge como una nueva disciplina, no es algo nuevo. Que desde hace unos años haya pasado a serlo ha re significado su valor y ha impulsado que se desarrollen nuevos proyectos y a que se conozca esta propuesta en diferentes áreas, como en este caso en el diseño de indumentaria. La aplicación de la Biomimética es una tendencia que podrá ser cada vez más relevante en las investigaciones científicas. Se puede concluir a partir de este capítulo que la sociedad está en proceso de cambio, en un proceso transitorio, en donde la sociedad de consumo ya queda obsoleta y se empieza a vivir en una sociedad digital en donde los ideales cambian. A partir del Diseño de Indumentaria y como nueva profesional de esta área la autora pretende acompañar a estos cambios y realizar posteriormente una propuesta innovadora que no se base en los modelos antiguos de concepción de la sociedad sino que mire hacia el futuro y sea parte de la construcción de una sociedad cuyos valores sean la sustentabilidad, la ecología y la funcionalidad de las prendas.

Además luego de realizar el presente capítulo se puede concluir que en la Argentina falta desarrollo en esta área por lo que será un aporte poder brindar un marco teórico a una propuesta que aplique Biomimética.

En el próximo capítulo se explicará acerca de la Nanotecnología y como gracias a ella se puede aplicar Biomimética en los diseños.

Capítulo 2. Impacto de la nanotecnología en la industria textil.

Para llevar a cabo prendas biomiméticas es necesario que en el presente capítulo se ahonde sobre el concepto de Nanotecnología. En primer lugar se definirá su significado y surgimiento del término para en una segunda instancia realizar un enfoque de su relación con los textiles y dejar asentados ejemplos que aporten a la realización de la colección de indumentaria del proyecto. Luego se mencionarán los efectos negativos y el mal uso de la Nanotecnología y de qué forma esto puede afectar si se aplica la misma de forma irresponsable. Para concluir, se describirá el desarrollo de la Nanotecnología en Argentina, la gran oportunidad que ésta representa para el país, desde cuándo comenzó a implementarse esta disciplina, sus problemáticas y hechos importantes para el avance de la misma. Se mencionarán también las empresas argentinas las cuales se dedican a la implementación de nanopartículas en la industria textil y los efectos de la Nanotecnología en lo que al medio ambiente y salud respecta.

2.1 Introducción a la Nanotecnología.

Según Shelley (2006) epistemológicamente, el término Nanotecnología proviene del latín *nanus*, prefijo que significa diminuto y en el vocablo tecnología se presentan las raíces *techne*, arte creado por el hombre, como idea opuesta a lo creado por la naturaleza y logos, palabra, lenguaje, tratado, la cual se deriva de *legein*, hablar, decir, leer. Por lo tanto, Nanotecnología significa literalmente tratado del dominio del arte de las cosas muy pequeñas creadas por el hombre. Puede definirse como la ingeniería de la materia a escalas de menos de 100 nanómetros con el fin de obtener propiedades y funciones dependientes del tamaño.

Científicamente, es una unidad de medida y equivale a una milmillonésima parte, un nanómetro es la mil millonésima parte de un metro. Un átomo mide menos de un nanómetro pero una molécula puede ser mayor y se establece como límite superior 100 nanómetros ya que bajo esta medida se observan propiedades especiales que se rigen bajo las leyes de la mecánica cuántica. La Nanotecnología no debe ser confundida con el término Nanociencia ya que ésta no implica una aplicación práctica pero sí el estudio científico de las propiedades del mundo nanométrico. Se dedica a estudiar diseñar, crear, sintetizar, manipular y aplicar materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nano escala con propiedades únicas. Cuando se manipula la materia a una escala tan minúscula de átomos y moléculas, demuestra fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Según las técnicas de aplicación se divide la nanotecnología en dos clases: *Top-Down* la cual trata de diseñar y miniaturizar el tamaño de estructuras para obtener a sistemas funcionales a nanoescala. Ha sido el método más frecuente hasta la actualidad, específicamente en el ámbito de la electrónica donde predomina la miniaturización. *Bottom up* (Nanotecnología molecular) la cual se centra en la construcción de estructuras y objetos a partir de sus componentes atómicos y moleculares mediante un proceso de autoensamblado. Es el enfoque principal de la Nanotecnología ya que permite que la materia pueda controlarse de forma exacta. Por otra parte la Nanotecnología se puede clasificar según el medio en la cual se aplique. De esta forma se divide en húmeda y seca. La Nanotecnología húmeda se dedica al desarrollo de sistemas carentes de un medio acuoso, tales como sistemas biológicos para la manipulación de material genético, membranas, enzimas y componentes celulares. La Nanotecnología seca se dirige principalmente al campo de la electrónica y a todos aquellos elementos cuya funcionalidad se vea directamente alterada por la exposición a un medio húmedo, como por ejemplo el magnetismo, dispositivos ópticos y desarrollo de materiales inorgánicos.

Nanotecnologia.cl (s/f) establece que en cuanto al surgimiento del término, Richard Feynman, ganador del premio Nobel de Física en el año 1965, fue el primero en hacer referencia a las posibilidades de la Nanociencia y la Nanotecnología en un discurso el cual brindó en el Instituto Tecnológico de California el 29 de diciembre de 1959 titulado *En el fondo hay espacio de sobra*. Eric Drexler, creador del *Foresight Institute* y autor de libros como *Máquinas de la Creación*, fue quien predijo que la Nanotecnología podría utilizarse para solucionar muchos de los problemas de la humanidad, pero también podría generar armas muy poderosas. Muchas de sus predicciones iniciales no se cumplieron, y sus ideas parecen exageradas según la opinión de otros expertos. A principios de la década de los cincuenta, Rosalind Franklin, James Dewey Watson y Francis Crick propusieron que el ADN era la molécula principal que jugaba un papel clave en la regulación de todos los procesos del organismo y a partir de esto se tomó la importancia de las moléculas como determinantes en los procesos vitales.

Shelley (2006) indica que en Nanotecnología intervienen casi todas las disciplinas de las ciencias naturales, incluyendo la medicina y la ingeniería. En Nanociencia y tecnología desaparecen las fronteras entre la física, la química y la biología, esto produce que pueda apreciarse a las ciencias naturales desde otro punto de vista. Representa el proceso del nacimiento de una nueva era en la que se utilizan todas sus posibilidades de aplicación. La nanotecnología promete soluciones vanguardistas y eficientes para los problemas ambientales, su propósito es crear nuevas estructuras y productos que tendrían un gran impacto en varios campos. La Nanomedicina es una de las áreas en la cual más puede contribuir al avance sostenible de países subdesarrollados. Hay grandes expectativas en las áreas de prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Por ejemplo, podrán colocarse sondas nanoscópicas para medir el estado de salud del organismo las veinticuatro

horas del día, se desarrollarán nuevas herramientas para luchar contra las enfermedades hereditarias mediante el análisis genético y se podrán crear indicadores que detecten y destruyan, células cancerígenas. A nivel industrial la Nanotecnología supondrá numerosos avances para muchas industrias y nuevos materiales con propiedades extraordinarias tales como el desarrollo de materiales más fuertes que el acero pero con solamente el diez por ciento de su peso. Los avances en estos campos tendrán repercusión en una amplia gama de industrias como la industria de los cosméticos, la industria farmacéutica, la industria de los electrodomésticos, la industria higiénica, el sector de la construcción, el sector de las comunicaciones, la industria de seguridad y defensa y la industria de la exploración espacial. El medio ambiente también se beneficiará, en tanto que la producción de energía será más económica y limpia y se utilizarán materiales más ecológicos.

Serrano (2010) afirma que hoy en día el avance tecnológico ha evolucionado de tal forma que lo que en el pasado podía ser considerado imposible, ya está sucediendo de forma acelerada en numerosas aplicaciones y beneficios para los diferentes usuarios amantes de la tecnología futurista. Algunos países en vías de desarrollo ya destinan importantes recursos a la investigación en nanotecnología tales como Estados Unidos, Japón, Canadá, China y la Unión Europea. La nanotecnología ya forma parte de la vida de las personas y posee la capacidad de cambiar y mejorar prácticamente cualquier producto realizado por humanos. Por ejemplo, en Chile, Daewoo *Electronics* ya lanzó al mercado, heladeras y lavarropas que incorporan la tecnología *nanosylver*. Ésta se trata de partículas de plata, que no permiten la aparición de hongos en la ropa ni en los alimentos.

Según Shelley (2006) la humanidad puede encontrarse ante dilemas complicados, importantes avances tecnológicos que pueden afectar impactos ambientales o alteraciones

de poder político y militar. Ciertos avances nanotecnológicos pueden ser de tal importancia que las empresas y los gobiernos que tengan su control pueden aumentar su poder.

Lograr conocer, manipular y controlar la materia a escala nanométrica posibilitará innumerables logros en la mayoría de las áreas científicas, económicas y sociales que darán como resultado un verdadero impacto en el futuro de la sociedad y del ser humano.

2.2 Nanotecnología y textiles inteligentes.

La indumentaria ya no solo cumple fines estéticos o de abrigo y está comenzando a observarse desde otra perspectiva. Puede resultar útil como una herramienta funcional disponible para resolver inconvenientes de la vida cotidiana. La Nanotecnología también interviene en esas cuestiones ya que podría utilizarse para modificar propiedades textiles de acuerdo a las necesidades del usuario.

Cedepap (2010) afirma que en un futuro se podrá reemplazar un gran número de prendas sólo con un par de estos equipos con propiedades más allá de una simple vestimenta con fines estéticos

Las marcas que utilizan la tecnología *nano* en la confección de sus prendas se encuentran en auge fusionando la estética con la de la funcionalidad de las mismas.

Según Descubre Nanotecnología (2013) la sociedad cada vez se encuentra más preocupada y consciente de la limitación de los recursos naturales y del daño que sufre el medio ambiente día a día. Es también por este motivo que los diseñadores no solo se enfocan en diseñar piezas innovadoras y de calidad sino también se encuentran preocupados por cuestiones tales como el reciclaje, la economía, el ahorro de recursos y la tecnología que involucra al diseño.

Marino (2004) indica que los compradores exigen permanentemente novedades, el aumento de la presencia de las marcas y el acortamiento de los ciclos de vida de los productos han provocado que la moda deje de estar acotada a las tendencias en contraposición a una situación de estabilidad en la tecnología utilizada en los materiales disponibles. Se han creado productos muy segmentados, nuevas materialidades, detalles determinados por las tendencias vigentes y las necesidades de nichos como por ejemplo deportes de alto rendimiento, protección, etc. El sistema de producción masiva personalizada no implica productos a medida sino a partir de un minucioso análisis sobre aquellos aspectos que el consumidor determina como importantes que logren generar diferenciación del resto de los consumidores.

La innovación textil en la primera mitad del siglo 20 tuvo su base en la química como por ejemplo en nuevas tinturas, terminaciones en tejidos y desarrollo de nuevas fibras. En la segunda mitad pudo observarse un gran avance en la maquinaria debido al avance de la ingeniería y electrónica. Actualmente las modificaciones en el rubro se encuentran enfocadas en la física y mecánica de las fibras. Más allá de la importancia que una prenda brinde confort y estética resulta primordial la contribución a la calidad de vida que puede lograrse a través de nuevas funciones vinculadas al cuidado de la salud, la medicina, la protección, la seguridad y el cuidado del medio ambiente. La evolución de las necesidades de los usuarios y el aumento de su exigencia relacionado con los textiles puede dividirse en etapas. A mediados de los años 90' el confort que producían las prendas resultaba una de las mayores preocupaciones. Llegando al año 2000, los usuarios comenzaron a darle importancia a otros aspectos tales como la ecología y actualmente la salud y la versatilidad del material son las cuestiones que más interesan.

Contreras Morales (2012) establece que en algunos casos la nanotecnología resulta inspirada en la naturaleza. Las hojas de ciertas plantas tales como el loto y las alas de insectos logran mantenerse limpias ya que el polvo no puede adherirse a su superficie, incluso la suciedad es arrastrada por las gotas de agua. La superficie de las hojas de loto se observan lisas a simple vista pero con la utilización de un microscopio de electrones pueden distinguirse diminutos cristales de cera los cuales logran provocar que el agua resbale. Gracias a este descubrimiento se han creado aerosoles de efecto loto que se utilizan en prendas de vestir, en calzado y la confección de trajes de esquí. La Fundación Tecnológica Tecnalía desarrolla procesos industriales para el reciclaje de metales críticos como el cobalto, los lantánidos, el níquel y el litio. Éste se genera a partir de residuos de baterías, lo que genera como resultado la eficiencia del proceso, la reducción de energía y la pureza de los metales obtenidos. Las baterías se encuentran presentes en productos de uso cotidiano tales como teléfonos móviles, reproductores multimedia portátiles, etc.

A mediados del siglo 20, los principales avances tecnológicos en la producción de textiles se basaban en la utilización de materiales naturales tales como el algodón, la lana y el lino. Más recientemente se desarrollaron fibras poliméricas sintéticas, como por ejemplo la Lycra, un compuesto urea-poliuretano segmentado que posee propiedades elásticas, y el Nylon. En cuanto a materiales resistentes empleados para protección personal, existe el Kevlar, nombre comercial del poliparafenileno tereftalamida, usado en chalecos antibalas. (Correa, 2009.)

En la actualidad el sector textil se encuentra en una nueva etapa donde resulta modificada por tejidos innovadores denominados inteligentes. Aunque se encuentran en desarrollo, evolucionan rápidamente. Esta clase de textiles son capaces de modificar su naturaleza respondiendo a estímulos extremos, físicos o químicas brindando ciertas características las cuales se explicarán en este subcapítulo.

Cedepap (2010) establece que existe una clasificación de este tipo de insumos textiles: el tejido inteligente pasivo es aquel que provee por ejemplo aislamiento en condiciones climáticas extremas, pero lo proporciona igualmente en un ambiente cálido como en uno frío. Un tejido inteligente activo es por ejemplo un abrigo cuya tela permite la respiración de la piel pero no traspasa la humedad de la lluvia y un tejido realmente inteligente sería aquél que adapte su funcionalidad a las condiciones requeridas. Es en esta área específica donde se investigan nuevos conceptos.

Al aplicar la Nanotecnología en el campo de los textiles ha llevado al desarrollo de nanofibras, nanocompositos, nanopolímeros, nanohilos, nanotubos, nanocolorantes, nanoaditivos para antioxono, antiluz, etc.. Esto ha dado como resultado una mejora en las propiedades de los materiales. De hecho, fueron las industrias textiles a través de las fibras las primeras en aplicar con éxito estos avances, dando a los consumidores prendas avanzadas en el vestido, calzado o accesorios que cuentan con sensores microelectrónicos que combinan con la elegancia o simplemente la moda. Esto muestra una aplicación de la nanotecnología para dar confort al ser humano. Áreas tales como: fibras, hilatura, tejidos, acabados e incluso en el análisis y control de la producción industrial se han visto impactadas a distintos niveles. (Serrano, 2010.)

Ambrojo (2004) afirma que la multinacional española Dogi *Internacional Fabrics* elabora tejidos aplicables a la lencería y a los trajes de baño para hacerlos más confortables. El proceso se caracteriza por la integración de ingredientes tales como cremas y aceites con propiedades cosméticas, farmacéuticas o médicas. Lo que se busca resaltar es la durabilidad de las propiedades, las cuales no desaparecen aún después de cien lavados. Sus acabados permiten la creación de propiedades multifuncionales, tales como la resistencia ultravioleta, repelencia a líquidos, propiedad anti-arrugas, anti-bacterianas y la autolimpieza con disposiciones mecánicas basadas en la autolimpieza de la naturaleza.

Granada Hoy (2009) establece que ya se comercializa un traje de baño capaz de secarse en diez minutos llamado *drykini*. Este cuenta con un sistema de ventilación

interna que permite secarse de forma prácticamente instantánea. Además consigue elevar el pecho hasta que éste recupera su equilibrio natural y el tejido es más transpirable y permeable al agua. En una época, las telas impermeables o los *jeans*, prendas imprescindibles de uso cotidiano también resultaron tan innovadoras como hoy pueden resultar los tejidos inteligentes.

Calderón (2013) indica que las marcas Dockers, Nike y Ralph Lauren aplican la nanotecnología, aplicando la autolimpieza en sus prendas inducida por recubrimientos. Puede observarse al famoso golfista Tiger Woods utilizando ropa nanotecnológica en sus juegos y la indumentaria Nike que viste jamás se ensucia evitando cualquier tipo de mancha, además de la transpiración. Por el momento estas prendas resultan costosas para el bolsillo promedio. A partir de la creación de una solución acuosa denominada percenta *nano*, el cual puede utilizarse en cueros y otro tipo de textiles permite la impermeabilización de los tejidos de grasas y líquidos .El producto forma una fina película transparente alrededor de las fibras del material y mediante este revestimiento cada fibra estará rodeada por una capa antiadherente. La suciedad seca no puede pegarse a la superficie y la suciedad en forma líquida no será adsorbida por el tejido sin causar alergias en la piel ni alteraciones en los textiles. En los Juegos Olímpicos del año 2006 la empresa inglesa D3o *Lab* creó trajes livianos que lograron la protección de golpes de los esquiadores que podían causarse a partir de las rozaduras con los banderines por los que debían circular constantemente debiendo disminuir su velocidad. El proceso consiste en la concentración de moléculas en el punto del impacto absorbiendo la fuerza y volviendo rápidamente a su forma inicial sin romperse al cabo del tiempo. También se crearon zapatillas livianas para *skaters*, cascos livianos para proteger a los esquiadores y actualmente se están creando buzos de arqueros,

guantes y canilleras con protección ultraliviana los cuales se lanzarán en el próximo Mundial Brasil 2014.

La Nanotecnología ha sido utilizada con el fin de desarrollar uniformes y materiales capaces de generar protección a los soldados, detectando balas y agentes químicos. A partir de un textil tejido con distintas capacidades en una única prenda con sensores que pueden transformarse de una prenda de vestir flexible en una estructura rígida. Deben ser útiles para detectar la sangre de un soldado en el campo de batalla, un bombero o policía herido que no se encuentre en condiciones de pedir auxilio. La indumentaria que utilice logrará la resolución de este problema a partir de la detección de sangre o de presión arterial transfiriendo esta información a un centro de atención. Además a través de métodos basados en campos magnéticos y eléctricos con los que se logra tener un control preciso de la posición de las nanopartículas funcionales dentro y fuera de las fibras poliméricas para la creación de los nuevos materiales nanocompuestos se logra que los uniformes eviten ser detectados por sensores.

Los textiles técnicos se caracterizan por tener un alto rendimiento y una funcionalidad especial cuyo fin resulta más complejo que brindar confort al usuario. Son utilizados también para la prevención de enfermedades, el olor del sudor y la suciedad que pueden generar alergias o erupciones en la piel. Para lograr esto es necesaria la implementación de fibras funcionalizadas que combatan a las bacterias que provocan el mal olor.

Según Ingenieros.es (2012) se posibilitó la creación de ropa sanitaria antibacterial implementando un tratamiento con enzimas complementado con la deposición de nanopartículas de óxido de zinc y biopolímeros mediante ultrasonidos. Esto ha permitido conseguir un aumento notable del efecto antimicrobiano de los tejidos aún luego de setenta

ciclos de lavado logrando la prevención de infecciones intrahospitalarias. Serrano (2010) establece que se estima que la nanotecnología tendrá un importante impacto en la protección y el cuidado de la salud utilizándola para el desarrollo de prendas funcionales para la ayuda o solución de problemas médicos. Se han creado prendas que logran la protección de rayos ultravioletas los cuales son una causa importante del cáncer de piel, las quemaduras solares, el fotoenvejecimiento y la disminución del sistema inmunológico. Un paciente diabético podrá controlar sus niveles de glucemia a través de pequeños dispositivos incrustados en las fibras de los textiles los cuales brindarán información acerca de la concentración de azúcar en sangre.

Cedepap (2010) afirma que en Victoria, Australia; una fábrica de textiles ya ofrece un tejido compuesto por 95% de lana merino y 5% de Lycra. Los científicos de las industrias CSIRO han creado esta tela especial que protege el cuerpo de heridas especialmente en pacientes postrados o que deben hacer reposo por mucho tiempo. A raíz de la mala circulación sanguínea las capas de la piel se debilitan y el hecho de permanecer inmobilizados por mucho tiempo provoca que la piel se lastime. El tejido es suave y liviano, gracias a su composición permite mantener la temperatura corporal en invierno y la fresca en verano. La estructura del tejido puede estirarse en un 100% provocando que logre adaptarse a la formas del cuerpo, evitando producir fricción en las zonas de codos, rodillas y muñecas que pueda causarle daño a la piel. También está químicamente tratada para no perder calidad tras los lavados. CSIRO realizó una experimentación en pacientes los cuales utilizaron este tejido inteligente durante cinco días. La vestimenta no acumuló humedad ni marcó la piel. Una de sus metas a futuro es la incorporación de sensores electrónicos vinculados a elementos telemétricos que puedan monitorear la función cardiovascular.

En el sector tecnológico, los avances se relacionan con la protección térmica y protección de antigraedad. Ejemplo de esto resultan las camisas compuestas por nanotubos con propiedades más resistentes que el acero y más elásticas que la poliamida mediante el empleo de nanofibras en la hilatura. Su alto costo de 400 dólares el gramo, evita que tejer una camisa con nanotubos sea viable industrialmente. De todas formas, empresas tales como *Nanoledge* logran contar con carretes de nanotubos, los cuales son considerados como la fibra más resistente creada hasta el momento. Otro de los avances textiles técnicos ha utilizado la tinta de los nanotubos que se convierte en tejidos normales para baterías portátiles. También pueden incorporarse fibras conductoras para crear vestidos electrónicos con sensores y chips integrados o generar electricidad a través de la temperatura corporal.

Calderón (2013) establece que la nanotecnología tiene un futuro prometedor en la industria textil. El desarrollo de las fibras ultra finas, acabados funcionales y de textiles inteligentes tienen infinitas posibilidades de aplicación tales la optimización de membranas para laminados impermeables utilizados para ropa de protección, la obtención de membranas antiestáticas para protección frente al mal tiempo y a las descargas electrostáticas, etc. Los desarrollos textiles utilizan la nanotecnología basada en nuevos materiales avanzados sin dejar de lado los materiales tradicionales con modificaciones moleculares innovadoras y criterios de sustentabilidad, como la nanolana.

2.3 La contracara de la nanotecnología.

Si bien podemos observar muchísimos beneficios a partir de la aplicación de la nanotecnología en diversas áreas es importante no perder de vista sus efectos adversos, los cuales pueden ser muy peligrosos si no se la utiliza de forma responsable.

Quintilli (2012) afirma que comúnmente las nuevas tecnologías se aplican sin investigar sus consecuencias ambientales nocivas a largo y corto plazo y la Nanotecnología no se encuentra exenta de esto. La materia manipulada a escala *nano*, aún en mínimas cantidades, sigue siendo pequeña para penetrar en la piel. Dependiendo del medio (agua, aire, suelo) y las condiciones climáticas donde actúen, esas partículas podrían tener infinidad de reacciones.

La interacción del ser humano y el medio ambiente con las nanopartículas resultan un tema de estudio y preocupación. Por este motivo es recomendable tener en cuenta todas las fases pertinentes al ciclo de vida de un producto nanotecnológico para de ésta forma evitar cualquier consecuencia nociva en la salud y el ecosistema. Por eso resulta necesario el aumento de investigaciones sobre los posibles efectos de la Nanotecnología para determinar las sustancias que podrían ser nocivas para el medio ambiente. La nanotecnología además, puede reducir enormemente los costos de producción de un gran número de productos, lo que podría producir sobreproducción, con el impacto en la economía de los países productores y en el medio ambiente.

El intento por parte de la administración de controlar éstos y otros riesgos podría llevar a la aprobación de una normativa excesivamente rígida que, a su vez, crease una demanda para un mercado negro que sería tan peligroso como imparable porque sería muy fácil traficar con productos pequeños y peligrosos como las nanofibras.

Ribeiro (2005) indica que si bien existe poca información disponible sobre el comportamiento de las nanopartículas en el cuerpo, a excepción de las partículas que llegan a los pulmones. Al evaluar las consecuencias de las nanopartículas en la salud, deberían contemplarse la edad, problemas respiratorios y el impacto de otros contaminantes que pudiesen influir sobre

los efectos de la salud. Al inhalar las nanopartículas pueden depositarse en los pulmones y desplazarse hasta otros órganos como el cerebro, el hígado y el bazo provocando inflamaciones pulmonares y problemas cardiacos. También es posible que en el caso de mujeres embarazadas pudiesen llegar al feto. También se las utiliza como vehículo para que los fármacos lleguen en mayor cantidad a las celular para disminuir los efectos secundarios en otros órganos. El problema es que en ocasiones no es fácil diferenciar la toxicidad del fármaco o la toxicidad de la nanopartículas.

Uno de los riesgos de la fabricación molecular es el posible desequilibrio de la estructura económica actual, con una posible reducción masiva en el valor de muchos recursos materiales y humanos, incluyendo una gran parte de nuestra infraestructura actual. Si ciertos aparatos, con mucha mayor fuerza y potencia y mucho menos tamaño, llegan a las manos de criminales y terroristas, éstos podrían hacer mucho daño a la sociedad. Hay el riesgo de que nuevos sistemas de seguridad y defensa contra este tipo de aparatos no se desarrollen a tiempo para ser instalados de forma inmediata o comprensiva. La fabricación molecular permitirá la creación de súper-ordenadores muy pequeños y económicos, que en teoría podrían lanzar un programa de vigilancia permanente sobre todo el mundo. Sería fácil la fabricación masiva y barata de este tipo de aparatos de vigilancia. Al tener la capacidad de fabricar billones de aparatos, cada uno con millones de partes, por un coste de unos pocos dólares, se podría aplicar a todo el mundo cualquier tecnología automatizada aplicable a una persona. La mayoría de las sociedades prefieren prohibir ciertos productos: se prohíben los fusiles en el Reino Unido, la sandía sin pepitas en Irán, los objetos sexuales en Texas, ciertas drogas como la marihuana en Estados Unidos y el alcohol en las sociedades islámicas. Aunque muchas de estas restricciones se basan en principios morales no compartidos por la mayoría de la población mundial, el hecho de que existan indica la sensibilidad de las sociedades, o al menos sus gobernantes, hacia productos no deseados. La capacidad de fabricar productos ilegales utilizando fábricas personales podría desequilibrar la sociedad y dar entrada a una normativa excesivamente rígida sobre la tecnología. Nuevas estilos de vida hechos posibles por las nanotecnología también podrían causar desequilibrios sociales y problemas de salud. La disponibilidad no controlada de nanotecnología molecular podría derivar de una regulación excesiva o deficiente. La regulación deficiente haría que fuese fácil el acceso y el uso de una nano fábrica. La regulación excesiva crearía una demanda frustrada por productos desarrollados a través de la Nanotecnología; una demanda que, si se hiciese lo suficientemente fuerte, financiaría el espionaje, el desarrollo independiente y, al final, el desarrollo de un mercado negro más allá de los controles de las autoridades centralizadas.

(Euroresidentes, 2013)

2.4 Desarrollo de la nanotecnología en Argentina.

En la Argentina este camino se inició en el año 2003, cuando unos pocos grupos de investigación se encuadraban en la Nanotecnología. La entonces denominada Secretaría de Ciencia y Tecnología convocó a la creación de Redes en Nanociencias y Nanotecnologías por considerarlas áreas de vacancias. Desde el 2007 al 2011 se financiaron cuatro redes en temas que iban desde los materiales nanoestructurados hasta sistemas microelectromecánicos. Sin duda se creó entonces la masa crítica de esta actividad en la Argentina. Posteriormente se creó el Centro Argentino Brasileiro de Nanotecnología que con la realización de múltiples talleres y escuelas vinculó el accionar de ambos países en el tema. Esta evolución continuada fue sin duda una oportunidad para la Argentina industrial. El gobierno, a través de la SECyT primero, y del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva después, definió en el 2005 a la Nanotecnología junto con las TICs y la biotecnología como las tres áreas estratégicas del país. Esta definición fue acompañada por fuertes inversiones en el año 2010 de cerca de 20 millones de dólares en plataformas nanotecnológicas que impulsaron la conformación de consorcios universidad-empresa y que cubrieron áreas temáticas muy amplias, como Plataforma para la producción de tecnología electrónica de alta complejidad, Plataforma tecnológica de circuitos integrados y encapsulados para iluminación más eficiente y Plataforma de nanosensores y bio-nano insumos para diagnóstico POC, punto de cuidado de enfermedades infecciosas. Por último y cubriendo un aspecto crítico como es el de la inversión de riesgo y la divulgación de la nanotecnología en la industria y la sociedad en su conjunto, se creó la Fundación Argentina de Nanotecnología. Ésta apunta al aumento de la competitividad de las empresas argentinas a través de difusión y creación de valor a partir de la micro y nanotecnología. Las actividades de la FAN incluyen: Encuentros Nanotecnología para la Industria y la Sociedad en distintas comunidades empresarias del país, la realización del programa nanotecnólogos por un día donde estudiantes secundarios comparten un día con los mejores investigadores y en los más modernos laboratorios de la Argentina, la edición y distribución de la publicación *Quién es Quién en Nanotecnología en Argentina*, donde científicos, tecnólogos y empresarios encuentran una oportunidad de expresar sus propias experiencias y su visión de un inmenso pequeño mundo. (Lupi, 2013)

Quintilli (2012) establece que Argentina es el octavo país del mundo en términos de superficie y uno de los principales territorios con tierras de excelencia para la producción agrícola y ganadera que representa uno de los pilares de la actividad económica. Por este motivo, podrían concentrarse en investigaciones y desarrollo recurriendo a aplicaciones de Nanotecnología en alimentos, por ejemplo en envases inteligentes, que agreguen valor a los comestibles o nanotecnologías para aumentar la producción y disminuir el impacto ambiental causado por los desechos tóxicos entre muchas otras posibilidades.

Si Argentina evita pasar por alto a la Nanotecnología, será una gran oportunidad para colocar al país un paso más cerca al nivel científico-tecnológico en los que se encuentran países del primer mundo y no de realizar las investigaciones necesarias quedará relegada de esta nueva revolución científica del siglo 21.

Miró (Comunicación personal, 20 de febrero de 2014) afirma que poco a poco se encuentran aumentando las personas interesadas en desarrollar productos y se reciben muchas consultas de empresas y particulares que buscan comenzar sus propios emprendimientos y desarrollar sus propios proyectos. El problema es que escasean los profesionales con conocimiento en Nanotecnología, por lo que no se cuenta con el tiempo necesario para realizar todos los proyectos. A mediados del año 2013 el INTI recibió un equipo denominado *Electro Spinning* dedicado a producir nanofibras. Desde entonces, puede trabajarse con las mismas y analizar sus diferentes aplicaciones.

El plan consiste en interiorizarse en textiles medicinales y a medida que se vaya recibiendo el equipamiento necesario, el espectro de posibilidades de aplicación irá ampliándose. No es sencillo obtener los insumos o el equipamiento demora tiempo en llegar, pero durante estos últimos años, hubo mucha inversión económica del Estado en el desarrollo de la Nanotecnología. También pueden realizarse algunos proyectos en conjunto con otros países financiado por ministerios de ambas partes, lo que resulta ventajoso. En el país hay algunas empresas las cuales aplican nanopartículas de metal, como plata o cobre, en fibras o en tejidos, para generar propiedades antimicrobianas. Esos productos existen en la Argentina y se están comercializando actualmente. Por ejemplo la empresa Mafissa, la cual es productora de poliéster, incorporó nanopartículas de cobre en las fibras de guantes y medias

con resultados satisfactorios. La empresa Nanotec también incorpora nanopartículas a sustratos textiles y la empresa Indarra comercializa textiles inteligentes.

2.5 Conclusiones Parciales del capítulo

Como conclusión de éste capítulo puede establecerse que gracias a la implementación de la Nanotecnología muchas industrias de diferentes sectores serán beneficiadas ya que ésta provocará cambios favorecedores en las mismas. Resulta importante para el medio ambiente ya que la producción de energía será más económica, limpia y utilizará materiales que provoquen menos efectos contaminantes, lo que representa mucha importancia para quienes se preocupen por esta problemática que tarde o temprano terminará por afectar a la sociedad entera. Pudo observarse que la funcionalidad de la indumentaria, se encuentra mutando ya que está ha comenzando a observarse desde una perspectiva más compleja aportando soluciones a inconvenientes de la vida diaria y adecuándose a satisfacer necesidades específicas. Gracias a los tejidos inteligentes puede apreciarse la modificación de los mismos a partir de estímulos externos, pero al mismo tiempo, la Nanotecnología puede ser considerada como un arma de doble filo si no se la utiliza con los fines correctos. Ésta queda sujeta a las buenas intenciones y buen trabajo de quienes intervengan en esta área ya que pueden llegar a causar importantes daños en la salud. Resulta importante que Argentina pueda explotar todos los beneficios que provoca la implementación de la Nanotecnología ya que esto puede ser muy provechoso para el crecimiento del país, pero para lograrlo se necesita que más cantidad de profesionales intervengan en éste área para que la evolución se produzca de forma más acelerada.

Capítulo 3: El color.

Este capítulo ahondará en diversas áreas en lo que a color respecta. Primeramente se mencionarán algunos términos y definiciones pertinentes para facilitar la comprensión de terminología relacionada al color. Luego se mencionarán elementos con relación a la psicología del color y como ésta influye en la conducta y percepción de los individuos y al finalizar se realizará un breve recorrido histórico mencionando a los principales compositores de teorías que definieron al color. Además se profundizará en Biomimética, temática desarrollada en el primer capítulo y la importancia del color en la misma. Para concluir se tratarán los colorantes en textiles convencionales y textiles inteligentes y la clasificación de los mismos.

3.1 Aspectos generales del color.

Según Vierma Muro (2008) El color tiene un gran valor expresivo por lo cual va a representar un medio de expresión y conductor de sensaciones. La capacidad humana de percibir y apreciar el color y sus fenómenos, lo convierten en una característica universal y común a la gran mayoría de los seres humanos. A partir de ciertos factores y condiciones es posible la visualización del mundo por parte de los individuos. La percepción del color es un fenómeno visual que surge a partir de la luz y la sinestesia entre objeto y sujeto en la cual participan tres elementos. El factor físico produce ondas electromagnéticas que permiten ser captadas por el ojo, el factor biológico involucra los órganos de la visión quienes transforman las ondas electromagnéticas en información. Ésta es procesada por el cerebro que produce una respuesta que comprende el factor neuropsicológico. El color es una impresión visual que

posee quien lo contempla. Esto puede generarse gracias a la luz ya que la materia puede observarse y apreciar su color debido a que ésta emite o refleja luz.

El ojo humano es capaz de percibir cerca de un millón de colores dependiendo del observador y las condiciones del entorno.

Proyecta Color (2013) establece que la teoría del color puede definirse como un conjunto de reglas básicas en la mezcla de percepción de colores combinando colores de luz o colores reflejados en pigmentos. Es importante saber que la suma de la combinación de colores de luz genera el blanco y la suma de combinación de colores reflejados por pigmentos y colorantes forman el negro. Los colores primarios son aquellos que no pueden obtenerse a partir de la mezcla de ningún otro color y debido a esto son considerados absolutos. Al mezclar estos entre sí, generan los colores secundarios y al combinar los últimos se generan colores terciarios y cuaternarios. Al mezclar pigmentos de forma tal que se absorban todas las longitudes de onda, conformarán el negro. A los colores primarios de este modelo se los denomina colores sustractivos. En relación a esto, pueden observarse dos teorías. El modelo de color *RYB*, rojo, amarillo y azul y el modelo de color *CMY* cian, magenta y amarillo que luego se modifica a *CMYK* cian, magenta, amarillo y negro. Los colores primarios aditivos surgen a partir de la combinación de fuentes de luz. Estos comprenden el modelo de color *RGB*, rojo, verde y azul.

El círculo cromático es un sistema creado a partir del espectro cromático visible donde se juntan ambos extremos del espectro azul-violeta y rojo-naranja por medio del rojo-magenta a manera de transición que permite la continuidad del círculo. Sirve para demostrar la transición entre los colores básicos y en ningún color mixto de este círculo participan más de dos colores primarios (Vierma Muro, 2008)

Vierma Muro (2008) establece que los colores complementarios son aquellos que se ubican en oposición en el círculo cromático. De esta forma, se generan en pares que se complementan entre sí, por ejemplo el amarillo y el azul-violeta. Son aquellos colores que se neutralizan mutuamente en incoloro (blanco en la síntesis aditiva y negro en la sustractiva) y se neutralizan entre sí. En cada par un color es complementario de otro porque posee el tercio que al otro le falta y viceversa.

Cada sustancia posee un color sólido determinado que puede ser transparente u opaco. Esto se genera al incidir luz blanca sobre una superficie la cual absorbe una parte y remite otra parte de luz. Al estar expuestos a ésta, los colores sólidos deben poseer propiedades de consistencia y su aspecto será resistente en mayor o menos medida a la luz en función de esas propiedades.

Proyecta Color (2013) indica que los colores son parte de la energía que se transmite por ondas electromagnéticas, por ende poseen cierta temperatura. La energía es absorbida y remitida y en la medida en que ésta energía queda repartida entre ambas partes, puede definirse una temperatura determinada. Además, en aspectos generales se le puede asignar a la sensación que produce un color o grupo de colores, una temperatura. De ésta forma los colores fríos ocuparían las longitudes de onda más cortas y los colores cálidos las más largas.

Resulta necesario mencionar ciertas propiedades y características del color para lograr una mejor comprensión:

Domínguez Rocha (2010) establece que los pigmentos que componen la materia son los responsables de la capacidad que poseen los objetos para reflejar una determinada emisión de ondas lumínicas. Todos los objetos tienen la propiedad de absorber y reflejar ciertas

radiaciones electromagnéticas y deben su color a los filtros, pigmentos o pinturas, que absorben determinadas longitudes de onda de luz blanca las cuales son reflejadas o transmitidas a las demás. Estas son las que producen la sensación de color, que se conoce como color pigmento.

El tono de un color (también denominado tinte, matiz o croma) se refiere al estado puro del mismo sin añadirle blanco o negro. Dentro de cada tono, pueden observarse una gran cantidad de matices, además permite diferenciar y designar a los distintos colores. La luminosidad describe cuan claro u oscuro puede observarse un color a partir de la cantidad de luz percibida. Al añadir color blanco, la luminosidad aumenta y al agregar negro, disminuye. Los colores más claros, es decir los que tienen un valor más alto, reflejan mayor cantidad de luz y los oscuros absorben mayor cantidad, la luminosidad produce una escala cromática que finaliza en blanco. En el círculo cromático, el color de mayor luminosidad es el amarillo y el violeta el de menor. La saturación se vincula con la intensidad cromática del color, representa la viveza o palidez. Los colores puros están completamente saturados, es decir que poseen el máximo poder de saturación y al producirle cualquier tipo de modificación, disminuye su saturación. Además al contener menor cantidad de gris, más saturado es y al añadirle su color complementario u opuesto en el círculo cromático la saturación disminuye ya que se produce su neutralización. El contraste entre colores surge cuando los colores que conforman una composición no tienen nada en común. Esto puede deberse a varios motivos como por ejemplo el tono, la saturación, la temperatura, entre otros. La armonía de un color se vincula con el equilibrio en la interacción de los colores que compone una composición. Se busca lograr un ajuste cromático para obtener una proporción y correspondencia entre los colores ya que éstos deben ajustarse a un todo unificado. En todas las armonías pueden observarse un color dominante que es el más neutral y de mayor

extensión, un color tónico que es el color complementario del dominante con mayor potencia en color y valor y un color de mediación que funciona a modo de transición entre el color dominante y el tónico.

3.2 Psicología del color.

Bardejo (2012) establece que la psicología del color es un campo de estudio cuya finalidad consiste en el análisis de los efectos del color en la conducta y la percepción.

Según Psicología del color.es (2013) En el último cuarto del siglo 17 y el primer cuarto del siglo 18, Johann Wolfgang von Goethe, escritor y científico, uno de los intelectuales alemanes más influyentes y prestigiosos de su época fue uno de los primeros en relacionar los colores con las sensaciones que éstos producen. En su libro *Teoría de los Colores*, publicado en 1810 refuta la teoría de Newton expresando que el problema no concierne simplemente a la física donde la luz es el principal elemento. Argumenta que la percepción también juega un papel fundamental en la cual se encuentran involucrados el cerebro y los mecanismos del sentido de la vista. En su investigación también trata cuestiones como la significación simbólica de los colores e intenta deducir leyes que rigen la armonía de los colores haciendo foco en el aspecto subjetivo de la visión. Durante siglos, se han planteado numerosas teorías en cuanto a los efectos del color. La diversidad de las mismas demuestra que no pueden aplicarse reglas universales ya que la percepción del color, es un elemento subjetivo que depende de la experiencia individual. Ésta se encuentra determinada por asociaciones inconscientes de estos colores con determinados fenómenos físicos. Goethe consideraba que era importante comprender las reacciones humanas al color, y su investigación marcó el inicio de la psicología del color.

Basada en la teoría de los colores de Goethe, la psicóloga y socióloga alemana Eva Heller estableció un nuevo enfoque que trata la interpretación del color. Su obra *Psicología del color* en donde se aborda la relación de los colores con los sentimientos los cuales no se combinan de forma accidental ya que sus asociaciones no se relacionan con cuestiones de gusto sino con experiencias ligadas al lenguaje, pensamiento, contexto e historial persona de cada individuo a través del tiempo. En su investigación, Heller incluyó el blanco y el negro los cuales son frecuentemente descartados como colores propiamente dichos debido a su importancia cultural además de incluir colores tales como dorado y plateado lo que establece trece colores que influyen en la psicología de las personas.

Según Vierma Muro (2008) el color no puede reducirse a un medio óptico y técnico ya que implica ciertos fenómenos sociales. Cada uno es independiente de otro más allá de que se los pueda colocar en grupos. A partir de lo que el ojo observa, el intelecto busca en la memoria un punto de comparación. Esto remite a códigos aprendidos que el cerebro sintetiza creando una sensación. A partir de la experiencia propia del individuo se registran colores en el subconsciente generando determinadas sensaciones.

Psicología del color.es (2013) afirma que el enfoque de Heller establece que la percepción, apropiación y usos de los colores implica consideraciones instintivas pero también infieren elementos socioculturales ya que la interpretación de los colores en la ropa, en el arte o en los productos dependen del contexto. Según lo explicado, teniendo en cuenta que la percepción del color depende en gran medida de cada individuo en particular y generar una regla específica y detallada de cada color resulta imposible pueden mencionarse en rasgos generales, ciertos elementos los cuales frecuentemente la moda se encarga de vincular a los colores. El color negro suele denotar autoridad y poder. Es muy utilizado gracias al efecto que produce estilizando la silueta a quien lo porta. Genera

distancia y dominación. El color gris simboliza neutralidad, sofisticación y transmite autoridad pero de un modo menos opresivo que el negro. Comúnmente, el color blanco suele asociarse a la pureza, castidad y pulcritud. Lo utiliza la novia para transmitir inocencia y los médicos con el fin de generar esterilidad. El color azul denota tranquilidad, autoridad, confianza y lealtad. Es el color que produce las mayores ventas en el mundo, es utilizado comúnmente por las fuerzas de la ley y es el principal color transmisor de poder. El color marrón comunica credibilidad y estabilidad, es el color de la tierra y la abundancia en la naturaleza. Suele ser mucho más utilizado en indumentaria masculina que femenina. Al igual que éste, el color beige y el canela son colores de tierra relajantes y reductores del estrés que invitan a la comunicación. El color rojo denota calor, peligro, poder, pasión y fortaleza. Se relaciona con la intensidad en cuanto a lo emocional y al utilizarse como color secundario, puede motivar a las personas a tomar decisiones rápidas y a incrementar las expectativas. De la misma forma, el color naranja estimula emociones fuertes y es asociado con la calidez y el otoño, quienes visten este color son percibidos con una fuerte personalidad. El color amarillo inspira un amplio rango de emociones, desde alegría y esperanza hasta precaución, decadencia y celos. Éste es el color más difícil de asimilar para el ojo, por lo que puede saturar si es utilizado en grandes cantidades. El color verde se relaciona con naturaleza, éxito, salud y seguridad, es relajante y refrescante. Contrariamente al amarillo, es el color más fácil de asimilar para el ojo. El verde oscuro suele ser utilizado mayoritariamente por hombres y genera una imagen masculina, conservadora e implica salud. El color púrpura simboliza lealtad, riqueza, poder y sensibilidad. Suele ser asociado con la femineidad por ende no suele ser utilizado por hombres. El color rosa puede inspirar gran variedad de emociones, desde diversión y excitación (rosas fuertes) hasta relajación y falta de energía (rosas pálidos). Al igual que el púrpura, es mayormente utilizado por mujeres y los hombres prefieren utilizarlo con discreción.

3.3 Historia del color.

Fotonostra (s/f) afirma que diversos científicos, filósofos, artistas y físicos se han dedicado a definir el color. Con algunos puntos en común, éstos llegaron a diversas conclusiones que fueron enriquecedoras en posteriores estudios.

Aristóteles estableció una teoría, la cual definía que todos los colores se conformaban con la mezcla de cuatro colores denominados como básicos los cuales eran los tierra, fuego, agua y cielo. Además otorgó un importante rol a la incidencia que la luz y sombra provocaban sobre los mismos. Varios siglos más tarde, Leonardo Da Vinci logró un avance al definir una nueva escala de colores básicos. Ésta estaba conformada por el blanco, considerado como principal ya que permite recibir al resto de los colores, luego el amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego y negro para la oscuridad. Al mezclar estos colores se obtenían todos los demás, aunque luego observó que el color verde también surgía de una mezcla. Isaac Newton fue quien estableció el principio que determina que la luz es color, aceptado hasta la actualidad como válido. Newton observó que al pasar la luz solar a través de un prisma, ésta conformaba un espectro dividido en varios colores. De esta forma logró observar que la luz está conformada por seis colores que al incidir sobre un elemento absorbe algunos de esos colores y reflejan otros. De este modo pudo establecerse que al iluminar un cuerpo opaco, éste refleja todos o parte de los componentes de la luz que reciben. Por ejemplo al observar una superficie roja, en realidad se está observando una superficie que contiene un pigmento que absorbe todas las ondas electromagnéticas que contiene la luz blanca a excepción de la roja que al reflejarse es captada por el ojo humano y decodificada por el cerebro como el color rojo. Johann Wolfgang von Goethe se dedicó a establecer el estudio de las modificaciones psicológicas que provoca en el ser humano el

color. Para esto, desarrolló un triángulo considerándolo un diagrama de la mente humana con tres colores primarios relacionados con ciertas emociones. En el año 1950, Albert Munsell desarrolló un sistema en el cual se ubica a los colores en un espacio tridimensional. Para esto estableció que el color no existe y resulta una parte constitutiva de la luz blanca lo que resulta lógico ya que el ojo no observa objetos sino la luz que se refleja en los mismos. De esta manera pueden percibirse los colores cuando la luz está presente.

Proyecta Color (2013) establece que el círculo cromático, también llamado círculo de los matices, rueda cromática o rueda de color es la forma en que los teóricos y artistas plantearon el estudio racional de las armonías del color. Su objetivo es interrelacionar los colores del espectro y sus derivaciones para así definir sus múltiples transiciones. La teoría de Newton de la división del espectro en colores fue arbitraria ya que en el arcoíris no puede observarse dicha separación, los segmentos son de diferente tamaño y los colores primarios no se distribuyen de forma equidistante alrededor del círculo. El primer círculo de color equidistante fue creado en 1776 por el grabador Moses Harris y contenía 18 tonalidades fundamentales. Luego Johann Wolfgang von Goethe creó uno con los tres colores primarios los cuales estaban conformados por amarillo puro, azul ultramar y púrpura claro con sus complementarios. La teoría del color fue afinada en la escuela alemana Bauhaus en donde Johannes Itten y Paul Klee crearon sus propias geometrías. El círculo cromático mayormente utilizado por los profesionales que trabajan con pintura, tejidos u otro material reflector se basa en los colores primarios, rojo, amarillo y azul. Éstos se combinan también con los secundarios y terciarios, con los que se obtienen 12 colores.

3.4 Biomimética y color.

No pareciese observarse una brecha tan ancha entre algunos procesos pertinentes a la naturaleza y la tecnología.

Según Base Biomimética (2008) En las últimas décadas se han comenzado a desarrollar tecnologías *e-paper* en dispositivos electrónicos que reflejan y aprovechan la luz ambiente disponible para crear múltiples colores, contrastes y difusiones para comunicar texto e imagen. Puede observarse cierta analogía entre la tecnología y el proceso que poseen algunos animales tales como el pulpo o el camaleón, los cuales poseen ciertas habilidades desarrolladas para modificar su color con el fin de camuflarse. Ambos utilizan pigmentos los cuales se compactan o extienden dando como resultado la modificación del color. Los animales utilizan la fibra muscular para producir dicho proceso en cambio la tecnología hace uso de un campo eléctrico para lograrlo. En la utilización de la luz, los organismos biológicos resultan más eficientes que los dispositivos electrónicos. La piel de los animales refleja la luz para lograr un efecto de color brillante o absorbe la luz para conseguir efectos multicolores. Estos cambios se producen en milisegundos sin generar ninguna luz intrínseca desde su interior, en contraposición los dispositivos sintéticos requieren grandes cantidades de energía eléctrica para generar una luz interna que genera color brillante, por lo tanto los animales utilizan de forma más eficiente los sistemas de sofisticación e integración de energía requerida para el cambio de color y la textura de la superficie. Por otro lado, los dispositivos logran producir una gama mayor de colores y un estado oscuro o negro más eficiente en menor cantidad de tiempo de repuesta de un organismo biológico.

Hernández Ortega (2011) Afirma que las mariposas *Morpho*, especie neotropical encontrada principalmente en América del Sur, México y América Central poseen en sus alas colores

con destellos azules y verdes que pueden observarse a medio kilómetro de distancia. Éstas fabrican el color de una forma similar a las pompas de jabón reflejadas desde dentro y desde fuera de la pompa y éstos cambian con el ángulo de visión. A pesar de esto, el color de una *Morpho* es mucho más intenso que el de una pompa de jabón, sus alas no poseen pigmentos. La razón se debe a la microarquitectura de cada una de las escamas de las alas. Cada escama está cubierta de protuberancias las cuales se componen de capas de cutícula que se encuentran separadas por una distancia idéntica que la longitud de onda del azul brillante y al reflejarse la luz solar en éstas se refleja el azul brillante. Científicos de la Universidad de Exeter construyeron un modelo con la misma estructura que las alas de la mariposa *Morpho*. Ésta funciona con microondas, con la misma longitud de onda que la luz. Se descubrió que los huecos en las protuberancias en las escamas de las alas se estructuran de tal forma que la luz no queda atrapada, se refleja por completo y por lo tanto la brillantez del color aumenta. En Japón se ha incorporado esta metodología a un tejido denominado Morphotex compuesto de nylon y poliéster con la misma distribución de la misma manera que las capas de cutícula en las escamas de las alas de la mariposa *Morpho* lo que produce un brillante color intenso. Además algunas empresas cosméticas se encuentran desarrollando un lápiz labial con este mismo efecto. Lo más impactante de esta especie de mariposas es que cada escama que poseen es un cristal fotónico, un dispositivo que puede transmitir la luz, el equivalente óptico de un transistor. Éstos revolucionaron la electrónica e impulsaron la revolución informática. Los cristales fotónicos pueden impulsar una nueva revolución en la información con ordenadores ópticos más rápidos y más eficientes energéticamente. Con la utilización de la Nanotecnología las mariposas *Morpho* pueden ser útiles en la creación de pantallas de alto rendimiento variando las distancias de las capas que interactúan con la luz, éstas pueden cambiar de color rápidamente, siendo

vibrantes en condiciones de poca luz y poseen un consumo energético mucho menor que otros aparatos electrónicos.

3.5 Colorantes en textiles convencionales y en textiles inteligentes.

Según Red Textil Argentina (2013) se denomina colorante a la sustancia que produce el color que pueden dividirse en dos grupos. Los componentes de unos de éstos son líquidos ó sólidos y pueden disolverse en agua. El otro grupo, conocido como pigmentos, están compuestos por productos insolubles en agua y en la mayoría de los solventes polares. Los colorantes que se utilizan actualmente pueden ser naturales, extraídos de plantas y animales o de origen industrial. Durante el siglo 20 surgieron varias clases de colorantes que pudieron resolver el teñido de fibras tales como la lana, el algodón o el poliéster. En función de varios factores a tener en cuenta tales como costos, capacidad de producción, entre otros se seleccionará el tipo de colorante adecuado. Los grupos de colorantes con similares características químicas poseen cualidades en cuanto a aptitud para la tintura de fibras, tipos de procesos, etc. La mayoría de los colorantes son comercializados como polvos sólidos a temperatura ambiente los cuales se disuelven fácilmente en agua a la hora de ser utilizados. Los colorantes pueden dividirse en dos grandes grupos: artificiales y naturales. Desde tiempos ancestrales, el hombre observó la posibilidad de otorgarle color a los primeros tejidos extrayendo sustancias de plantas, animales y minerales. Pero los colorantes naturales comenzaron a ser desplazados a medida que los colorantes sintéticos fueron imponiéndose en el mercado posibilitando mayores volúmenes de producción y reducción de costos. Pero a raíz del aumento de la contaminación ambiental tal vez por un intento del ser humano por volver a sus raíces, los colorantes naturales en los últimos tiempos volvieron a resurgir. Los colorantes sintéticos poseen ventajas por sobre los naturales debido a sus propiedades físico-químicas. Poseen resistencia a la degradación y a partir de la alta capacidad de

producción provocó que los precios disminuyeran cada vez más y utilizarasen productos novedosos. Las principales fuentes de obtención natural de colorantes son las plantas superiores, algas, hongos y líquenes en el reino vegetal y ciertos tipos de insectos y algunos organismos marinos invertebrados dentro del reino animal. En la naturaleza los colorantes y pigmentos, cumplen funciones específicas tales como inhibidores para la germinación de semillas u hormonas para el crecimiento, sustancias tóxicas para defensa o para guiar a los insectos a las flores para realizar la polinización.

En lo que textiles inteligentes comprende puede establecerse que:

Podrían sintetizarse en tres etapas separadas o combinadas las posibilidades de obtener un producto con materiales diferenciados: la selección de fibras; el proceso de terminación de tejidos y la incorporación de microelectrónica en prendas. La materia prima fundamental para que un producto sea considerado textil son las fibras textiles. La selección de las mismas depende de numerosos condicionantes, siendo el más importante el uso final al que está destinado el producto. Para el desarrollo de un producto es habitual las mezclas entre ellas combinando así propiedades. Dentro de la secuencia de procesamiento textil, luego del proceso de tejeduría, sigue el de tintura y estampado que da a los materiales el color y el diseño deseado respectivamente.

Serrano (2010) afirma que en los acabados textiles también se utilizan nanopartículas. Por ejemplo, el pigmento de las prendas se basa en los colores de la naturaleza a partir de la interacción de la luz con la materia, por la interferencia o por el fenómeno de difracción. Gracias a los nanocristales, han surgido colorantes textiles para obtener colores puros y brillantes que resultan más estables cuando se mezclan con los colorantes generando una gama que no puede ser alcanzada por cualquier tinte convencional.

3.6 Conclusiones Parciales del capítulo

Pudo establecerse el valor que el color posee a la hora de transmitir sensaciones, el cual es un

medio de expresión. Por este motivo no es un detalle menor a la hora de diseñar una prenda ya que éste repercute en el análisis de los efectos del color en la conducta y la percepción. Más allá de cuestiones de gusto personal, el color tiene influencia en el observador. Esto provoca que el agrado o desagrado de un color esté estrechamente relacionado con la percepción que provoque en el individuo ya que éste no resulta un hecho aislado, sino que se encuentra vinculado con cuestiones tales como la experiencia personal, fenómenos sociales y contexto. Debido a esto no pueden establecerse reglas más allá de que hay ciertas convenciones culturales establecidas de lo que ciertos colores suelen comunicar y representar, que toma importancia por ejemplo en el rubro de la indumentaria. También pudo observarse que en algunas cuestiones en las cuales implican a la tecnología pueden establecerse paralelismos con la naturaleza, específicamente en el proceso en que ciertas especies pueden manifestar color. Éstas superan y se utilizan como base para la creación de métodos en los cuales la tecnología adopta para llevar a cabo ciertos procesos. Por último, pudieron establecerse diferencias en la metodología de otorgar color por medio de colorantes de diferentes clases y extraídos de diferentes fuentes en textiles convencionales y textiles inteligentes

4. Camaleón

En el capítulo uno se ha introducido al lector al concepto de la Biomimética. Para aplicar poder aplicar ésta al presente Proyecto de Graduación es necesario seleccionar algún elemento de la naturaleza, en este caso se utiliza al camaleón como fuente de inspiración. De este reptil se toma su capacidad de cambiar de color como elemento rector para posteriormente materializar una mini-colección cuyas prendas también tengan la capacidad de hacerlo. Para poder inspirarse en el camaleón es necesario profundizar en sus características. Es por eso que el presente capítulo está dedicado a indagar principalmente en cómo y porqué cambia de color el camaleón pero también en dar a conocer un panorama de sus características generales.

A continuación en el primer apartado del presente capítulo se comentarán sus hábitos, su comportamiento, su alimentación y reproducción entre otros factores relevantes en la forma de vida de este reptil para entender cómo se relaciona el tema del cambio de color con aspectos que no son independientes.

4.1 Características generales del camaleón

Como se mencionó anteriormente en el presente apartado se realizará una descripción general acerca de cómo es el camaleón, su hábitat, su alimentación y reproducción, entre otras características básicas, para poder comprender cómo es el reptil que se estudiará y posteriormente realizar diseños con la aplicación de la Biomimética.

Existen diferentes especies de camaleones. Peña (2012) menciona que se conocen 161 diferentes distribuidas en el mundo. Entre las que se encuentran por ejemplo el camaleón de Jackson, de Meller, de Parson, Montium, de Fische, Pantera y del Yemen. Además, se

siguen encontrando especies, como por ejemplo menciona x el caso de un biólogo que descubrió en Tansania una especie diferente a las que se conocían hasta ese momento.

Según Barker (2009) la mayor cantidad de población de esta especie se ubica en África y en regiones tropicales, pero también se pueden encontrar algunas especies en zonas de temperaturas bajas. En Madagascar habitan dos tercios de las especies de camaleones de todo el mundo.

El camaleón en ciertas zonas y ciertas especies se encuentra en peligro de extinción. Por ejemplo con respecto de la especie africana “quedan sólo 300 ejemplares adultos en el sur de Grecia. Para las crías el primer invierno es muy duro y mueren con facilidad. El 25% sobreviven al clima, a los depredadores y a los peligros provenientes de la urbanización” (Schmedes, 2009). Además se están quedando sin su hábitat natural debido a la urbanización y corren peligro debido a la prelación para animales domésticos. Es por eso que en las zonas que se mencionaron anteriormente es donde habita la mayor población, ya que su hábitat sigue intacto y además la población nativa de Madagascar les teme por los que los respetan y no los agarra.

Existen proteccionistas que intentan preservarlos, como menciona Valdivia (2013) en Serbal se logró la sanción de una ley con multas para que sea ilegal captar los reptiles para tenerlos en cautiverio o venderlos. Natura Hoy (2013) presenta el caso de Chipiona en Andalucía, España uno de los pocos reductos creado en 1995 para la preservación de esta especie. Este cuenta con un laboratorio. En el centro se puede “proteger, conservar y aumentar la población del camaleón, especie tan significativa como marcador del estado de la conservación de los ecosistemas y de la sostenibilidad ambiental de esta bella zona” (Escámez, 2014)

Por otra parte, cada especie posee características distintivas. A lo largo del documental acerca de los camaleones de Schmedes (2009) se pueden apreciar diferentes especies que poseen características distintivas. Por ejemplo difieren de una a otra especie sus medidas, el camaleón de Parkson que es una de las que se encuentra en las selvas tropicales y mide sesenta centímetros, mientras que los Nausutus miden cinco centímetros. También varían en otras características fisiológicas, por ejemplo la especie llamada Pruxia, poseen espinas, similares a las que se pueden observar en algunos árboles. Hay otras especies con cuernos puntiagudos y otros que son dentados.

No es el objetivo de este capítulo investigar cuáles son las diferentes especies ni hacer una investigación detallada de las características particulares de cada uno, sino que se realiza una descripción general que abarca el común de las características principales, y se marcan algunas diferencias entre especies para que se sepa que no todos son iguales, pero que si comparten hábitos y estilos de vida similares que se relacionan con la capacidad de cambiar de color que se tratará en apartados siguientes.

Una de las características que tienen en común todas las especies de camaleones es en cuanto a la alimentación. Barker (2009) menciona que comen langostas, grillos, arañas e insectos pequeños gracias a sus lenguas, que tienen un tamaño considerable. La mayor parte del tiempo se dedican a conseguir su alimento. “Las puntas de la lengua funcionan como un embudo que succiona a la presa. Ésta puede llegar a ser hasta el doble de larga que su cuerpo...Un adulto come entre 20 y 30 insectos por día” (Schmedes, 2009). La lengua que poseen se enrolla y se eyecta para capturar su alimento.

Suelen pasar la mayoría de su tiempo trepados a árboles y tienen manos adaptadas, que les facilita el poder agarrarse de las ramas. Además “tienen un cuerpo bastante comprimido

longitudinalmente, con lo cual pueden hacer equilibrio sin problemas asidos a la rama de un árbol, alineándose perfectamente con ella” (Sica, 2014)

En cuanto a su comportamiento por lo general son solitarios y agresivos con los de su misma especie, por lo general no les gusta la compañía. En su documental Schmedes (2009) por un lado, muestra como los machos se pelean y miden fuerzas, frotan su nariz contra el lomo del otro macho para marcar el territorio y dejar que se vaya. Por otra parte, al momento de la reproducción es la única etapa de sus vidas en la que están acompañados. El macho desde los once meses de edad está sexualmente maduro y puede recorrer hasta cien kilómetros por día buscando una hembra y cuando la encuentra la sigue por un par de días, no se le separa ni por un instante y se aparean una y otra vez. Cuando no están copulando le engancha la cola para que no se escape, ella mueve la cabeza para insinuarse. Para ambos es una tarea agotadora, a veces mueren en plena copulación.

Schmedes (2009) menciona que las hembras ponen entre treinta y cuarenta huevos en tierra. La madre hace una cueva, tiene la cría se queda un día con los huevos, los cubre y luego se va. La eclosión de los huevos por lo general se realiza de nueve a diez meses. Aunque según Natura Hoy (2013) existen casos como el de los camaleones del Centro de Control de la Biodiversidad e Málaga en el que la eclosión del huevo se produjo veinte meses después.

Por ejemplo según Barker (2009) la especie de camaleón Pantera sus crías miden un centímetro de longitud. El primer día de nacimiento se alimentan del saco de yema de huevo donde estaban y posteriormente salen a la superficie para alimentarse.

En el próximo apartado se relacionaran características del camaleón que se pueden utilizar para aplicar para Biomimética, concepto desarrollado en el primer capítulo.

4.2. Biomimética y camaleón

Se han mencionado anteriormente algunas de las características generales de los camaleones. En el presente apartado se comentarán particularidades de este reptil que fueron estudiadas para generar aplicaciones biomiméticas. Entre ellas se menciona la aptitud que tienen de cambiar de color que en apartados posteriores se profundizará para explicar cómo, por qué y cuándo cambia de color el camaleón.

En primer lugar se describirá la habilidad que tienen para transitar por diferentes superficies, estudiada por la Universidad de Stanford.

Los camaleones poseen la capacidad prensil de sus extremidades, que les permite trepar y sustentarse sobre casi cualquier tipo de superficie lisas verticales, o transitar sin esfuerzo por techos y otras estructuras ... consiguen asirse en cualquier superficie gracias a un gramaje microscópico de almohadillas adhesivas en sus extremidades, sin por ello usar líquidos, gases ni tensión superficial, sino por un principio prensil hallado en la naturaleza ... Se trata de una fuerza atractiva o repulsiva entre moléculas, o partes de una misma molécula, que tiene lugar gracias a la interacción electrostática con otras moléculas. (Fair Companies, 2012)

Esta aptitud llama la atención de la NASA, ya que podría aplicar esta propiedad para los trajes de astronautas.

En segundo lugar se presenta uno de los casos presentados en la página *web AskNature.com* que fue mencionada en el primer capítulo y, como ya se explicó es el medio que recopila qué investigaciones se han hecho o se podrían hacer relacionadas con aplicaciones biomiméticas, para que cualquier persona pueda ingresar desde internet a una fuente que indique como es la situación del objeto de estudio de interés en ese momento. La característica que se podría imitar es la velocidad de su lengua que se mueve a velocidades balísticas gracias a sus músculos en espiral que posee en ella que se contraen a lo ancho y se estiran para adelante, y también ayuda un lubricante a alcanzar esa velocidad. (Downer, 2002). Es un proceso interesante que se puede imitar y recrear para varias aplicaciones.

En tercer lugar, como muestra Schmedes (2009) en su documental sobre los camaleones, se podría aplicar utilizando como referencia al camaleón se relaciona con sus ojos que tienen la particularidad de moverse independientemente uno del otro que le da la capacidad de ver simultáneamente con los dos ojos. Pueden percibir los peligros del suelo y del aire cuando está subido a los árboles. Como menciona Barker (2009) sus ojos se mueven en todas las direcciones si ve un insecto lo mira con los dos ojos caleidoscópicamente. A su vez sus ojos son vulnerables.

En la mayoría de los animales superiores, los ojos tienen una lente para enfocar la luz entrante en la retina para crear una imagen. El camaleón, sin embargo, utiliza la córnea para este propósito, y por lo tanto evita llamar la atención sobre sí mismo cuando se trata de ver lo lejos que una presa potencial. La mayoría de los otros animales juzgar distancias, moviendo la cabeza de lado a lado, haciendo que los objetos más cercanos a aparecer a moverse más rápidamente que los lejanos. Esto se conoce como el efecto de paralaje. Pero el camaleón puede conseguir este efecto con sólo mover sus ojos. Esta capacidad significa que el camaleón no atrae la atención de los depredadores cuando mira a su alrededor. (Shuker, 2001)

Por último, también resulta llamativa la propiedad que tienen los camaleones para cambiar de color y es la que precisamente se utilizará para generar una propuesta de colección por parte de la autora del presente Proyecto de Graduación en el próximo capítulo. Es necesario conocer por qué, cuándo y cómo cambian de color para luego poder aplicarlo en el planeamiento de la colección.

4.2.1. Por qué cambian de color

Según Natura Hoy (2014) la explicación más extendida para justificar el por qué los camaleones cambian de color es para camuflarse: "mecanismo que permite a los organismos hacerse poco visiblemente para sus depredadores o para sus presas ya que de otra forma serían detectados por estos últimos". (I.E.S. El Piles, 2014) Al momento de

camuflarse adoptan el tono exacto del entorno, por ejemplo si se encuentran sobre el pasto, se pondrían verdes.

Pero, ¿es realmente para camuflarse que estos reptiles cambian de color? En realidad no es así, cambian de color por los factores que se mencionan a continuación. Según Peterson (2014) cambian fundamentalmente para regular sus temperaturas corporales y debido a las relaciones sociales que establecen con el medio ambiente, con miembros de su misma especie y de otras.

Según Sica (2014) la piel de los camaleones posee pigmentos que les permite combinar todos los colores al arco iris entre todas las especies. Sus tonalidades pueden incluir una alta gama, pero sólo si tomamos el conjunto completo de esta familia. Cada especie alcanza colores característicos. Es así que tienen una amplia gama para combinar dependiendo los factores mencionados anteriormente y que se detallarán a continuación, ya que no es azaroso el color que toman, sino que tiene un significado, o más bien una justificación que conecta sus reacciones físicas con el color que toma ante ciertas circunstancias.

Por un lado, en relación al cambio de temperatura los camaleones adoptan un tono oscuro para absorber más luz. A su vez el color oscuro lo hace más sensible al calor por lo tanto para enfriarse se tornan de una tonalidad más clara para reflejar la luz y enfriarse y poder descansar con mayor tranquilidad. Se puede observar en el documental de Schmedes (2009) que si un insecto se posa arriba del camaleón mientras está al sol y luego se vuela, queda por unos segundos la marca del insecto donde no da el sol de un color claro, similar a un tatuaje.

Por otro lado, con respecto a las relaciones sociales varían el color dependiendo con quién y en qué ocasión se relacionen y su estado emocional. Por ejemplo ante un combate, que es

frecuente que ocurra entre los machos de esta especie pueden tornarse de una coloración estridente y colores más vivos. Ante estas u otras situaciones de estrés y enojo las manchas se le acrecientan. (Xataka Ciencia, 2009)

Frente a la actividad sexual, también varían su color dependiendo el momento y la situación en que se encuentren. Por ejemplo, antes de la reproducción la hembra se puede volver anaranjada para indicar que está lista para el apareamiento y negra para indicar lo contrario, que aún no está preparada. Según el documental de Schmedes (2009) cuando la hembra torna de colores pálidos y pasteles indica que está lista para el apareamiento y viceversa. En el momento de concreción del acto sexual los camaleones se tornan de un color verdoso.

Posteriormente, si la hembra queda embarazada los colores del embarazo son otra paleta a la que poseen habitualmente. El color es causado por las hormonas que ayudan a advertir a los machos que no deben acercarse a ella. Por lo que se puede deducir que los colores representan una manera de comunicarse entre ellos, un lenguaje que comprenden a la perfección. Su cuerpo habla con sus colores.

También ante depredadores cambian su coloración, en el documental de Barker (2009) se puede observar que los camaleones pueden estirarse el cuerpo el doble de su tamaño para que una rama o el tronco de un árbol los disimule y si el depredador lo sigue viendo y la primera opción no funciona se infla y duplica su tamaño y hace ruidos para espantarlos.

Por último, se puede mencionar que como se observa en el documental de Schmedes (2009) los camaleones pueden cambiar colores básicos y el dibujo independientemente. Ellos tienen su marca de estrés que se ilumina fácilmente.

A continuación se explicará cómo es el proceso por el cual el camaleón cambia de color. Es necesario conocer porqué lo hacen para poder en el capítulo siguiente realizar una propuesta que plantee una analogía con el cambio de color de indumentaria del usuario.

En el próximo apartado se explicará cómo hace el camaleón para cambiar de color.

4.2.2. **Cómo cambian de color**

Es necesario conocer cómo hacen los camaleones para cambiar de color para poder emplear un proceso similar en el diseño y poder generar prendas que apliquen a un desarrollo biomimético.

Como se mencionó en el capítulo anterior el camaleón puede tornarse de otros colores para regular su temperatura, pero ¿cómo lo hace? Según Sica (2014) lo logra gracias que su cerebro envía señales a las células pigmentarias que permiten que se torne amarillo para que se vuelvan más grandes que las azules de abajo, y así es posible que se torne de color verde.

Esto es posible ya que como menciona Anderson (2004) la piel del camaleón tiene tres tipos de células cromatóforas, Y a su vez estas células poseen dendritas, que son ramas que se extienden hacia el exterior, en la superficie de su piel

Situado justo encima de los melanóforos son guanóforos... que son responsables de los colores azul como la luz se refleja en las plaquetas de cristal guanina incoloros dentro de ellos. La capa superior de las células cromatóforos... son responsables para las pigmentaciones rojas y amarillas. Los gránulos de pigmento dentro de las células cromatóforos reflejan y absorben selectivamente ciertas longitudes de onda de la luz. En los melanóforos, estos gránulos de pigmento son capaces de difundir

diferencialmente dentro de los procesos dendríticas y alterar su concentración dentro de la piel y de las interacciones que tienen con luz reflejada por otros pigmentos. Con la exposición de diferentes concentraciones de cada pigmento, la coloración externa vemos cambios. (Anderson, 2004).

Por lo que, según Natura Hoy (2014) en la primera capa, en la más superficial, se encuentran las células cromatóforas que permiten los colores rojos y amarillos. En las capas secundarias se encuentran los guanóforos que permiten reflejar los azules y blancos y en las más profundas, se encuentran los melanóforos que contienen melanina al igual que la piel humana, y permiten regular el brillo y la intensidad o también se podría decir la cantidad de luz reflejada gracias a un pigmento oscuro entre negro y marrón.

Estas células cambian estirándose o enrollándose, volviéndose más largas o más cortas y estos cambios hacen que se mezclen. Cuando se mezclan, tal como ocurre cuando pintamos y mezclamos los colores primarios da lugar a nuevos colores. La presencia de otros compuestos y especialmente de melanina en la zona, también influye en el cambio, haciendo los colores más oscuros cuando así es necesario. A su vez, todo esto ocurre cuando el cerebro del camaleón envía determinadas señales nerviosas a estas células. (Sica, 2014)

Entonces, cuando el amarillo se combina con el azul la piel se tiñe de verde. Si se combinan el rojo con el azul, se torna morado y si interviene el amarillo el camaleón se puede tornar marrón. Creando la posibilidad de un amplio espectro de colores.

Este proceso que responde ante estimulaciones externos es el que le brinda la capacidad al camaleón de poseer un lenguaje corporal que se identifica por el cambio de tonalidades según la situación en la que se encuentre. Como menciona I.E.S. El Piles (2014) Las hormonas que segrega su organismo regulan la distribución de los pigmentos que contiene. Se podría realizar una comparación con el rubor que presentan las caras de los seres humanos cuando una situación les da vergüenza o ira, es un proceso involuntario que

manifiesta la relación exterior que se traduce por medio de hormonas en el interior del camaleón y en sus sensaciones de por ejemplo peligro, bien estar, calor, frío, deseo sexual, entre otras. Según Sica (2014) son sensibles ante cualquier cambio que afecte su carga nerviosa y fisiología.

En un principio los pigmentos están contenidos en pequeñas bolsas dentro de las células... Sólo cuando una señal emitida por el sistema nervioso, o desde el flujo de sangre, haga que estas bolsas se descarguen y su pigmento coloreado se extienda, la célula adquirirá su color. Y el camaleón puede controlar la cantidad de pigmento que quiere mostrar, así como el tamaño de la célula coloreada, de cada uno de sus tres tipos de células, en cada capa de su piel... Son cambios que al estar controlados vía nerviosa, tienen lugar de forma muy rápida.... Alternando la proporción entre capas, y dilatando/contrayendo las células cromáticas, logra regular los reflejos producidos por cada una de sus capas, que actúan como si fueran filtros de colores una de la otra. (Roque Sánchez, 2013)

Estos procesos permiten que como se estudió en el apartado anterior el camaleón varíe su color según las diferentes ocasiones ya mencionadas.

El camaleón no es el único que posee la característica de cambia de color. Según Valenzuela (2012) científicos alemanes en 2006 descubrieron una especie de serpiente venenosa que posee la capacidad de hacerlo ante situaciones de amenaza.

Además las células cromatóforas las poseen diversos seres vivos como anfibios, peces, algunos crustáceos y cefalópodos. Los pulpos, las sepias y los calamares brillantes por ejemplo, poseen órganos multicelulares cromatóforos controlados por músculos. Son órganos muy complejos que se diferencian del proceso que realizan otras especies para cambiar de color. El camaleón produce un efecto final similar pero no posee un órgano específico, se comporta como se ha mencionado anteriormente y como también lo hacen algunos peces y anfibios, donde lo que ocurre es "una translación de pigmentos en el interior de las células". (Fernández, 1997)

Es por esto que se ha seleccionado al camaleón como objeto de estudio y no a otras especies, que también realizan el mismo efecto final, pero que cuyo proceso es más difícil de reproducir posteriormente en materiales textiles ya que supondría recrear un órgano complejo que aún los especialistas de diferentes áreas siguen intentando descifrar.

Con respecto al camaleón desde el área de la Biología, de la Electrónica e Ingeniería se podría indagar en el proceso que este realiza para lograr reproducirlo. Son procesos ópticos físicos que involucran electricidad y magnetismo. Por lo que serían requeridos profesionales de las áreas mencionadas. En el presente Proyecto de Graduación se ahonda desde la perspectiva teórica, pero para su reproducción sería necesario involucrar profesionales de otras áreas para trabajar en un equipo multidisciplinar. En el próximo capítulo se citan fragmentos de una entrevista realizada a Miro, ingeniería textil que actualmente trabaja en el INTI para dar a conocer su visión y su aporte en relación con la materialización de la propuesta de colección de indumentaria que tenga la capacidad de cambiar de color.

4.3. Conclusiones parciales del capítulo.

Fue necesario conocer en profundidad las características del camaleón para poder comprender cómo es el proceso que realizan sus organismos para cambiar de color. Se puede concluir que gracias a la Biomimética la sociedad podrá otorgarle otro valor a las diferentes especies que habitan el Planeta Tierra, ya que se ira concientizando que la forma de vida que se viene llevando genera factores negativos que en consecuencia trae aparejado la destrucción del medio ambiente y de la biodiversidad. Al saber que cada especie es sofisticada y que tiene diferentes procesos que el ser humano puede imitar para su beneficio podrá ser más consciente.

Por otra parte, fue necesario hacer un análisis del sujeto natural para poder realizar una síntesis de como el camaleón cambia su color para así posteriormente, si se tiene los medios adecuados para poder materializar la colección que se detalla en el capítulo siguiente, se pueda hacer una abstracción del modelo biológico y se implemente la técnica a los textiles.

Capítulo 5. Creación de colección

5.1. Propuesta personal

A través de los capítulos fue realizándose un recorrido sobre diferentes temáticas que se fueron relacionando para confluir en una propuesta personal de diseño de una mini colección que contará con diez diseños con variantes de color. La propuesta aplicará elementos de la Biomimética para realizar el cambio de color de las prendas imitando al camaleón. Para aplicar esta propuesta en la realidad sería necesario un equipo multidisciplinario de biólogos, ingenieros y/o electrónicos que en esta instancia no sería factible realizar. Pero se dejan asentadas las bases para que el proyecto pueda llevarse a cabo mediante investigaciones en la realidad y se deja planteado el trabajo de parte de la diseñadora plasmada en la propuesta de diseño. Sería importante que un biólogo investigara y definiera el funcionamiento del camaleón para que un ingeniero o electrónico lo plasmase en la realidad siguiendo las indicaciones del diseñador.

En una entrevista a María Miro (Comunicación personal, 20 de febrero de 2014), ingeniera textil recibida en la UTN de la Ciudad de Buenos Aires menciona que el proyecto resulta viable y podría materializarse desde el INTI, donde ésta trabaja en la actualidad, trabajando con personal del área de electrónica.

También podrías se podría asistir a una empresa que esté interesada en este proyecto pero el INTI está abierto a recibirlo. La traba suele encontrarse en que el emprendedor individual sólo puede aportar su idea, pero no los medios para lograr llevarlo a cabo. Por eso, cuando se trata de empresas, por más pequeñas que sean pero cuenten con una infraestructura, es más fácil emprender el proyecto o presentarse a una convocatoria...podemos realizar un presupuesto y sería necesario poder invertir o buscar a algún tipo de financiamiento externo. También cabe la posibilidad de que el INTI esté muy interesado en el proyecto, y busque los medios

para que pueda ser financiado pueda llevarse adelante. O también podría suceder que sea interesante el proyecto pero que el INTI no cuente con los recursos, ya sea de tiempo o de cantidad de personal. (Miro, comunicación personal, 20 de febrero de 2014)

Como ya se mencionó en el capítulo número dos en el que trata la Nanotecnología, por un lado, según Miro (Comunicación personal, 20 de febrero de 2014) desde el año 2013 el INTI cuenta con un *Electro Spining* que produce nanofibras y a medida que vayan recibiendo el equipamiento necesario irán contando con otras posibilidades para ampliar sus investigaciones. Por otro lado, el INTI hasta el momento no ha realizado proyectos que involucren Biomimética.

5.2 Partido conceptual.

Como se ha mencionado en el capítulo uno, la naturaleza ha estado relacionada con la humanidad a lo largo de la historia. Pero su relación no ha sido siempre igual, se ha ido modificando a medida que la sociedad ha ido evolucionando. Actualmente surge como una disciplina la Biomimética, la imitación de elementos de la naturaleza para aplicarlos en diseños e inventos humanos re-significando y dándole valor. La posibilidad de imitar procesos que se han desarrollado desde hace milenios, antes que la humanidad existiera permite realizar un avance en procesos que serían más laboriosos y no tan efectivos si el humano los planteara desde el comienzo. En este caso se utiliza al camaleón como fuente de estudio e inspiración. Varias especies de camaleón están en peligro de extinción, se están realizando tareas por parte de varios organismos para mantener a estos reptiles con vida. Cada vez que desaparece una especie se pierden conocimientos valiosos para el desarrollo del ser humano. En el capítulo cuatro se han mencionado distintas aplicaciones

que se pueden generar gracias al funcionamiento del organismo del camaleón por lo tanto de una sola especie se pueden imitar varios procesos para adaptarlos a diseños e invenciones.

Para el diseño de la colección de la propuesta personal, se toma al camaleón como base sólo para modificarla capacidad de cambiar de color de las prendas. No se toma como fuente de inspiración para realizar los diseños.

Como partido conceptual se toma el impacto de la tecnología. Pueden observarse a las prendas como estructuras conformadas por piezas geométricas encastradas estratégicamente como un rompecabezas donde no hay elementos que remitan a morfologías lánguidas u orgánicas. El hombre se encuentra cada vez más rodeado de elementos tecnológicos que de personas con las cuales interactuar, por eso resulta importante satisfacerlo en lo que a la industria textil concierne.

Resulta necesario considerar el aumento de la difusión de la tecnología y su impacto e importancia en la vida cotidiana para interpretar estas nuevas necesidades que llevan a cabo cambios socioculturales con la creación de indumentaria que tome estos factores en cuenta a la hora de desarrollar sus productos. Es importante otorgarle un valor agregado a las prendas para satisfacer además otras necesidades que resulten importantes.

5.3 Propuesta de diseño.

Saltzman (2004) establece que la silueta es la forma que surge al trazar el contorno del cuerpo y en lo que a diseño de indumentaria respecta, implica una representación necesariamente tridimensional ya que el cuerpo posee esta forma y la indumentaria establece una dimensión espacial en torno al mismo. A partir del juego de las líneas con la

anatomía replanteando las formas, define el contorno de la silueta posibilitando la proyección del cuerpo. De esta manera, la indumentaria puede prolongarse morfológicamente modificando las líneas de la anatomía.

En cuanto a morfología respecta, puede apreciarse en la colección una silueta geométrica con línea de contorno que refiere rigidez utilizando textiles inteligentes que generen estructuras rígidas.

Según Saltzman (2004) la configuración de la anatomía implica una toma de partido sobre el cuerpo y mediante la proximidad o lejanía del plano textil se ocultan, insinúan o acentúan sus formas condicionando la actitud, gestualidad y el modo de percibir el espacio circundante. Ambos aspectos inciden en la vida cotidiana del individuo actuando sobre los vínculos espaciales y sociales. El modo de intervenir la anatomía a través de la silueta determina un juicio de valor acerca de la sexualidad, el pudor, capacidad de realizar, exhibir u ocultar y hasta la forma de interactuar con los otros delimitando cierto tipo de territorialidad. Además la indumentaria plantea la delimitación o expansión del espacio y comportamiento temporal por lo tanto la silueta interviene sobre el esquema corporal a media que modifica el espacio que rodea al cuerpo.

A partir de la descripción de la usuaria, resulta coincidente que las prendas generen sensaciones de poder, grandilocuencia, importancia y elegancia. Éstas poseen una estructura compleja, la cual utilizan mayoritariamente el recurso de simetría, superposición de capas en algunas de prendas y recortes los cuales generan interesantes morfologías. Las tipologías utilizadas son prendas diseñadas con el fin de conformar una imagen óptima para un entorno laboral con ciertas características distintivas y a la vez adecuadas para una salida o evento nocturno. En la colección pueden observarse camisas, chaquetas, faldas,

pantalones, shorts y vestidos. Los cuellos, mangas y recortes utilizados provocan énfasis en conformar la imagen y personalidad de la usuaria la cual se explicó previamente. Algunas de estas prendas pueden ser más útiles para ser portadas durante el día o durante la noche debido a la simpleza o complejidad de su morfología pero gracias al cambio de color, logran adaptarse a las dos ocasiones de uso de forma correcta.

5.4 Color

La propuesta rectora de la mini colección plantea que las prendas cambien de color. Para esto se ha tomado al camaleón como fuente de inspiración para aplicar la Biomimética. El camaleón como se analizó en el cuarto capítulo cambia de colores debido fundamentalmente a la temperatura y a sus relaciones con el medio ambiente, con otras especies y con ejemplares de sus mismas especies, a las emociones que estas relaciones le provocan.

En la propuesta personal se plantea realizar una analogía con el por qué cambia de color el camaleón para transpolar lo que el reptil hace de forma natural a un proceso artificial que funcione en beneficio del usuario. Por lo tanto se plantean prendas que cambien de color dependiendo la ocasión de uso, el momento del día y la temperatura.

Dependiendo la ocasión de uso los indumentos podrán variar de color para permitirle al usuario la posibilidad de utilizar la misma prenda todo el día, desde que sus actividades comienzan por la mañana hasta la noche si es que sale a cenar o a realizar alguna actividad. El cambio de color permite que la prenda sea funcional y que pueda adaptarse para ser utilizada durante todo el día, variando así la ocasión de uso. Como se mencionó en el capítulo uno, según Saulquin (2010) en el futuro se re significará la indumentaria y el valor de las prendas estará dado por un concepto funcional, ecológico y sustentable.

El impacto que tiene como elemento visual externo el color modifica la apariencia general de la prenda –además de otros elementos como la textura, la silueta, el diseño- y puede generar una diferencia en una misma prenda brindándole la capacidad de adaptarse a diferentes ocasiones de uso. “La superficie describe la identidad de su contenido y es el área en que se juega su adaptación o diferenciación con respecto al medio ambiente, pudiendo establecer relaciones miméticas (como el camuflaje) o de oposición (como el contraste cromático o forma)” (Saltzman, 2004, p. 50).

La paleta de colores que se presenta para los cambios según la ocasión de uso y el momento del día comprende varias tonalidades las cuales varían entre tonos pasteles durante el día y tonos oscuros durante la noche. Podrá observarse un alto contraste entre ambos ya que a nivel compositivo muchos de los colores los cuales conforman éstos dos grandes grupos no tendrán relación en su temperatura a nivel color y saturación.

En el caso de los primeros se utilizan colores con alta luminosidad tales como verde agua, amarillo, gris claro, blanco, celeste, coral y lila. En el caso de los segundos, están caracterizados por poseer una baja luminosidad y comprende colores tales como por negro, verde intenso, rojo, violeta, azul, gris oscuro y marrón. Además se propone que las prendas realicen un cambio funcional en relación con la temperatura para que al igual que el camaleón, la prenda le permita a la persona regular la temperatura corporal. En días de calor las prendas tomarán a un color claro, mientras que en los días de frío a colores oscuros.

Al observar los cambios de color entre los dos grupos, surgirán distintas sensaciones a nivel perceptivo los cuales serán subjetivos tomando en cuenta al observador quien pueda realizar la apreciación. Además se considerarán elementos socioculturales que dependerán del contexto en el cual se desarrolle y los códigos aprendidos los cuales también serán

decisivos en la propia mirada de quien pueda contemplar los cambios de colores entre los dos grupos que se produce en las prendas.

A pesar de esto, la idea general es que a partir de la diferencia entre los dos grupos de colores pueda observarse claramente el contraste entre día y noche de forma tal que los mismos resulten más adecuados para una u otra ocasión de uso considerando el momento del día.

Otra de las razones por la que el camaleón cambia de color es debido a sus sensaciones, por sus sentimientos, en humanos se podría asemejar a cuando una persona se sonroja de vergüenza. Si bien para el humano no es considerado como una ventaja, sino algo que pone en evidencia sus sentimientos, para el camaleón es una forma de lenguaje, como ya se mencionó en el capítulo cuatro. No sería conveniente que las prendas revelen el estado de ánimo, ya que muchas veces las personas prefieren mantener esto oculto. A pesar de esto la diseñadora Kristin Neidlinger creó un *sweater* denominado *Humor* el cual mide palpitaciones, temperaturas y sudoración y esto se traduce a traducirlos a colores que representan una sensación de estado de ánimo. Estos cambios de colores serían funcionales si tuvieran aparejados por ejemplo, un beneficio para la salud como es el caso de prendas que se han creado para que pueda conocerse la temperatura de los bebés denominado *BabyGlow*. (Bablia, 2014)

El resultado para que las prendas logren cambiar de color ya se está estudiando a partir de la Nanotecnología. Un científico creó un reactor químico que si logra controlar la luz podrá controlar el color. (Tornelli y Hullman 2014). Otro caso es el de las prendas para militares y marina que permite que las personas se camuflen durante el combate. (Marina Textil, 2014).

Sin embargo estos procesos no responden al mismo que realiza el camaleón para cambiar de color o a otros organismos de la naturaleza. Los proyectos mencionados anteriormente no están enfocados desde la Biomimética, sino que han planteado soluciones alternativas para que las prendas realicen ese proceso. Pero como se mencionó en el capítulo número uno, utilizar procesos biomiméticos tiene sus beneficios ya que "a lo largo de 3.800 millones de años, la naturaleza ha atravesado un proceso de prueba y error para refinar los organismos, procesos y materiales del planeta Tierra" (Marino, 2012), lo que significa que son procesos que ahorrarían tiempo y serían inventos mucho más perfeccionados.

Un ejemplo de aplicación de Biomimética es el caso de la Universidad de Bristol en Reino Unido que se encuentra desarrollando músculos artificiales realizados por medio de robótica para imitar las funciones de los de los calamares y pez cebras.

Otro ejemplo, es el de Citta (2011) que creó materiales termocrómicos que son tejidos que consiguen cambiar de color en función de la temperatura corporal. Se destaca que este efecto se consigue al incorporar microcápsulas adheridas con resinas que cuentan con cristal líquido que a consecuencia de cambios de temperatura ven modificada su estructura molecular produciendo una reflexión selectiva de la luz.

Según David Vigano (2014), empresario de una marca que se dedica a vigilar la salud de los usuarios gracias a sensores textiles integrados a las prendas "los textiles son las próximas computadoras". El futuro de los textiles podría ser evolucionar tecnológicamente y que los prototipos que en la actualidad parecen novedosos rijan la vestimenta de años próximos.

Se puede realizar con cápsulas también. Se pueden encapsular colorantes crómicos (foto o termocrómicos), para protegerlos. También se pueden aplicar directamente sobre el tejido y que cambien de color por efectos externos, como la humedad o los rayos UV. Igualmente son desarrollos del área de la química. Para los casos en que el usuario desee cambiar el color de su indumentaria a voluntad a través de un botón,

se puede realizar a través de la electrónica. Puede realizarse con nanotecnología o simplemente con electrónica. Se podrían colocar cables con colores que enciendan el tejido con otro color diferente al original. Cuando se involucra el uso de botones, se realiza con electrónica, sea a nivel nanométrico o no. (Miró, Comunicación personal, 20 de febrero de 2014)

5.5 Definición del usuario objetivo.

El usuario a quien va dirigida la colección, es una mujer de un rango de edad entre 25 y 40 años, urbana, activa y vanguardista. Puede encontrarse inmersa en el mercado empresarial, ejecutivo, financiero, entre otros. Posee un alto nivel adquisitivo y se desempeña en cargos jerárquicos con personal a cargo.

Ésta se interesa por la tecnología, es usuaria de productos tales como telefonía celular y computadora de alta tecnología y se mantiene continuamente informada sobre las últimas tendencias en cuanto a esto concierne. Utiliza mucho Internet en tiempos de ocio y es usuaria de redes sociales.

En su tiempo libre, asiste a eventos, restaurants, *cocktails* o exposiciones donde debe ir vestida de forma pertinente. No suele frecuentar un contexto donde lo informal se encuentre presente, por lo tanto su indumentaria mayoritariamente debe mantener cierto código de uso.

La indumentaria que porta es fundamental en la constitución de su imagen. Si bien posee un aspecto estructurado, utiliza prendas innovadoras para distinguirse. No suele consumir marcas de fabricación masiva y prefiere productos personalizados o con cantidad de *stock*

limitado, materialidades y morfologías originales con alguna funcionalidad extra más allá de una mera pieza textil.

Sería una posible consumidora del tipo de indumentaria que plantea esta colección, apreciando los efectos que produce y considerándose una precursora por el hecho de consumir estos productos exclusivos. Debido al actual modo de vida urbano, donde el tiempo nunca es suficiente y muchas personas sufren *stress* debido a las sobre exigencias laborales, estas prendas resultan útiles ya que permiten continuar con el normal desempeño de las actividades minimizando la cantidad de tiempo que implica el cambio y elección de indumentaria sin provocar ningún tiempo de interferencia o complicación. Además ante el cambio de clima podría adaptarse a diferentes temperaturas que le permitan estar fresca en días de calor ya que la prenda sería clara y con el frío se volvería oscura.

Actualmente la fabricación de estas prendas, aún en países desarrollados y equipados adecuadamente en nanotecnología resulta costosa y compleja. Idealmente en un futuro cuando su desarrollo sea mayor, podrían ser de acceso menos restringido brindando beneficios a mayor cantidad de usuarios en los cuales el interés por el avance tecnológico en encuentre muy instalado. Esto cobrará aún mayor importancia en generaciones venideras las cuales sentirán la presencia de la tecnología desde su nacimiento.

Conclusiones

Luego de haber investigado y analizado acerca de cómo podría ser una colección inspirada en la forma en que el camaleón cambia de color, que por lo tanto involucra Biomimética y Nanotecnología se puede arribar a la conclusión de que sería viable realizar una línea que comprenda estos conceptos.

Para llegar a la instancia de materialización de los prototipos en la realidad sería necesario realizar un trabajo interdisciplinario que involucre profesionales de otras disciplinas. Se plantean entonces, proyecciones a futuro para que puedan ser ejecutadas en instancias superiores al Proyecto de Graduación.

Podría involucrarse a biólogos, químicos, ingenieros y/o electrónicos. Éstos serían necesarios ya que se necesita de un biólogo para investigar y observar al objeto de estudio, en este caso el camaleón durante un tiempo prudente. Convivir e indagar en cómo es el proceso exacto que genera el cambio de color en este animal. Para que luego un profesional de ingeniería textil junto a uno de química y/o electrónico puedan traducir este proceso en textiles nanotecnológicos.

Por parte del presente Proyecto de Graduación se dejan las bases asentadas para realizar tanto la propuesta general, como el trabajo que le compete al diseñador de indumentaria. La autora del PG deja sentada las bases de como plantear una mini colección que gracias a la traducción del proceso biológico a un proceso nanotecnológico permita que la prenda cambie de color. Como supone una tarea conjunta con otras áreas para llevar el prototipo a la realidad, en esta instancia se ha podido realizar un acercamiento teórico cuya materialización se limita a la idea de las prendas plasmadas en figurines y geométrales representativos.

Habiendo realizado una propuesta una investigación rigurosa de los distintos campos y disciplinas que pudieran aportarle soporte a la idea básica de este proyecto, recogiendo testimonios bibliográficos y a través de encuestas de diferentes profesionales.

Por lo tanto, el objetivo del presente Proyecto de Graduación fue dejar sentada las bases desde la perspectiva del diseño de indumentaria y en un ámbito universitario, sin dejar de lado el aporte de otras áreas, para que en años posteriores se pueda proyectar y materializar en la realidad por parte de profesionales, que cuenten con los recursos y el presupuesto necesario para hacerlo y se ha podido corroborar que este proceso sería viable de desarrollar en CABA, Buenos Aires, Argentina en el Instituto Nacional Tecnológico Industrial.

Por otro lado, el PG brinda un aporte a la sociedad al relacionar el diseño con la naturaleza. Esto se debe a que al imitar procesos que ocurren en ella, se revaloriza directa o indirectamente el valor que en ocasiones parece que la naturaleza perdió al ver distintos factores como la urbanización, deforestación, contaminación entre otros que como consecuencia conllevan a la pérdida de biodiversidad y de ecosistemas.

Gracias a la aplicación de la ciencia relativamente nueva de la Biomimética se le vuelve a dar valor al intento de preservar las especies y a conservarlas ya que en ellas habitan soluciones para que los humanos puedan facilitar diversos procesos de sus vidas. Imitar a la naturaleza presenta beneficios ya que lleva perfeccionando estos procesos hace milenios más atrás de que el hombre siquiera existiera.

Desde la disciplina del Diseño de Indumentaria se genera un aporte para para apoyar los procesos sustentables y preservar las especies ya que son fuente de información muy valiosa que aportan y puede enriquecer a esta profesión. Además deja sentadas las bases

para que otros diseñadores profesionales y estudiantes incorporen la Biomimética a sus trabajos y lo potencien gracias a la relación con otras áreas de estudio.

La Biomimética establece que con las fibras inteligentes se busca emular e imitar el funcionamiento de los pigmentos presentes en las células de la piel de los camaleones, teniendo como norma fundamental provocar el menor daño al medio ambiente. La explotación desmedida de los recursos naturales lleva años mostrando sus consecuencias. El ser humano y sus actividades han ido deteriorando el hábitat y el perjuicio está llegando a un punto irreversible. Es necesario analizar posibilidades y alternativas de cambio para prevenir que la situación continúe agravándose. El sistema responsable de la producción de bienes ha sido desarrollado desde una concepción ajena al agotamiento de los recursos naturales. La solución al conflicto medioambiental es el desarrollo sustentable. Esta definición plantea la influencia directa del accionar del presente, sobre las condiciones naturales del hábitat de las generaciones venideras. Es por ello que la fabricación de materiales y productos, relacionados o no con la industria textil, tiene que ser realizada siguiendo medidas estrictas de control y con la evaluación de los resultados en el impacto del medio ambiente. El confort y el gusto por los artículos innovadores de diseño y moda, no debería ir en contra de la preservación del medio ambiente sino por el contrario, la sociedad debe crecer hacia modelos en los que no se conciba lo primero sin lo segundo. Esto implica la búsqueda de un equilibrio entre los productos naturales y artesanales, y los materiales artificiales y de producción masiva.

Con la implementación de la Nanotecnología es posible generar soluciones nunca antes imaginadas frente a problemas y plantear nuevas posibilidades para satisfacer necesidades de consumidores más exigentes y evolucionados.

En el caso de la indumentaria, ya no sólo resulta suficiente que ésta cumpla con fines estéticos sino que se espera que sus propiedades textiles sean modificadas en función de cierto tipo específico de funcionalidad, por lo tanto, las prendas de la colección se adaptan a esta premisa.

Poco a poco están gestándose las bases para responder a la solución de cuestiones tales como el reciclaje, la economía y el ahorro de recursos naturales. También resulta importante utilizar la Nanotecnología con responsabilidad y fines positivos, ya que también se han descubierto efectos nocivos de la misma por ejemplo en el impacto ambiental y en la salud del ser humano.

Con el paso del tiempo, los textiles inteligentes cada vez se encuentran más aptos para adaptarse a la sociedad en lugar de ésta tener que adaptarse a los textiles convencionales disponibles.

Además, el Proyecto de Graduación no sólo plantea el cambio de color como una variación meramente estética en las prendas sino que propone esta transformación con un propósito funcional, para que el usuario pueda adaptarse a las temperaturas y a la ocasión de uso. Además se puede concluir que brinda una solución acorde que se adapta a la vida de la usuaria trabajadora de la sociedad actual, que tiene muchas actividades y poco tiempo o falta de lugar para cambiarse a lo largo del día. Ante la falta de posibilidad de que la usuaria realice el cambio se llega a la conclusión que también las prendas facilitan un medio de expresión, que de no ser así la usuaria tendría que utilizar la misma prenda todo el día para diferentes situaciones de uso. De esta manera permite realizar cambios de manera inmediata y que la usuaria se sienta acorde a la ocasión de uso y a la temperatura.

El proceso por el cual la prenda cambia de color se puede reproducir y transpolar para otras situaciones. En otras líneas podría servir para trabajar por ejemplo, el cambio de color para que el humano exteriorice si sufre *strees*, si tiene alguna enfermedad, por lo que se puede relacionar con la salud para determinar enfermedades. También se puede proyectar a otro target de usuarios.

La propuesta del Proyecto de Graduación pretendió acompañar los cambios que la autora del presente PG considera y coincide con Saulquin que se potenciarán en los próximos años en cuanto a avances en materiales textiles inteligentes y en la vinculación más estrecha de diferentes áreas que ayuden a enriquecer al área del Diseño de Indumentaria, beneficiando no sólo a esta profesión, sino que también al usuario y a otras carreras.

Se llega a la conclusión de que la confección de indumentaria que cambia de color, no sólo es viable, sino que es probable que en el futuro sea una realidad visible en las calles y que cuando logre traspasar la barrera de lo exclusivo, su precio se democratice y sea accesible para el público en general.

Por lo tanto, se arriba la conclusión de que es una propuesta innovadora y vanguardista que se suma a investigaciones que ya se están dando en el área y que por otro lado, cabe mencionar que se encontraron ideas de tomar de la naturaleza el cambio de color de camaleón, esbozos de propuestas de que se podrían cambiar las prendas de color inspiradas en estos animales, pero no se ha encontrado un proyecto escrito, teórico. Si bien esta información supone que hay información e investigaciones en cursos no se han podido encontrar.

De este modo, ésta investigación supone un precedente que se adecúa al nivel de un Proyecto de Graduación de una carrera universitaria.

Para concluir, se deja asentado, como ya se mencionó al comienzo de las conclusiones que no se poseen los recursos para realizar investigaciones en laboratorios, pero sí resulta posible realizar una investigación en organismos como el INTI y hablar con profesionales de las diferentes áreas que deben intervenir en la aplicación de para poder obtener un correcto asesoramiento

Lista de referencias bibliográficas

Ask Nature (2014) *Skin changes color: chameleons*. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: www.asknature.com

Ambrojo, J.C. (2004) *Dockers, Nike y Ralph Lauren aplican la nanotecnología en su ropa*. Recuperado el 20 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://elpais.com/diario/2004/07/08/ciberpais/>

Aplicación del color (2013) *Proyecta color*. Recuperado el 4 de diciembre de 2013. Disponible en <http://www.proyectacolor.cl/teoria-de-los-colores/tipologia-del-color/>

Barker (Productor). (2009) *Camaleones, los guerreros del arco iris* [DVD]. Recuperado el 10 de enero de 2014 de <http://www.youtube.com/watch?v=yoWkaW91zcc>

Benyus, J. (2002) Charla Ted. [Video]. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=2oVZsZu1lml&list=PLC7FCACD210AC4F4E>

Benyus, J. (2009) Charla Ted [Video]. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=W5j2HI9pIBQ>

Berdejo, A (2012) *La psicología del color*. Recuperado el 4 de enero de 2014. Disponible en: <http://culturacolectiva.com/la-psicologia-del-color-parte-13/>

Bigano, D. (2014) *Ropa de leds y que cambia de color con la temperatura corporal*. Recuperado el 23 de Marzo de 2013 en: http://www.24siete.info/nota-169014-Tecnologia-Ropa_leds_y_cambia_color_con_temperatura_corporal.html

Biomimética (2008) *El camaleón*. Recuperado el 20 de Febrero. Disponible: <http://biomimetica.wordpress.com/>

Biomimicry 3.8 (2012) *Biomimicry 3.8 Institute*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013 en www.biomimicry.net/about/biomimicry38/institute/

Biomimicry 3.8 (2012) *Case Examples*. Recuperado el 16 de Enero de 2014 en: <http://biomimicry.net/about/biomimicry/case-examples/>

Butler (2008) *Cambios tecnológicos*. Recuperado el 20 de marzo de 2013. Disponible en: http://es.mongabay.com/news/2008/0216-050711-rhett_butler.html

Calderon, R. (2014) *Tejidos inteligentes I*. Recuperado el 3 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://blogs.creamoselfuturo.com/nano-tecnologia/2007/11/21/tejidos-inteligentes-i/>

Castellano, M.D (2010) *Ingeniería Biológica. Una ingeniería para el siglo XXI*. España: Prensas Universitarias de Zaragoza

- Centro de estudios latinoamericanos (1991) *De nuestra América. Los pueblos originarios*. Santiago de Chile: Ediciones CELA.
- Citta (2012) *Textiles biomiméticos*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2013. Disponible en: www.citta.com
- Clara (2014) *Importancia de la Biomimética*. Recuperado el 10 de Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.clara.com/>
- Croci (2012). *Biomimética aplicada a los textiles*. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.slideshare.net/miroli/presentacin-biomimtica-aplicada-a-los-textiles>
- EMITEX (2010). *Emitex*. Recuperado el 20 de marzo de 2013. Disponible en www.emitex.com.ar
- Entre lo urbano y lo cotidiano (2009) *Qatar Sprouts*. Recuperado el 10 de Enero de 2014 en: <http://entrelourbanoylocotidiano.blogspot.com.ar/2009/04/qatar-sprouts.html>
- Escámez, A. (2013) *Nacen dos camaleones en el centro de control de la biodiversidad*. Recuperado el 20 de Enero de 2014. Disponible en: <http://www.naturahoy.com/naturaleza/nacen-dos-camaleones-en-el-centro-de-control-de-la-biodiversidad-de-m-laga>
- Fair Companies (2014) *Biomimética: 10 diseños que imitan la naturaleza*. Recuperado el 03 de Enero de 2014 de Diciembre de 2013 en: <http://faircompanies.com/news/view/biomimesis-10-disenos-que-imitan-la-naturaleza/>
- Fernández, J. (1997) *Textiles inteligentes*. Recuperado el 1 de marzo de 2013. Disponible en: <http://es.baybio.com/info/fernandez20dsda08/0216-050711>
- Hernández Ortega. I. (2011) *Biomimética: la mariposa morpho y los ordenadores del futuro*. Recuperado el 1 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://culturaqueteregalo.blogspot.com.ar/2011/07/biomimetica-i-la-mariposa-morpho-y-los.html>
- Hollen, N. y Saddler J. (1997). *Introducción a los textiles* México: Limusa Noriega editores
- I.E.S. el piles (2014) *Adaptaciones de los seres vivos al medio*. Recuperado el 02 de Febrero de www.ieselpiles.com
- Ingenieros.es (2012) *Avances en Nanotecnología. Ropa sanitaria antibacteriana*. Recuperado el 4 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.ingenieros.es/noticias/ver/avances-en-nanotecnologia-ropa-sanitaria-antibacteriana/2926>

Instituto Nacional de Aprendizaje (2012). *La moda ecológica y el reciclaje como alternativas de desarrollo de las MYPIMES en Costa Rica*. Recuperado el 10 de diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.unevoc.unesco.org/>

INTI (2014). *Textiles*. Recuperado el 20 de marzo de 2013 Disponible en: www.inti.gov.ar

Marina textil (2014) *Tejidos de protección para policía y militar*. Recuperado el 12 de enero de 2014. Disponible en: http://www.marinatextil.net/tejidos-tecnicos/fitxa/tejidos-proteccion-policia-militar_105_22

Marino, P. (2012) *Biomimética aplicada a los textiles*. Buenos Aires: Ingeniería textil UTN.

Marino, P. (2005) *Textiles inteligentes. Investigación y desarrollo en materiales textiles*. Recuperado el 1 de diciembre de 2013. Disponible en: Textiles inteligentes Investigación y desarrollo en materiales textiles patricia marino 2005

Manrique Correa, H.C (s/f) Aplicación de nanotecnología en la industria textil colombiana. Recuperado el 7 de enero de 2014. Disponible en: http://www.revistavirtualpro.com/files/TI01_200908.pdf

Ministerio de medio ambiente (2013) *La biología alimentaria y reproductora del camaleón común*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2013 en http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/cap07_tcm7-20501.pdf

Mitre y el Campo (2013) *Biomimética: aprender de la naturaleza para desarrollar tecnologías*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.mitreyelcampo.com.ar/2013/08/11/biomimetica-aprender-de-la-naturaleza-para-desarrollar-tecnologias/>

Nanotecnología historia (2013) Euroresidentes. Disponible el 4 de febrero de 2014. Recuperado el 4 de febrero de 2014. Disponible en: http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/recursos_docentes/

Natura Hoy (2013) *CEPSA pone en marcha el primer centro de estudio para el camaleón común*. Recuperado el 05 de Junio de 2013 en www.naturahoy.com/naturaleza/cepsa-pone-en-marcha-el-primer-centro-de-estudio-para-el-camaleon-comun

Pcr (2012) *Historia de la sociedad humana. Del comunismo primitivo a nuestra época*. Recuperado el 12 de Febrero de 2014 en: www.pcr.org.ar/file/pub/historia.pdf

Peña, F. (2012) *Los camaleones cambian de color*. Recuperado el 10 de Febrero. Disponible en: <http://www.ojocientifico.com/4039/por-que-los-camaleones-cambian-de-color>

Peterson (2014) *Investigaciones científicas*. Recuperado el 1 de marzo de 2013. Disponible en http://www.investigaciones434341_45454.com

- Quintilli, M. (2012) *Nanociencia y Nanotecnología, un mundo pequeño*. Buenos Aires: Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo.
- Raya García, E. (2013). *Los camaleones de México para el mundo*. México D. F.: CONABIO.
- Redalyc.org (2012) *Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza*. Recuperado el 12 de Febrero de 2014 en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67424409007>
- Ribeiro, S. (2005). Los problemas de la Nanotecnología. Recuperado el 1 de enero de 2014. Disponible en: http://www.organicconsumers.org/espanol/230905_nano.htm
- Red textil argentina (2012) *Colorantes*. Recuperado el 5 de febrero de 2013. Disponible en <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/fibras/f-ennoblecimiento/223-insumos-para-el-ennoblecimiento-de-fibras/colorantes-textiles/colorantes-naturales/393-colorantes-naturales>
- Saltzman, A. (2004). *El cuerpo diseñado*. Buenos Aires: Ed. Paidós
- Saulquin, S. (1990). *La moda en Argentina*. Buenos Aires: Ed. Emecé
- Saulquin, S. (2010). *La muerte de la moda, el día después*. Buenos Aires: Ed. Paidós
- Schmedes, D. R. (Productor) y Schmedes, A. (director). (2009). *Kamæleonernes Strand*. [DVD]. Grecia: Media.
- Taller Biónica (2012) *La naturaleza se hace moda: Biomimética Fashion Show 2012*. Recuperado el 16 de Febrero de 2014 en: <http://tallerdebionica.blogspot.com.ar/2013/11/la-naturaleza-se-hace-moda-biomimetica.html>
- The Biomimicry Institue (2008) *Biomimicry, Innovation Inspired by Nature*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2008 en: www.openwetware.org/images/c/c1/IBE_-_biomimicry_lecture.pdf
- Tornelli, R. y Hulmann, A. (2014) *La nanotecnología. Innovaciones para el mundo de mañana*. Madrid: Comisión Europea
- UNESCO (2014). *La moda ecológica y el reciclaje como alternativa*. Recuperado el 20 de Enero de 2014. Disponible en: www.unevoc.unesco.org
- Valdavia, J. (2013) *Aguadulce, tierra de camaleones*. Recuperado el 13 de Agosto de 2013 en: <http://www.ideal.es/almeria/v/20130806/poniente/aguadulce-tierra-camaleones-20130806.html>
- Velasco, A. (2009) *Tecnomoda: Una mirada al mundo presente*. Recuperado el 30 de noviembre de 2013. Disponible en: <http://www.20minutos.es/noticia/440831/0/tecnomoda/agustin/velasco/>

Vierma Muro, M. (2008) *Introducción al estudio del color*. Recuperado el 20 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://coloryteoria.blogspot.com.ar/>

Xatakaciencia (2009) *¿Los camaleones cambian de color realmente?* Recuperado el 22 de Enero de 2014 en: <http://www.xatakaciencia.com/biologia/los-camaleones-cambian-de-color-realmente>

Bibliografía

Ask Nature (2014) *Skin changes color: chameleons*. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: www.asknature.com

Barker (Productor). (2009). *Camaleones, los guerreros del arco iris* [DVD]. Recuperado el 10 de enero de 2014 de <http://www.youtube.com/watch?v=yoWKaW91zcc>

Benyus, J. (2002) Charla Ted. [Video]. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=2oVZsZu1lml&list=PLC7FCACD210AC4F4E>

Benyus, J. (2009) Charla Ted [Video]. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=W5j2HI9pIBQ>

Bigano, D. (2014) *Ropa de leds y que cambia de color con la temperatura corporal*. Recuperado el 23 de Marzo de 2013 en: http://www.24siete.info/nota-169014-Tecnologia-Ropa_leds_y_cambia_color_con_temperatura_corporal.html

Biomimética (2008) *El camaleón*. Recuperado el 20 de Febrero. Disponible: <http://biomimetica.wordpress.com/>

Biomimicry 3.8 (2012) *Biomimicry 3.8 Institute*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013 en www.biomimicry.net/about/biomimicry38/institute/

Biomimicry 3.8 (2012) *Case Examples*. Recuperado el 16 de Enero de 2014 en: <http://biomimicry.net/about/biomimicry/case-examples/>

Butler (2008) *Cambios tecnológicos*. Recuperado el 20 de marzo de 2013. Disponible en: http://es.mongabay.com/news/2008/0216-050711-rhett_butler.html (2008=

Castellano, M.D (2010) *Ingeniería Biológica. Una ingeniería para el siglo XXI*. España: Prensas Universitarias de Zaragoza

Centro de estudios latinoamericanos (1991) *De nuestra América. Los pueblos originarios*. Santiago de Chile: Ediciones CELA.

Citta (2012) *Textiles biomiméticos*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2013. Disponible en: www.citta.com

Clara (2014) *Importancia de la Biomimética*. Recuperado el 10 de Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.clara.com/>

Croci (2012). *Biomimética aplicada a los textiles*. Recuperado el 10 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.slideshare.net/miroli/presentacin-biomimtica-aplicada-a-los-textiles>

EMITEX (2010). *Emitex*. Recuperado el 20 de marzo de 2013. Disponible en www.emitex.com.ar

Entre lo urbano y lo cotidiano (2009) *Qatar Sprouts*. Recuperado el 10 de Enero de 2014 en: <http://entrelourbanoylocotidiano.blogspot.com.ar/2009/04/qatar-sprouts.html>

Escámez, A. (2013) *Nacen dos camaleones en el centro de control de la biodiversidad*. Recuperado el 20 de Enero de 2014. Disponible en: <http://www.naturahoy.com/naturaleza/nacen-dos-camaleones-en-el-centro-de-control-de-la-biodiversidad-de-m-laga>

Fair Companies (2014) *Biomimética: 10 diseños que imitan la naturaleza*. Recuperado el 03 de Enero de 2014 de Diciembre de 2013 en: <http://faircompanies.com/news/view/biomimesis-10-disenos-que-imitan-la-naturaleza/>

Fernandez, J. (1997) *Textiles inteligentes*. Recuperado el 1 de marzo de 2013. Disponible en: <http://es.baybio.com/info/fernandez20dsda08/0216-050711>

Hollen, N. y Saddler J. (1997). *Introducción a los textiles* México: Limusa Noriega editores

Heller, E. (2008) *Psicología del color*. Barcelona: Gustavo Guilli editores.

I.E.S. el piles (2014) *Adaptaciones de los seres vivos al medio*. Recuperado el 02 de Febrero de www.ieselpiles.com

Instituto Nacional de Aprendizaje (2012). *La moda ecológica y el reciclaje como alternativas de desarrollo de las MYPIMES en Costa Rica*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.unevoc.unesco.org/>

INTI (2014). *Textiles*. Recuperado el 20 de marzo de 2013 Disponible en: www.inti.gov.ar

Marina textil (2014) *Tejidos de protección para policía y militar*. Recuperado el 12 de Enero de 2014. Disponible en: http://www.marinatextil.net/tejidos-tecnicos/fitxa/tejidos-proteccion-policia-militar_105_22

Marino, P. (2012) *Biomimética aplicada a los textiles*. Buenos Aires: Ingeniería textil UTN

Ministerio de medio ambiente (2013) *La biología alimentaria y reproductora del camaleón común*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2013 en http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/cap07_tcm7-20501.pdf

Mitre y el Campo (2013). *Biomimética: aprender de la naturaleza para desarrollar tecnologías*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.mitreycampo.com.ar/2013/08/11/biomimetica-aprender-de-la-naturaleza-para-desarrollar-tecnologias/>

- Natura Hoy (2013) *CEPSA pone en marcha el primer centro de estudio para el camaleón común*. Recuperado el 05 de Junio de 2013 en www.naturahoy.com/naturaleza/cepsa-pone-en-marcha-el-primer-centro-de-estudio-para-el-camaleon-comun
- Pcr (2012) *Historia de la sociedad humana. Del comunismo primitivo a nuestra época*. Recuperado el 12 de Febrero de 2014 en: www.pcr.org.ar/file/pub/historia.pdf
- Peña, F. (2012) *Los camaleones cambian de color*. Recuperado el 10 de Febrero. Disponible en: <http://www.ojocientifico.com/4039/por-que-los-camaleones-cambian-de-color>
- Peterson (2014) *Investigaciones científicas*. Recuperado el 1 de marzo de 2013. Disponible en http://www.investigaciones434341_45454.com
- Puntatlantis (2003) *Camaleón Común (Camaeleo chamaeleon) "El Dragón Andaluz"*. Recuperado el 19 de Enero de 2014 en: <http://nuestronombre.es/puntatlantis/files/triptico-camaleon-comun-difusion.pdf>
- Quinones J. (2013) *Suzanne Lee: cultivando moda*. Recuperado el 7 de diciembre de 2013. Disponible en <http://culturacolectiva.com/suzanne-lee-cultivando-moda/>
- Raya García, E. (2013). *Los camaleones de México para el mundo*. México-
- Redalyc.org (2012) *Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza*. Recuperado el 12 de Febrero de 2014 en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67424409007>
- Rodríguez, A. (s/f) *Nuevos materiales*. Recuperado el 22 de diciembre de 2013. Disponible en <http://www.materialesde.com/nuevos-materiales/>
- Saltzman, A. (2004). *El cuerpo diseñado*. Buenos Aires: Ed. Paidós
- Saulquin, S. (1990). *La moda en Argentina*. Buenos Aires: Ed. Emecé
- Saulquin, S. (2010). *La muerte de la moda, el día después*. Buenos Aires: Ed. Paidós
- Schmedes, D. R. (Productor) y Schmedes, A. (director). (2009). *Kamæleonemes Strand*. [DVD]. Grecia: Media.
- Scott, R. (1995). *Fundamentos del diseño*. México D. F.: Ed. Limusa S.A.
- Taller Biónica (2012) *La naturaleza se hace moda: Biomimética Fashion Show 2012*. Recuperado el 16 de Febrero de 2014 en: <http://tallerdebionica.blogspot.com.ar/2013/11/la-naturaleza-se-hace-moda-biomimetica.html>

The Biomimicry Institute (2008) *Biomimicry, Innovation Inspired by Nature*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2008 en: www.openwetware.org/images/c/c1/IBE_-_biomimicry_lecture.pdf

Tornelli, R. y Hulmann, A. (2014) *La nanotecnología*. Innovaciones para el mundo de mañana. Madrid: Comisión Europea

UNESCO (2014). *La moda ecológica y el reciclaje como alternativa*. Recuperado el 20 de Enero de 2014. Disponible en: www.unevoc.unesco.org

Valdavia, J. (2013) *Aguadulce, tierra de camaleones*. Recuperado el 13 de Agosto de 2013 en: <http://www.ideal.es/almeria/v/20130806/poniente/aguadulce-tierra-camaleones-20130806.html>

Wong, W. (2004). *Fundamentos del diseño*. Barcelona: Ed. GG Diseño

Xatakaciencia (2009) *¿Los camaleones cambian de color realmente?* Recuperado el 22 de Enero de 2014 en: <http://www.xatakaciencia.com/biologia/los-camaleones-cambian-de-color-realmente>