

**PROYECTO DE GRADUACION**

Trabajo Final de Grado

**Sistema cuántico**

La Física Cuántica interpretada por el diseño de indumentaria

Josefina Schargorodsky

Cuerpo B del PG

25/02/2011

Diseño de Indumentaria

Facultad de Diseño y Comunicación

Universidad de Palermo

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>Pág. 1</b>
<b>La física cuántica.....</b>	<b>Pág. 5</b>
<b>1.1 Síntesis.....</b>	<b>Pág. 5</b>
<b>1.2 Qué es la física cuántica.....</b>	<b>Pág. 5</b>
1.2.1 Las ciencias físicas.....	Pág. 5
1.2.2 La mecánica cuántica.....	Pág. 7
1.2.2.1 Los orígenes de la teoría cuántica.....	Pág. 7
1.2.3 Las innovaciones respecto a la física clásica.....	Pág. 9
<b>1.3 Los principales elementos de estudio.....</b>	<b>Pág. 10</b>
1.3.1 Movimiento ondulatorio.....	Pág. 11
1.3.1.1 Aspecto científico.....	Pág. 11
1.3.1.2 Aspecto filosófico.....	Pág. 14
1.3.2 Espacio y tiempo.....	Pág. 15
1.3.2.1 Aspecto científico.....	Pág. 15
1.3.2.2 Aspecto filosófico.....	Pág. 16
1.3.3 Materia.....	Pág. 16

1.3.3.1 Aspecto científico.....	Pág. 17
1.3.3.2 Aspecto filosófico.....	Pág. 18
1.3.4 Principio de incertidumbre.....	Pág. 19
1.3.4.1 Aspecto científico.....	Pág. 19
1.3.4.2 Aspecto filosófico.....	Pág. 20
1.3.5 Energía.....	Pág. 21
1.3.5.1 Aspecto científico.....	Pág. 21
1.3.5.2 Aspecto filosófico.....	Pág. 23
<b>1.4 Conclusión.....</b>	<b>Pág. 23</b>
<b>2. El diseño de indumentaria.....</b>	<b>Pág. 24</b>
<b>2.1 Síntesis.....</b>	<b>Pág. 24</b>
<b>2.2 Concepto de diseño de indumentaria.....</b>	<b>Pág. 24</b>
2.2.1 Aplicaciones y funcionalidad.....	Pág. 27
<b>2.3 Conclusión.....</b>	<b>Pág. 34</b>
<b>3. La física cuántica desde la metodología proyectual.....</b>	<b>Pág. 35</b>
<b>3.1 Síntesis.....</b>	<b>Pág. 35</b>
<b>3.2 Metodología de las ciencias físicas.....</b>	<b>Pág. 35</b>

3.2.1 El método científico.....	Pág. 36
<b>3.3 Metodología proyectual.....</b>	<b>Pág. 40</b>
<b>3.4 Propuesta de metodología.....</b>	<b>Pág. 47</b>
<b>3.5 Conclusión .....</b>	<b>Pág. 48</b>
<b>4. Lenguaje y comunicación visual: La física cuántica desde el diseño.....</b>	<b>Pág. 50</b>
<b>4.1 Síntesis.....</b>	<b>Pág. 50</b>
<b>4.2 La comunicación visual.....</b>	<b>Pag. 50</b>
4.2.1 El proceso de comunicación humana.....	Pág. 50
4.2.2 Definición de la comunicación visual.....	Pág. 52
4.2.2.1 El mensaje visual.....	Pág. 53
4.2.2.1.1 Elementos del lenguaje visual.....	Pág. 54
<b>4.3 La sintaxis de la imagen.....</b>	<b>Pág. 56</b>
<b>4.4 Lenguaje visual y elementos del diseño.....</b>	<b>Pág. 60</b>
<b>4.5 Interpretación del concepto física cuántica desde el lenguaje visual.....</b>	<b>Pág. 64</b>
4.5.1 Onda.....	Pág. 65
4.5.2 Energía.....	Pág. 65

4.5.3	Materia.....	Pág. 66
4.5.4	Espacio y tiempo.....	Pág. 67
4.5.5	Incertidumbre.....	Pág. 67
4.6	<b>Conclusión.....</b>	<b>Pág. 68</b>
5.	<b>Construcción y estructura de las prendas conforme al espacio-tiempo cuántico.....</b>	<b>Pág. 69</b>
5.1	<b>Síntesis.....</b>	<b>Pág. 69</b>
5.2	<b>Sustento en la Topología Cuántica.....</b>	<b>Pág. 69</b>
5.2.1	Teoría de trenzas.....	Pág. 70
5.3	<b>Propuesta de construcción Cuántica.....</b>	<b>Pág. 72</b>
5.3.1	Concepción del textil .....	Pág. 73
5.3.1.1	Cuatro hilos, hilados .....	Pág. 73
5.3.2	Sistema de moldería.....	Pág. 74
5.3.2.1	Cuatro piezas, cuatro recortes para la construcción del diseño.....	Pág. 74
5.3.3	Sistema de confección.....	Pág. 75
5.4	<b>Conclusión.....</b>	<b>Pág. 76</b>

**Conclusión.....Pág. 77**

**Lista de referencias bibliográficas.....Pág. 81**

**Bibliografía.....Pág. 85**

### **Índice de tablas y figuras**

#### **Figuras**

**N° 1 Metodología proyectual comparada con la receta de arroz verde.....Pág. 46**

**N° 2 Esquema de la comunicación visual.....Pág. 51**

**N°3 Esquema de trenza de cuatro cuerdas.....Pág. 72**

## **Introducción**

El tema elegido para la realización de este trabajo es la Física Cuántica. A partir de éste se desarrollará una propuesta de diseño de indumentaria.

En este proyecto se abordará el paradigma abstracto y moderno propuesto por la Física Cuántica desde la perspectiva del diseño de indumentaria. Proponiendo así un nuevo paradigma en el diseño de indumentaria, una ruptura del método tradicional del diseñador y una interpretación de la Física Cuántica desde el lenguaje visual y lo constructivo.

El planteo del problema queda establecido en forma de pregunta de la siguiente manera: ¿es posible proponer un nuevo paradigma de diseño en relación al propuesto por la Física Cuántica?

La justificación de la elección del tema está fundamentada por la relevancia de la Física Cuántica, uno de los últimos grandes estudios de las Ciencias Físicas. Implica un cambio en el pensamiento y la concepción del universo. Es tomada como un nuevo paradigma en la actualidad y a partir de esto se han elaborado incluso metodologías de conocimiento Cuánticas. Además se trata de una temática abstracta no explorada por el ámbito del diseño de indumentaria por la complejidad que presenta su interpretación.

El objetivo general es diseñar una colección de prendas que parten de molderías básicas que responda a nivel conceptual y metodológico al paradigma propuesto por la Física Cuántica.

Los objetivos específicos son:

Conocer la temática de estudio de la Física Cuántica.

Conocer la metodología de las Ciencias Físicas.

Conocer cuáles son las innovaciones que aporta la Física Cuántica a la ciencia contemporánea.

Definir el diseño de indumentaria.

Conocer la metodología de trabajo del diseño.

Proponer una metodología de trabajo a partir de la de las Ciencias Físicas y la del diseño.

Realizar una interpretación del concepto desde lo constructivo y estructural.

Conocer como se debe trabajar la moldería, el textil y confección para que comunique el concepto.

Conocer el funcionamiento de la comunicación visual y sus recursos.

Definir elementos del lenguaje visual que comuniquen el concepto.

El aporte de este trabajo está basado en la utilización de este paradigma en el ámbito del diseño de indumentaria. Proponer un nuevo paradigma para el diseño de indumentaria, un método de trabajo inspirado y basado en la Física Cuántica.



El desarrollo de la colección, regida por el paradigma de la Física Cuántica, implica que el trabajo esté enmarcado en la categoría creación y expresión.

En la investigación del estado del conocimiento se encontraron artículos acerca de la aplicación de la Física Cuántica en áreas referentes a las Ciencias Sociales, la Educación y la Arquitectura. Escritos sobre Arquitectura Cuántica, Física y Filosofía y la Física Cuántica aplicada al pensamiento humano demuestran la posible aplicación de la teoría moderna Cuántica en campos ajenos al de la Física.

Se encontraron

Capec, Milic (1965). *El impacto filosófico de la Física contemporánea*. Madrid. Editorial Tecnos. Acerca de la Física Cuántica y la Filosofía.

Navarro, Luis (1992). *Las interacciones ciencia - sociedad a la luz de la mecánica Cuántica y su interpretación*. Barcelona. Editorial Tusquet Editores. Acerca de la Física Cuántica y su relación con la sociedad.

Caituiro-Monge, Hillary. *Arquitectura Cuántica*. Publicación de Electrical and Computer Engineering Department University of Puerto Rico. Recuperado el 12 de agosto de 2010. <http://www.ece.uprm.edu/~s011015/personal/writings/arquitecturacuantica/arquitecturacuantica.pdf>

Acerca de la relación entre la arquitectura y la Física Cuántica.

Pauli, Wolfgang (1996). *Escritos sobre Física y filosofía*. Editado por Charles P. Enz y Kart von Meyenn. Recuperado el 12 de agosto de 2010

[http://www.arteuna.com/laboratorio/1-Wolfgang\\_Pauli.pdf](http://www.arteuna.com/laboratorio/1-Wolfgang_Pauli.pdf)

Cardenas Espinosa, Rubén Darío. (2010). *La Física Cuántica y el pensamiento humano*. Publicado en contribuciones a las Ciencias sociales. Recuperado el 15 de agosto de 2010

<http://eumed.net/rev/cccss/08/rdce2.pdf>

Las contribuciones de la Física Cuántica a las Ciencias Sociales.

## **Capítulo 1 La Física Cuántica**

*"Aquellos que no quedaron disgustados, la vez que se iniciaron con la mecánica Cuántica, seguramente no la entendieron"*

*Niels Bohr. (1885-1962) (Citas)*

### **1.1 Síntesis**

La Física Cuántica es una de las más importantes revoluciones de las Ciencias Físicas. Implica un antes y después en el estudio de la disciplina. Con el surgimiento de la concepción Cuántica, la Física Clásica es redefinida y nace la Física contemporánea. (Davies y Brown 1986)

En este proyecto el concepto se estudiará desde el aspecto teórico. Se definirá el mismo y los elementos más importantes que lo componen. De estos se realizará un recorte para trabajar desde el diseño de indumentaria. Este recorte se realiza a partir de la interpretación filosófica de esta ciencia, es decir, el impacto que estos nuevos descubrimientos generan en la concepción del universo.

### **1.2 Qué es la Física Cuántica**

#### **1.2.1 Las Ciencias Físicas**

La Física tiene como objetivo formular respuestas a los misterios de la naturaleza. Los indicios para las respuestas provienen del universo, la naturaleza misma. Serán los científicos los que los

analicen para brindar una explicación acerca del comportamiento del universo. (Einstein, Infeld, 1939)

Dentro del campo de la ciencia existe el estudio de las Ciencias Físicas. Tripler (1990, pág. 2) introduce la Física

La Física clásica, expresión que normalmente se refiere a la mecánica, la luz, el calor, el sonido, la electricidad y el magnetismo, que ya eran bien comprendidos en el siglo pasado antes del advenimiento de la relatividad y la teoría Cuántica, que empezaron a desarrollarse al principio del siglo veinte. La aplicación de la relatividad especial y especialmente de la teoría Cuántica a la descripción de sistemas microscópicos como los átomos, moléculas y núcleos y a una comprensión detallada de los sólidos, líquidos y gases suele mencionarse como Física moderna

Entonces, dentro del estudio de las Ciencias Físicas existe la Física Clásica y la Física Moderna. La Física Moderna introdujo modificaciones en las bases de la Física Clásica.

Los estudios de la Física clásica nacen a partir de la observación de los fenómenos del universo. Las leyes Físicas se expresan como ecuaciones matemáticas que se utilizan como predicciones para determinar ciertos fenómenos. La matemática es una herramienta de estudio que utiliza la Física. (Tripler 1990). Por esto, existe una diferencia entre la Física teórica y la Física experimental. Mientras que la teórica se ocupa de la observación de los

resultados, la experimental formula las ecuaciones y se maneja, principalmente con unidades de magnitud (Tripler 1990). En este trabajo se indagará la Física teórica.

### **1.2.2 La Mecánica Cuántica**

La Mecánica Cuántica es la rama de la Física que se ocupa de formular una explicación precisa de la realidad atómica. Definir específica y exactamente la naturaleza del átomo. Esto consta del estudio de las propiedades del átomo de manera racional. El estudio visible de lo invisible. (Weisskopf, 1989)

Para comenzar a comprender la Teoría Cuántica se debe definir qué es un cuanto. Según Davies y Brown (1986, pág. 11) "La palabra cuanto significa cantidad o porción discreta. (...) las propiedades de las partículas atómicas, como su movimiento, energía y espín no siempre presentan variaciones suaves, sino que, por el contrario pueden diferir en cantidades discreta". El cuanto es, entonces, la unidad de magnitud que se utiliza a escala atómica. Esta es la principal diferencia que presenta la teoría Cuántica de la Mecánica Clásica, la posibilidad de considerar magnitudes extremadamente pequeñas que la Mecánica Clásica no podía resolver. (Davies, Brown, 1986)

#### **1.2.2.1 Los orígenes de la Teoría Cuántica**

La historia de la Teoría Cuántica comienza a principios del siglo XX. Davies y Brown (1986, pág. 12) explican

La teoría Cuántica tuvo sus orígenes vacilantes en el año 1900, con la publicación de un artículo por el físico alemán Max Planck. Planck dirigió su atención a lo que era todavía un problema no resuelto en la Física del siglo XIX, y que concernía a la distribución entre diversas longitudes de onda de la energía calorífica radiada por un cuerpo caliente. Bajo ciertas condiciones ideales, la energía se distribuye de un modo característico, que Planck demostró que podía ser explicado suponiendo que la radiación electromagnética es emitida por el cuerpo en paquetes discretos a los que llamo "cuanta". La razón de este comportamiento espasmódico era desconocida, y simplemente tenía que aceptarse *ad hoc*.

El escrito de Planck llama la atención de Einstein quien profundiza el tema relacionándolo con su investigación acerca del efecto fotoeléctrico. Con esta nueva concepción de cuanto, Einstein comienza a considerar el haz luminoso como un conjunto de partículas (cuantos) a las que llama fotones. Esta novedosa descripción del haz de luz difería de la tradicional que afirmaba que la luz consistía en ondas continuas propagadas. En ese momento comienza el conflicto de la diferenciación onda de partícula. (Davies, Brown, 1986.)

Davies y Brown (1986, pág. 13) explican

La dicotomía onda-partícula, sin embargo, no estaba restringida a la luz. Los físicos de la época estaban también interesados en la estructura de los átomos (...) En 1913 Bohr propuso que los

elementos atómicos están también "cuantizados", en el sentido de que pueden permanecer en ciertos niveles fijos sin perder energía.

A partir de esto es que se empieza a considerar la posibilidad de aplicar la medida cuanto a las partículas subatómicas y poder empezar a definir con exactitud la estructura del átomo.

### **1.2.3 Las innovaciones respecto de la Física Clásica**

La Mecánica Cuántica es la última de las grandes ramas de la [Física](#). Cuando comienza las teorías clásicas intentaban explicar lo que rodea al ser humano se volvían insuficientes para explicar ciertos fenómenos.

Siguiendo a Davies y Brown (1986), la Mecánica Cuántica introduce una serie de hechos inesperados que no aparecían en los paradigmas físicos anteriores; con ella se descubre que el mundo atómico no se comporta como se intuía.

Sucede entonces el colapso del átomo clásico. Davies y Brown (1986, pág. 14) comparan

Las teorías predicen que un electrón atómico que sigue en una órbita radiara continuamente ondas electromagnéticas, perdiendo así energía y cayendo en espiral hacia el núcleo. La teoría Cuántica predice la existencia de niveles de energía discretos no radiactivos en los que la onda asociada al electrón

precisamente se ajusta alrededor del núcleo, formando patrones de ondas estacionarias.

Este cambio de pensamiento permite la comprensión de muchos otros fenómenos hasta ese momento inexplicables para la Física Clásica como la radioactividad, el enlace químico y los espectros atómicos. (Davies, Brown 1986)

Sin embargo, Davies y Brown (1986, pág. 16) declaran

Este magnífico edificio teórico está fundado sobre una profunda y molesta paradoja que ha llevado a algunos físicos a declarar que la teoría no tiene finalmente sentido. El problema, que de hecho ya surgió a finales de los años 1920 y comienzo de los 1930, tiene que ver no con los aspectos técnicos de la teoría, sino con la interpretación de esta.

Esta paradoja está basada en la peculiaridad del cuanto. Esta peculiaridad se constata cuando un objeto, como un fotón manifiesta propiedades ondulatorias y corpusculares (Davies, Brown 1986). Es decir, se manifiesta como onda o como partícula. Estas dos manifestaciones coexisten en las propiedades del fotón y se manifiestan de manera aleatoria. Se pueden calcular probabilidades pero no se puede definir un comportamiento exacto. Antes de la Física Cuántica se suponía que todos los fenómenos del universo eran predictibles. Estas ideas implican la existencia de la incertidumbre en el estudio del átomo y otras partículas. (Davies, Brown, 1986)



Entonces es cuando empiezan a considerarse los conceptos de [incertidumbre](#), [indeterminación](#) o [cuantización](#) en la ciencia.

### **1.3 Los principales elementos de estudio**

La base del estudio está conformada por el átomo, los núcleos y las partículas elementales. Como se menciona anteriormente, intenta determinar la estructura y la trayectoria del átomo. (Davies y Brown, 1986)

Sin embargo para la realización del proyecto se realiza un recorte de los elementos. Este recorte está fundamentado teóricamente por el escrito realizado por Milic Capek (1965) *El impacto filosófico de la Física contemporánea*.

La selección de los contenidos del tema para la realización del proyecto se realiza a partir de la interpretación filosófica de los elementos más importantes de estudio de la Física Cuántica. Se detallarán las características de cada uno de los elementos desde su aspecto científico y desde su interpretación filosófica.

#### **1.3.1 Movimiento ondulatorio**

##### **1.3.1.1 Aspecto científico**

Una onda es la propagación de una perturbación transportando energía. Pueden propagarse en el espacio-tiempo si el medio no es infinitamente rígido ni infinitamente flexible. Si todas las partes que constituyen al medio estuvieran ligadas se produce el movimiento ondulatorio. Asimismo todo movimiento ondulatorio

tiene energía asociada a él. (Sears, Zemansky, Young, Freedman, 2004)

La onda está compuesta por diferentes elementos, estos son

Cresta: es el punto más alto de dicha amplitud o punto máximo de saturación de la onda.

Período: es el tiempo que tarda la onda de ir del máximo punto de amplitud al siguiente.

Amplitud: es la distancia vertical entre una cresta y el punto medio de la onda. Pueden existir ondas cuya amplitud sea variable, es decir, crezca o decrezca con el paso del tiempo.

Frecuencia: es la cantidad de veces que es repetida dicha vibración en un determinado periodo

Valle: Es el punto más bajo de una onda.

Longitud de onda: Distancia que hay entre dos crestas de onda consecutivas. (Sears et al, 2004)

Todas las ondas pueden experimentar los siguientes procesos

La Difracción ocurre cuando una onda al topar con el borde de un obstáculo deja de ir en línea recta para rodearlo. El tamaño del obstáculo implicara el tamaño de abertura de la onda que se produce. (Blakwood, Kelly y Bell, 1967)

El [efecto Doppler](#) es producido debido al movimiento relativo entre la fuente emisora de las ondas y el receptor de las mismas. Está relacionado con el sonido y sucede cuando la fuente de sonido y el receptor del mismo están en movimiento. (Sears et al 2004)

La [interferencia](#) ocurre cuando dos ondas se combinan al encontrarse en el mismo punto del espacio. Blackwood et al (1967, pág. 254) explican

Cuando las ondas pequeñas se cruzan unas con otras, se van por vías diferentes; el cruce no afecta lo que pase a las ondas posteriormente. Sin embargo, en situaciones especiales, las pequeñas ondas se reúnen en ciertos puntos, de tal manera que la cresta de una onda siempre se encuentra con la cresta de otra; el desplazamiento del agua en ese punto, es la suma de los desplazamientos individuales y resulta una cresta de altura doble. Es esos puntos, las ondas interfieren constructivamente.

La [reflexión](#) ocurre cuando una onda, al encontrarse con un nuevo medio que no puede atravesar, cambia de dirección. Blackwood et al (1967, pág. 253) ejemplifican "si las ondas llegan contra una pared vertical, se reflejan"

La [refracción](#) ocurre cuando una onda cambia de dirección al entrar en un nuevo medio en el que viaja a distinta velocidad. Blackwood et al (1967, pág. 253) explican "Las ondas se refractan cuando su velocidad disminuye; su frecuencia es la misma, pero su longitud de onda es menor"

Existen, a su vez, diferentes tipos de ondas

Ondas mecánicas: Sears et al explican (2004, pág. 548)

Una onda mecánica es una perturbación que viaja por un material o una sustancia que es el medio de la onda. Al viajar la onda por el medio, las partículas que constituyen el medio sufren desplazamientos de varios tipos, dependiendo de la naturaleza de la onda.

Entonces, las ondas mecánicas necesitan un medio (sólido, líquido o gaseoso) para propagarse.

Ondas electromagnéticas: las ondas electromagnéticas se propagan por el espacio sin necesidad de un medio, pudiendo por lo tanto propagarse en el vacío. (Sears et al, 2004)

Las ondas mecánicas se pueden clasificar a su vez en (Sears et al 2004)

Ondas longitudinales: son aquellas que se caracterizan porque las partículas del medio se mueven (o vibran) paralelamente a la dirección de propagación de la onda.

Ondas transversales: son aquellas que se caracterizan porque las partículas del medio vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda.

#### **1.3.1.2 Aspecto filosófico**

Aquí se enumeran las características enunciadas por Milic Capek (1965)

El autor interroga acerca del qué es el movimiento carente de una cosa que se desplace. Concibe la materia reabsorbida en el espacio tiempo. Entonces, considera que el espacio no puede ser concebido como medio a manera de recipiente pasivo, indiferente a los cambios de su contenido físico. El movimiento no es solo un desplazamiento de una partícula visible y aislada en el espacio sino también un desplazamiento simultáneo de todo el complejo de eslabones gravitatorios y electromagnéticos mediante los cuales una partícula tiene conexión con todo el universo.

Menciona que el movimiento invisible suele ser descartado porque no afecta los sentidos y carece de importancia y, considera el movimiento como el desplazamiento de las modificaciones espacio temporales locales.

Acerca del movimiento en la materia explica que la masa se convierte en función de velocidad y como toda forma de energía tiene su efecto de masa y por tanto debe modificar la masa inercial total.

Habla acerca de la fusión de masa y movimiento y lo psicológicamente difícil de conseguir. Se propuso la eliminación de esta característica paradójica de la teoría Cuántica negando la continuidad matemática del tiempo.

### **1.3.2 Espacio y tiempo**

### **1.3.2.1 Aspectos científicos**

La expresión *espacio-tiempo* surge a partir de la Mecánica Cuántica. Antes se consideraba el espacio independiente del tiempo. El *espacio-tiempo* es una entidad geométrica en la que se desarrollan todos los eventos físicos del universo. La conjunción de estos dos términos responde a la necesidad de considerar unificadamente la localización geométrica en el tiempo y el espacio, ya que la diferencia entre componentes espaciales y temporales es relativa según el estado de movimiento del observador. Entonces, un evento cualquiera puede ser descrito por una o más coordenadas espaciales, y una temporal. (Einstein, Infeld 1996)

A partir de esto el espacio y el tiempo ya no pueden ser considerarse de manera independiente o absoluta.

### **1.3.2.2 Aspectos filosóficos**

Milic Capec (1965) habla de la estructura dinámica del espacio y tiempo.

Propone el surgimiento de un nuevo significado de la espacialidad. La fusión de espacio y tiempo implica una transformación del concepto de distancia a distancias *espacio-temporales*. Entonces, propone relaciones de independencia causal; copresencia, cotransformación o cofluidez de líneas universales individuales accionándose de manera recíproca en el tiempo pero no uniéndose de

un modo instantáneo intemporal, esto constituiría la base dinámica de la espacialidad.

Explica que el nuevo espacio relativista es inseparable de la duración: implica la presencia de las 4 dimensiones y divisibilidad infinita de las regiones espaciotemporales.

### **1.3.3 Materia**

#### **1.3.3.1 Aspectos científicos**

Siguiendo a Sears et al(2004), en el contexto de la [Física moderna](#) se entiende por materia cualquier campo, entidad, o discontinuidad traducible a [fenómeno](#) perceptible que se propaga a través del *espacio-tiempo* a una velocidad igual o inferior a la de la [luz](#) y a la que se pueda asociar [energía](#).

Las principales cualidades son (Sears et al 2004):

- Presenta dimensiones, es decir que ocupa un lugar en un *espacio-tiempo* determinado.
- Presenta inercia, definida como la resistencia que opone la materia a modificar su estado de reposo o movimiento.
- La materia másica puede ser estudiada desde los puntos de vista [macroscópico](#) y [microscópico](#).

A nivel microscópico (Blackwood et al 1967) la materia puede entenderse como un agregado de moléculas. Éstas son agrupaciones de átomos que forman parte del nivel microscópico. A su vez

existen niveles microscópicos que permiten descomponer los átomos en constituyentes aún más elementales, estos son los electrones, protones y neutrones que se diferencian por sus cargas.

A nivel macroscópico (Blackwood et al 1967), la materia se presenta en uno de cuatro estados de agregación molecular, por lo tanto el estado físico de una sustancia puede ser solido, líquido, gaseoso o plasma.

Propiedades generales de la materia (Blackwood et al 1967)

Las propiedades extensivas son la masa, el peso y el volumen.

Las propiedades intensivas son las cualidades de la materia independientes de la cantidad que se trate, es decir no dependen de la masa, no son aditivas y generalmente resultan de la composición de dos propiedades extensivas.

#### **1.3.3.2 Aspecto filosófico de la materia**

En este caso Milic Capec (1965) habla de la evolución del concepto de materia.

Introduce el concepto de geometrización de la materia, dinamización del *espacio-tiempo*. Explica que la nueva concepción incentiva a comenzar a buscar unidades en la naturaleza más pequeñas y fundamentales. Aclama la existencia de acumulaciones de partículas en movimiento, esto alimenta la esperanza de los físicos de encontrar una partícula sólida microscópica.



A partir del cambio de la concepción de la materia, la masa total de un agregado material ya no es igual a la suma matemática de sus componentes individuales. Desaconseja considerar la posible indestructibilidad de la materia sólo porque ha perdido sus propiedades visuales y explica que hay materia que solo existe en movimiento y desaparece en reposo.

Propone sustituir el término partícula por suceso, argumentando que una partícula es una serie de sucesos sucesivos.

Considera que la materia no es algo estático y predecible como se pensaba, es algo insustancial, porque en el mundo subatómico existe una gran energía en un pequeño *espacio-tiempo*, de apariencia caótica.

Explica que en el espacio que hay en los átomos, las partículas ocupan un volumen insignificante y el resto es espacio vacío. Estas partículas aparecen y desaparecen y no se sabe dónde van.

La Física Cuántica dice que la realidad es un campo de potenciales posibilidades infinitas, y sólo se materializa la que es observada.

#### **1.3.4 Principio de incertidumbre**

##### **1.3.4.1 Aspecto científico**

Blackwood et al (1967, pág. 561) define el principio de incertidumbre

La incertidumbre en la posición, multiplicada por la incertidumbre en la cantidad de movimiento, es aproximadamente igual a la constante de Planck. Conforme estamos más ciertos de la localización de una partícula, estamos menos ciertos de su cantidad de movimiento.

Esto afirma que no se puede determinar de manera precisa ciertos pares de variables Físicas, como son la posición y el momento lineal (cantidad de movimiento) de un objeto dado. Cuanta mayor certeza se busca en determinar la posición de una partícula, menos se conoce su cantidad de movimiento lineal y, por tanto, su velocidad. Esto implica que las partículas, en su movimiento, no tienen asociada una trayectoria bien definida. (Blackwood et al 1967)

En el intento de realizar la medida de la posición y velocidad de un electrón, por el mismo hecho de realizar la medida, el experimentador modifica los datos de algún modo, introduciendo un error que es imposible de reducir sin importar lo perfectos que sean los métodos e instrumentos. (Blackwood et al 1967)

Entonces, las partículas, en Mecánica Cuántica, no siguen trayectorias definidas. No es posible conocer exactamente el movimiento de la partícula en ningún momento, sino sólo una distribución estadística. Por lo tanto no es posible asignar una trayectoria a una partícula. Sí se puede decir que hay una determinada probabilidad de que la partícula se encuentre en una

determinada región del espacio en un momento determinado. En esto se basa el principio de incertidumbre. (Davies, Brown 1986)

#### **1.3.4.2 Aspecto filosófico**

Milic Capec (1965) reflexiona acerca del principio de incertidumbre y sus interpretaciones.

Explica que cualquier incremento de exactitud en la medición de posición va acompañado de una creciente imprecisión, una limitación del conocimiento de los estados futuros. Se basa en el hecho de que las partículas microfísicas todavía vibran y giran cuando se suponen en reposo. Entonces, se opone a los hábitos analíticos de la experiencia ordinaria que divide los fenómenos en estáticos y dinámicos.

Esto se debe a que en las partículas se puede considerar que no existe el reposo. Siempre estarán las radiaciones. Pierde validez, entonces la idea de las dimensiones medidas.

Considera la inseparabilidad de las coordenadas geométricas y dinámicas como la esencia del principio de incertidumbre y explica que la incertidumbre de los sucesos es puramente subjetiva. Esta, existe en el propio conocimiento y no en la naturaleza de las cosas. Son el resultado de la intervención de un físico que mediante un acto de observación modifica las condiciones del fenómeno observado. Propone que no hay límite claro que separe la razón de la imaginación en el principio de incertidumbre.

### **1.3.5 Energía**

#### **1.3.5.1 Aspecto científico**

Sears et al (2004, pág. 207) definen a la energía como “una cantidad que se puede convertir de una forma u otra pero no puede crearse ni destruirse.”

La energía se manifiesta de diferentes maneras, existen diferentes tipos de energía la energía mecánica y la energía termodinámica (Sears et al 2004)

La energía mecánica está relacionada con la energía cinética, es decir, el movimiento. Sears et al (2004, pág. 218) ejemplifican

Cuando un jugador de billar golpea una bola blanca en reposo, la energía cinética de la bola después de ser golpeada es igual al trabajo que el taco efectuó sobre ella. Cuanto mayor sea la fuerza ejercida por el taco y mayor sea la distancia que la bola se mueve mientras está en contacto con el taco, mayor será la energía cinética de la bola.

Lo enunciado implica que la energía cinética está relacionada con la fuerza, el trabajo y el movimiento.

La energía termodinámica, en cambio, está relacionada con la temperatura y el calor. Sears et al (2004, pág. 652) explican ejemplificando

Si metemos una cuchara fría en una taza de café caliente, la cuchara se calienta y el café se enfría para acercarse al equilibrio térmico. La interacción que causa estos cambios de temperatura es básicamente una transferencia de energía de una sustancia a otra. La transferencia de energía se da exclusivamente por una diferencia de temperatura se llama flujo de calor o transferencia de calor, y la energía así transferida se llama calor.

La energía termodinámica se puede medir según gradaciones de color y a su vez se puede transferir a través de ondas por radiación. (Sears et al 2004)

#### **1.3.5.2 Aspecto filosófico**

Milic Capec (1965) habla acerca de una medida común a las diversas formas del movimiento de la materia. Explica cómo las formas Físicas del movimiento de la materia, cualitativamente distintas, son susceptibles de transformarse unas en otras como la energía. A partir de esto se puede obtener la medida común del movimiento. La energía como tal. En la teoría Física, la energía se manifiesta de las distintas maneras enunciadas en el aspecto científico y cada uno de los tipos de energía caracteriza la correspondiente forma Física del movimiento en el aspecto de su posible transformación en cualquier otra forma del movimiento.

#### **1.4 Conclusión**

El conocimiento de la Física Cuántica y los temas que la componen permite la comprensión de la importancia de esta disciplina en las Ciencias y en la concepción del universo en general. A su vez, brinda herramientas para la realización del proyecto de diseño.

## **Capítulo 2 El diseño de indumentaria**

### **2.1 Síntesis**

La Física Cuántica será interpretada por una de las ramas del diseño, el diseño de indumentaria. A lo largo de este capítulo se desarrollarán conceptos acerca de esta disciplina, necesarios para la comprensión de la actividad. Conociendo la finalidad y el propósito del diseño de indumentaria se pueden comprender las necesidades que este tiene y proponer una nueva temática para desarrollar la actividad. En este caso, la Física Cuántica.

### **2.2 Concepto de diseño de indumentaria**

Para definir conceptualmente el diseño de indumentaria, en primer lugar, debe definirse un concepto más amplio en el que está incluido, el diseño.

Entonces ¿Qué es el diseño? En cuanto al diseño como sustantivo se encuentran las acepciones etimológicas. Del término anglosajón *desing* deviene el concepto de una señal, un signo representado mediante un medio y un soporte en dos o más dimensiones. En cambio el término italiano *disegno* hace referencia a una visión representada en el dibujo. Este segundo término es asociado a Leonardo Da Vinci, considerado como el precursor, el primer diseñador, porque sus objetos eran prácticos y mecánicos. (Burdek 1994)

El diseño como verbo hace referencia al acto de diseñar. Este se vale de los mismos procesos y herramientas que el hecho artístico pero no es tal. Diseñar tiene como función ser un signo de comunicación y tener una aplicación práctica. (Bürdek 1994) Por esto la Real academia española se refiere al acto de diseñar como "crear un objeto que sea a la vez útil y estético". Queda entonces explícito que el diseño tiene una funcionalidad y responde a una necesidad, sin perder la estética, y valiéndose de los mismos instrumentos que las artes visuales.

En el diseño se requiere considerar la funcionalidad y la estética. Es necesario integrar los requisitos técnicos, las necesidades humanas y las significaciones e interpretaciones psicológicas.

Bernhard Bürdek (1975, pág. 16) realizó una recolección de interpretaciones del concepto de diseño. Entre todas las definiciones propone considerar "Un enfoque integral del diseño, en el que propuso investigar funcionalmente el objeto de diseño en tres direcciones:

- Como objeto de utilidad práctica y/o instrumental,
- Como objeto de comunicación social,
- Como objeto de percepción sensorial"

Serían estos los tres factores a tener en cuenta en la definición del concepto de diseño.



El diseño de indumentaria es una de las ramas del diseño. Cumple los requisitos del diseño como disciplina que busca satisfacer las necesidades de los humanos, tiene una funcionalidad estética y de aplicación.

En el diseño de indumentaria se satisface la necesidad de los seres humanos de vestirse. Una necesidad primaria de abrigo y protección del medio ambiente, del exterior y, por otro lado, cultural. El pudor, la vergüenza y la necesidad de cubrir el cuerpo en la sociedad en que se vive. Esto puede diferir según las culturas pero desde tiempos remotos el ser humano se resguarda el cuerpo del medio ambiente.

Se cumple la función estética en la creatividad de las materialidades, colores, estampados. El desarrollo creativo del diseño de indumentaria se puede observar a primera vista en los textiles, la materia prima principal de la disciplina. El textil es lo que materializa el indumento. Existen experimentaciones con otro tipo de materialidades como también avances tecnológicos en las fibras textiles. Estos a su vez, según sus características aportan distintas funcionalidades. El desarrollo creativo en el diseño de indumentaria utiliza las herramientas de las artes visuales y será propio del diseñador aplicarlas a la prenda.

La función comunicativa, a partir de la interpretación de conceptos a través del lenguaje visual. En el diseño de indumentaria se utilizan los fundamentos del lenguaje visual para la comunicación de conceptos. En este caso, para la comunicación

del concepto de Física Cuántica se utilizarán las herramientas brindadas por el lenguaje visual. Son principios comunicativos que responden a conceptos, estos serán desarrollados en el capítulo cuatro.

Por último, la aplicación del diseño de indumentaria existe cuando las prendas diseñadas son útiles, prácticas y pueden usarse. Una prenda diseñada con el propósito de ser usada por un individuo cumple con los requisitos para tener aplicación, poder ser utilizada.

En este proyecto se trabajará el diseño de indumentaria como diseño de autor. Saulquin (2005, pág. 16) define "Un diseño es considerado de autor cuando el diseñador resuelve necesidades a partir de su propio estilo e inspiración, sin seguir las tendencias que se imponen desde los centros productores de moda."

### **2.2.1 Aplicaciones y funcionalidad**

Respondiendo al concepto de diseño, lo primordial es que el objeto (o en este caso la prenda) diseñado tenga aplicaciones y funcionalidad. En el diseño de indumentaria existen diferentes tipos de aplicaciones.

Según el rubro y la línea en el que se enmarca el diseño (Lento 2008) será la aplicación a considerar. Existen diferentes clasificaciones:

Por rubros: alta costura, *pret à porter*, *jeanería* y *casual*.

Por líneas: vanguardia, tendencia, básicos y estilo.

Cada una de estas categorías tiene una aplicación y una funcionalidad distinta.

La alta costura es el rubro donde más se explaya la creatividad. En estas prendas el diseñador plasma un concepto. La función estética y comunicacional predomina por sobre la aplicación. En general las prendas de alta costura son exhibidas en los desfiles con una teatralidad que les da el prestigio de verdaderos espectáculos. Estas prendas son para mostrar la idea y el talento creativo del diseñador pero no necesariamente son confeccionadas para ser usadas en la cotidianeidad. Introduciendo los comienzos de la alta costura, Conran (1999, pág. 92) describe

En los primeros días de la alta costura, la moda se encontraba en manos de unos cuantos diseñadores que vestían la *elite*. Los estilos de ropa en este sentido se filtraban para llegar a toda la sociedad, y la gran mayoría de personas corrientes adoptaba versiones más económicas de las que se podían permitir los ricos.

En relación al carácter más artístico de la alta costura Conran (1999, pág. 93) afirma

La alta costura sobrevive como puesto de avanzadilla artesanal en un comercio cada vez más industrializado. Aún hay algunos clientes privilegiados dispuestos a pagar por lo exclusivo, por los tejidos soberbios y la artesanía pura que ofrecen las casas

de alta costura. (...) Al mismo tiempo, la alta costura sobrevive como un arte, un campo de batalla donde los diseñadores están en una lucha constante por ensanchar las limitaciones de lo que significa apto para vestir.

El *prêt à porter* es (O'Hara Callan, pág. 222)

Expresión francesa que significa listo para llevar y que está tomada del inglés *ready to wear*. Designa un sistema de fabricación seriada de prendas de vestir dirigidas a un público universal que comienza en los Estados Unidos, Gran Bretaña y Alemania a finales del siglo XIX para prendas de trabajo y pasa a ser el más importante instrumento para la democratización de la moda.

Se le atribuye a este rubro una formalidad implícita, caracterizada por el desarrollo de la sastrería. Esto es por su cualidad de prenda apta para el trabajo de orden formal.

El rubro *jeaneria* está basado en la utilización del tejido *denim*. El diccionario de moda (O'Hara Callan, pág.74) define el *denim* como

Expresión anglosajona que designa a la tela recia de algodón con la que se elaboran los pantalones vaqueros. La etimología de la palabra parece provenir de referirse a dicha tela de algodón como aquella que llegaba de Nimes (la ciudad francesa) a los primeros fabricantes de vaqueros en los Estados Unidos.

La utilización de este tejido para la fabricación de pantalones comienza con Levi Strauss en Estados Unidos. Siguiendo a Conran (1999, pág. 96)

Cuando Levi Strauss inicio su negocio en la segunda mitad del siglo XIX, intento venderles una tela de mezclilla a los buscadores de oro de California, y se la ofreció como material para hacer tiendas de campaña. Cuando se dio cuenta de que el tejido no era lo suficientemente resistente para esta aplicación. Levi Strauss intento venderla en forma de monos y pantalones de trabajo. Las costuras ribeteadas, que se convirtieron en una característica patentada de los diseños de Levi en 1873, fueron la respuesta a las quejas de que los bolsillos se rompían cuando se llenaban con muchas muestras de material. Un par de pantalones costaban 22 centavos. Eran baratos, resistentes y duraderos. (...) Los tejanos simbolizaban el hombre americano de las fronteras, sin rumbo fijo; pero a partir de la década de los cincuenta representaron también el emblema de definición para otro tipo de individualistas vigorosos, los adolescentes. Llevar tejanos se convirtió en una proclamación de desafecto para los rebeldes sin causa de la clase media.

Entonces, la *jeaneria* está caracterizada por un tejido, el *denim* y por un estilo particular que lo caracteriza. Desde Levi Strauss hasta la actualidad la *jeaneria* comparte códigos que la

identifican, la costura doble con ametralladora, los remaches y la etiquetería característica identifican al rubro. (Barbera 2008)

El rubro *casualwear*, del inglés de uso casual, representa el estilo informal. Los orígenes se remontan a la década de los sesenta en Gran Bretaña. En este país empezaron a surgir diseñadores jóvenes altamente influidos por las escuelas de arte y con espíritu libre y fresco. Esto produce que el orden y la formalidad del vestir sean contrarrestados con la libertad de usar prendas sin importar la formalidad, la época del año o el momento del día. En ese momento usar determinada prenda de vestir equivalía a tener el último disco de los *Rolling Stones*, tenía que ver con una cuestión de *status*. (Conran, 1999)

A esto se le suma el movimiento *hippie* y la revolución que este acarrea con la liberación del pensamiento de los jóvenes.

El rubro *casualwear* es el que más se ve en las calles, el que mayor producción tiene y en el que actualmente se ve reflejada la tendencia con mayor intensidad. (Barbera 2008)

Dentro de las líneas, vanguardia responde a aquellas prendas que normalmente se ven en los desfiles. Diseños de carácter extravagante, llamativos y no necesariamente de uso funcional. Es decir, estas prendas no están precisamente diseñadas para el uso cotidiano o convencional sino más bien se las puede calificar como obras de arte. (Lento 2008)

Las prendas incluidas en tendencia son las que responden a la tendencia del momento, se guían por los preceptos dictados desde los observatorios de tendencia. Estas investigaciones dictan que es lo que se va a usar según sondeos en las calles, la ideología y la forma de vestir de la gente. Están relacionadas con los comportamientos sociales. Son fugaces, efímeras y entran en la clasificación de moda propiamente dicha. Barbera (2008) enuncia que las tendencias tienen un tiempo y un desarrollo. Los estadios de la tendencia, latente, emergente y consolidación, implican el camino que recorre la tendencia desde la idea y el comienzo del diseño (latente) al momento de producción y comienzo de difusión (emergente) hasta el momento en que ya se puede observar la tendencia en las vidrieras (consolidación). La aplicación de las prendas de tendencia tiene que ver con las necesidades estéticas y de pertenencia de los seres humanos y no necesariamente están ligadas a la funcionalidad y practicidad requerida. Según Conran (1999, pág. 90)

La moda es artesanía e industria, excéntrica y corriente, variable y cíclica, que actúa como un conductor iluminador de la tendencia del momento. No hay nada que dure menos o que se repita más; y esto es justo por lo que se diseña. (...) En una industria donde se vende la última novedad, la predicción es predeciblemente un excelente negocio. Las agencias dedicadas a los pronósticos y las exhibiciones, como la *Premier Visión* en Francia, trabajan para indicar las tendencias del futuro. (...) Un exacto análisis de las tendencias puede inducir a los

compradores a no correr ningún riesgo, y seleccionar una línea con un buen registro de ventas.

La línea tendencias es entonces aquella que más se renueva y que más vinculada está con el producto masivo.

Acerca de la línea básicos, Conran (1999, pág. 91) afirma "Todos necesitamos prendas básicas para nuestro guardarropa, compras que en su mayor parte realizamos sensatamente." La línea básicos es aquella compuesta por todas esas prendas que califican como infaltables, clásicas y necesarias en el vestidor. Son prendas que su funcionalidad es la principal característica y la aplicación es cotidiana y necesaria. El desarrollo creativo queda relegado a la comodidad, funcionalidad y aplicación. La función comunicacional es importante en estas prendas, no desde un concepto de fantasía a comunicar sino desde la imagen que el individuo quiere proyectar. (Lento 2008). Un ejemplo de una prenda perteneciente a línea de básicos que tiene intenciones en cuanto a comunicación de una imagen es la camisa blanca. Entonces Conran (1999, pág. 97) deduce

Haciendo una hábil inversión, grandes almacenes de ropa como Gap, venden las prendas de vestir básicas como un medio para expresar una individualidad segura. Las campañas de promoción, en las que diversas personalidades importantes vestían ropa muy sencilla y de colores poco llamativos, transmitieron el mensaje de que, aunque todos llevaran la misma camiseta, ello no significaba identificarse con la gran masa.



Por último, la línea estilo es aquella línea que define e identifica a la marca. Son aquellas prendas diseñadas con la intención de darle una identidad y coherencia a la marca. Aquellos seguidores de la marca la consumirán exactamente por estas prendas. Es importante no perder de vista cuál es el estilo de la marca y diseñar para esta línea para evitar la pérdida de clientes y, más importante aún, la pérdida de identidad. (Lento 2008)

### **2.3 Conclusión**

Una vez definidos los rubros y las líneas que componen el universo del diseño de indumentaria se enmarca el proyecto dentro de la línea vanguardia y el rubro casual. Esto se debe a la característica de diseño de autor del proyecto, a la finalidad de aplicación de las prendas, a la funcionalidad y a la calidad de la realización.

## **Capitulo 3 La Física Cuántica desde la metodología proyectual**

### **3.1 Síntesis**

Para la realización del proyecto se tomará en cuenta la metodología a utilizar. Tanto las Ciencias Físicas como el diseño tienen su propia metodología de trabajo. A lo largo de este capítulo, se investigarán ambas para encontrar puntos en común que permitan la definición de una metodología de trabajo propia del proyecto. Esta actuará como guía para el diseñador a la hora de la realización del proyecto y proporcionará un orden de prioridades y deberes en la elaboración.

### **3.2 Metodología de las Ciencias Físicas.**

Las Ciencias Físicas, en líneas generales, estudian el comportamiento del universo. Para esto, operan según el método científico, un método sistemático para estudiar la naturaleza.

El método científico incluye técnicas de observación, reglas de observación y razonamiento y maneras de comunicar los resultados experimentales. (Tripler, 1990)

Para comprender la manera en que operan las Ciencias Físicas en cuanto a metodología se deberá entonces conocer el método científico.

A su vez, las Ciencias Físicas utilizan como herramientas las matemáticas. Están traducen los resultados de las observaciones en ecuaciones numéricas. Eso brinda la posibilidad de realizar

cálculos numéricos y proporcionar estadísticas y aproximaciones de la observación del comportamiento de la naturaleza. (Tripler, 1990)

### **3.2.1 El método científico.**

En primer lugar se definirán algunas de las características del estudio de las Ciencias enunciadas por Bunge (1992). La ciencia intenta descubrir los hechos como son, analiza los sucesos de manera objetiva, precisa y clara. De todas maneras es imposible respetar enteramente los hechos cuando se lo analiza. Específicamente en Física Cuántica cuando el físico intenta analizar el átomo lo perturba. Entonces los hechos son modificados por la interacción de quien los analiza. El científico trasciende los hechos que observa e intenta ir más allá de lo que se le presenta a simple vista.

La ciencia es analítica porque analiza los problemas y los descompone en elementos, entiende los componentes para analizar el problema. A su vez, las Ciencias manejan un lenguaje propio basado en las matemáticas y la química. Entonces registra y mide los hechos de una manera particular designada por los científicos. (Bunge 1992)

Las experiencias científicas son verificadas. El conocimiento científico se comprueba para ser lo más objetivo posible y porque el conocimiento científico está a disposición de quien lo necesite como herramienta. (Bunge 1992)

El conocimiento científico es metódico y por esto se constituye el método científico. Los investigadores planean el trabajo de investigación y así se conforma la metodología de las Ciencias.

Las Ciencias Físicas utilizan el método científico en el estudio de los fenómenos universales. Bunge (1992, pág. 63) explica los componentes del método científico de la siguiente manera

## 1. Planteo del problema

1.1 reconocimiento de los hechos: examen del grupo de hechos, clasificación preliminar y selección de los que probablemente sean relevantes en algún aspecto.

1.2 Descubrimiento del problema: hallazgo de la laguna o de la incoherencia en el cuerpo del saber.

1.3 Formulación del problema: planteo de una pregunta que tiene probabilidad de ser la correcta; esto es, reducción del problema a su núcleo significativo, probablemente soluble y probablemente fructífero, con ayuda del conocimiento disponible.

En esta primera parte se refiere a la identificación del objeto de estudio, el planteo del problema o conflicto y el enunciado del mismo, según su significación. El autor continúa (1992, pág.63)

## 2. Construcción de un modelo teórico.

2.1 selección de los factores pertinentes: invención de suposiciones plausibles relativas a las variables que probablemente son pertinentes.

2.2 Invención de las hipótesis centrales y de las suposiciones auxiliares: propuesta de un conjunto de suposiciones concernientes a los nexos entre las variables pertinentes. (...)

2.3 traducción matemática: cuando sea posible, traducción de las hipótesis, o parte de ellas, a algunos de los lenguajes matemáticos.

Aquí habla del encuadre propiamente dicho. Las variables del encuadre, la hipótesis y sus derivados. También explica la utilización del lenguaje técnico matemático como herramienta. A continuación, Bunge agrega (1992, pág. 63)

### 3. Deducción de consecuencias particulares

3.1 Búsqueda de soportes racionales: deducción de consecuencias particulares que pueden haber sido verificadas en el mismo campo o en campos contiguos.

3. 2 Búsqueda de soportes empíricos: elaboración de predicciones (o retrodicciones) sobre la base del modelo teórico y de datos empíricos, teniendo en vista técnicas de verificación disponible o concebible.

En esta tercera parte de la explicación el autor expone la deducción a partir del análisis de las variables especiales, el

sustento del análisis de las mismas y a su vez, el sustento práctico. Bunge (1992, pág. 64) continúa explicando

#### 4. Prueba de las hipótesis

4.1 diseño de la prueba: planeamiento de los medios para poner a prueba las predicciones; diseño de observaciones, mediciones, experimentaciones y demás operaciones instrumentales.

4.2 ejecución de la prueba: realización de las operaciones y recolección de datos.

4.3 Elaboración de los datos: clasificación, análisis, evaluación, reducción, etcétera, de los datos empíricos.

4.4 inferencia de la conclusión: interpretación de los datos elaborados a la luz del modelo teórico.

En la cuarta parte de la explicación Bunge habla de la comprobación, la descripción y el diseño de las distintas operaciones para realizarla. La ejecución de la prueba y la lectura de los datos de la misma para la posterior elaboración del modelo teórico. Por último el autor concluye (1992, pág. 64)

#### 5. introducción de las conclusiones a la teoría

5.1 comparación de las conclusiones con las predicciones: contraste de los resultados de la prueba con las consecuencias del modelo teórico, precisando en qué medida este puede considerarse confirmado o disconfirmado (...)

5.2 Reajuste del modelo: eventual corrección o aun reemplazo del modelo.

5.3 sugerencias acerca del trabajo ulterior: búsqueda de lagunas o errores en la teoría y/o los procedimientos empíricos, si el modelo ha sido disconfirmado; si ha sido confirmado, examen de posibles extensiones y de posibles consecuencias en otros departamentos del saber.

Concluyendo, el autor introduce la comparación de resultados que implican el reajuste del modelo a través de la búsqueda de errores o posibles vacíos.

### **3.3 Metodología proyectual de diseño.**

Frecuentemente se cree que el diseño carece de metodología, se trata de una disciplina de características prácticas y menor análisis teórico. Sin embargo, Bruno Munari propone una metodología proyectual para la creación de proyectos de diseño. En *cómo nacen los objetos*, Munari (1983) desarrolla la metodología de trabajo del diseñador en comparación con la elaboración de un plato de comida. El paralelo con la receta del arroz verde permite al lector y/o diseñador comprender los pasos de trabajo de una manera muy simple.

Munari (1983, pág. 18) plantea "el método proyectual consiste simplemente en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia. Su finalidad es la de conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo." Y resalta

(1983, pág. 18) "Lo importante (...) es que las operaciones necesarias sean hechas siguiendo el orden dictado por la experiencia"

El método propuesto por Munari (1983) tiene una serie de operaciones para alcanzar la solución del proyecto. Estas operaciones tienen un orden que posibilita la resolución del proyecto de manera eficaz, la alteración de este orden puede provocar el fracaso del proyecto.

En diseño, para alcanzar los objetivos no es correcto trabajar sin método y trabajar de una forma creativa y artística sin investigación previa. La investigación es fundamental para el diseñador para la correcta realización del proyecto. Sin embargo, esto no quiere decir que haya que dejar la creatividad de lado, "Creatividad no quiere decir improvisación sin método". (Munari 1983, pág. 19)

En primer lugar, Munari (1983) apunta a definir el problema a resolver por el diseñador. El problema, en el diseño, surge a partir de una necesidad de las personas. Esta necesidad puede ser detectada por el diseñador y esto constituye su problema de diseño. La solución de este problema, entonces, satisface la necesidad de otro y quizás hasta mejora la calidad de vida. Munari (1983, pág. 39) enuncia "El problema no se resuelve por sí mismo, pero en cambio contiene todos los elementos para su solución; hay que conocerlos y utilizarlos en el proyecto de solución."



Entonces, el primer paso será identificar el problema y, posteriormente, definir de qué se trata el problema. La definición del problema permite conocer al diseñador el alcance y los límites del proyecto y los elementos que componen el problema a solucionar. (Munari, 1983)

El autor explica (1983, pág. 42)

Una vez definido el problema, alguien podría pensar que una buena idea es suficiente para resolverlo automáticamente. Esto no es exactamente así porque hay que definir también el tipo de solución que se le quiere dar: una solución provisional (...) una solución definitiva, una solución puramente comercial, una solución que perdure en el tiempo (...) una solución técnicamente sofisticada o una solución sencilla y económica.

Por lo tanto hay que definir el problema y analizar qué tipo de solución se le va a dar antes de comenzar a ejecutar la idea que resuelva el problema porque quizás esa primera idea no sea la más adecuada.

Para conocer mejor el problema se pueden descomponer sus elementos, Munari (1983, pág. 44) explica

Esta operación facilita la proyectación porque tiende a descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los subproblemas. Una vez resueltos los pequeños problemas particulares de cada uno (...) se recomponen de manera coherente a

partir de todas las características funcionales de cada una de las partes y funcionales entre si.

Esta descomposición del problema es útil debido a que los problemas presentados por el consumidor pueden ser muy complejos y el diseñador debe conocer toda la información necesaria que abarque el problema con sus derivadas para poder proyectar. (Munari 1983)

Una vez identificados los elementos del problema, Munari (1983) propone realizar una recopilación de datos necesarios para la resolución del problema. Esta recopilación de datos es conveniente para estudiar el problema en todos sus aspectos. Posteriormente se realizara un análisis de los datos recogidos para que la recopilación sea de utilidad al proyectista y le proporcione sugerencias y orientación para la resolución del problema.

A esta altura del método ya se conoce el problema, sus elementos e implicaciones y ya se ha realizado una recopilación de datos y posterior análisis. Es decir que el diseñador ya está documentado e informado acerca del problema al que se enfrenta. Munari (1983) propone entonces la introducción de la creatividad.

El autor indica (1983, pág. 52)

La creatividad reemplazará a la idea intuitiva (...) Mientras la idea, vinculada a la fantasía, puede proponer soluciones irrealizables por razones técnicas, materiales o económicas, la

creatividad se mantiene en los límites del problema, límites derivados del análisis de los datos y de los subproblemas.

La creatividad entra en el proceso una vez que ya se conocen las limitaciones en la resolución del problema, esto permite que la idea que proporcione la solución sea consecuente con las características del proyecto.

Munari (1983, pág. 54) continua su método "La sucesiva operación consiste en otra pequeña recogida de datos relativos a los materiales y a las tecnologías que el diseñador tiene a su disposición en aquel momento para realizar el proyecto." Esto quiere decir que comenzará la búsqueda de las materialidades y procesos que posibiliten la resolución del problema.

Una vez investigados los materiales el proyectista debe realizar una experimentación de los mismos y diferentes técnicas para la confección del proyecto. Incluso, en la experimentación puede surgir una nueva manera de trabajar algún material. Esto será de utilidad para la realización del proyecto porque permiten realizar análisis, muestras, pruebas y recopilación de información para la construcción. (Munari 1983)

Con la recopilación de información realizada, el proyecto tendrá muy escaso margen de error. La investigación y experimentación proporcionan una seguridad y afianzan al diseñador.

Una vez pasada la instancia de experimentación, se pueden comenzar a realizar bocetos, pruebas y prototipos. Muestras a escala o

tamaño real, representan la posible solución al problema en una instancia anterior a la construcción definitiva para poder corregir posibles errores. (Munari 1983)

A continuación se realizara una verificación del modelo o prototipo planteado, de manera objetiva se analiza para determinar si es posible realizarle algún otro cambio. Luego se comienzan a preparar los dibujos constructivos, que detallan las características y contienen toda la información para la construcción del proyecto. (Munari 1983)

Entonces recorridos todos los pasos el diseñador encuentra una solución al problema planteado, probablemente sin margen de error, aprovechando el tiempo y los recursos que tiene. Este método proporciona un orden en la creación y una concientización acerca de la necesidad del conocimiento teórico para las resoluciones de carácter práctico.



Figura 1: Metodología proyectual comparada con la receta de arroz verde.

Fuente: Munari, B (1983). *Como Nacen los objetos*. México. Editorial Gustavo Gili

### **3.4 Propuesta de metodología.**

A partir de la investigación y profundización en el método científico y el método proyectual se encuentran ciertas similitudes. Estas características que comparten serán útiles para el desarrollo de la metodología de trabajo del proyecto. Para la realización del proyecto entonces se deberán tener en cuenta los puntos en común entre las dos metodologías.

En el análisis de ambos métodos, proyectual y científico, se encuentran los siguientes parámetros en común.

Según lo enunciado anteriormente, el método científico es sistemático y metódico. El método proyectual comparte esta característica al poseer un orden lógico e inalterable a seguir. Entonces en primer lugar el método de trabajo será sistemático, metódico y seguirá un orden claro y preciso.

Otra de las características en común entre ambos métodos es el análisis y detección de problemas. Ambos proponen encontrar un problema relevante, definirlo y analizarlo. Descomponerlo en elementos y analizar todas sus partes para adquirir una completa definición del problema.

La recopilación de datos y hechos o soportes teóricos y empíricos que aporten como antecedente en la resolución de problemas similares es otro de los puntos en común entre ambas metodologías a tener en cuenta en la resolución del proyecto.

La formulación de la hipótesis del método científico es comparable a los bocetos y dibujos constructivos del método proyectual. Es una instancia previa a la solución final. Esta posible solución aun necesita ser verificada. A su vez, el diseño de la prueba de la hipótesis y la ejecución de la prueba en si equivale a la experimentación, análisis y pruebas de materiales y tecnologías del método proyectual.

Por último, ambos métodos proponen la verificación de la posible solución. Ya sea una hipótesis o una muestra materializada.

La similitud de los métodos permite la construcción de otro basado en las características de ambos. Sin embargo existe una diferencia que radica en la disciplina que concierne a cada uno. Mientras que en el método científico, de ser posible, los resultados se traducen a operaciones matemáticas; en el método proyectual está presente la creatividad como sustento de las ideas. En esta propuesta de metodología estará presente la creatividad y se sustentarán las ideas con preceptos matemáticos que enriquezcan el proyecto.

### **3.5 Conclusión.**

A partir del estudio del método científico y el proyectual, se deduce un método de trabajo definido para este proyecto. Esta metodología surge de los puntos en común que comparten ambos métodos. Las principales diferencias se articulan y adecuan para ser de utilidad en el proyecto, esto es, específicamente, el

sustento matemático en la construcción y estructura de las prendas.



## **Capitulo 4 Lenguaje y comunicación visual: la Física Cuántica desde el diseño.**

### **4.1 Síntesis**

En diseño, cuando se trata de comunicar un concepto se utiliza el lenguaje visual. Es la herramienta que tienen los diseñadores y artistas para transmitir la idea o concepto original que da origen a la creación. Normalmente se cree que se maneja en mayor medida a través de la comunicación escrita y el lenguaje hablado. Sin embargo el lenguaje y la comunicación visual están presentes y son de gran utilidad en la vida cotidiana.

### **4.2 La comunicación visual**

#### **4.2.1 El proceso de comunicación humana**

Para comprender el proceso de comunicación en primer lugar se definirá que es la comunicación. Antonio Pasquali (1978, pág. 41) define "El término comunicación debe reservarse a la interrelación humana, al intercambio de mensajes entre hombres, sean cuales fueren los aparatos intermediarios utilizados para facilitar la interrelación a distancia."

Pasquali (1978) entonces define en primer lugar que el término comunicación es solo aplicable a los seres humanos.

El esquema básico comunicacional está conformado por un emisor, un medio de comunicación y un receptor. A este se le agregan diferentes factores como el ruido o interferencias del proceso y

los filtros propios del receptor. Una vez que el mensaje atraviesa estos obstáculos el receptor procesa la información y produce una reacción interna que genera una respuesta. (Munari, 1973)

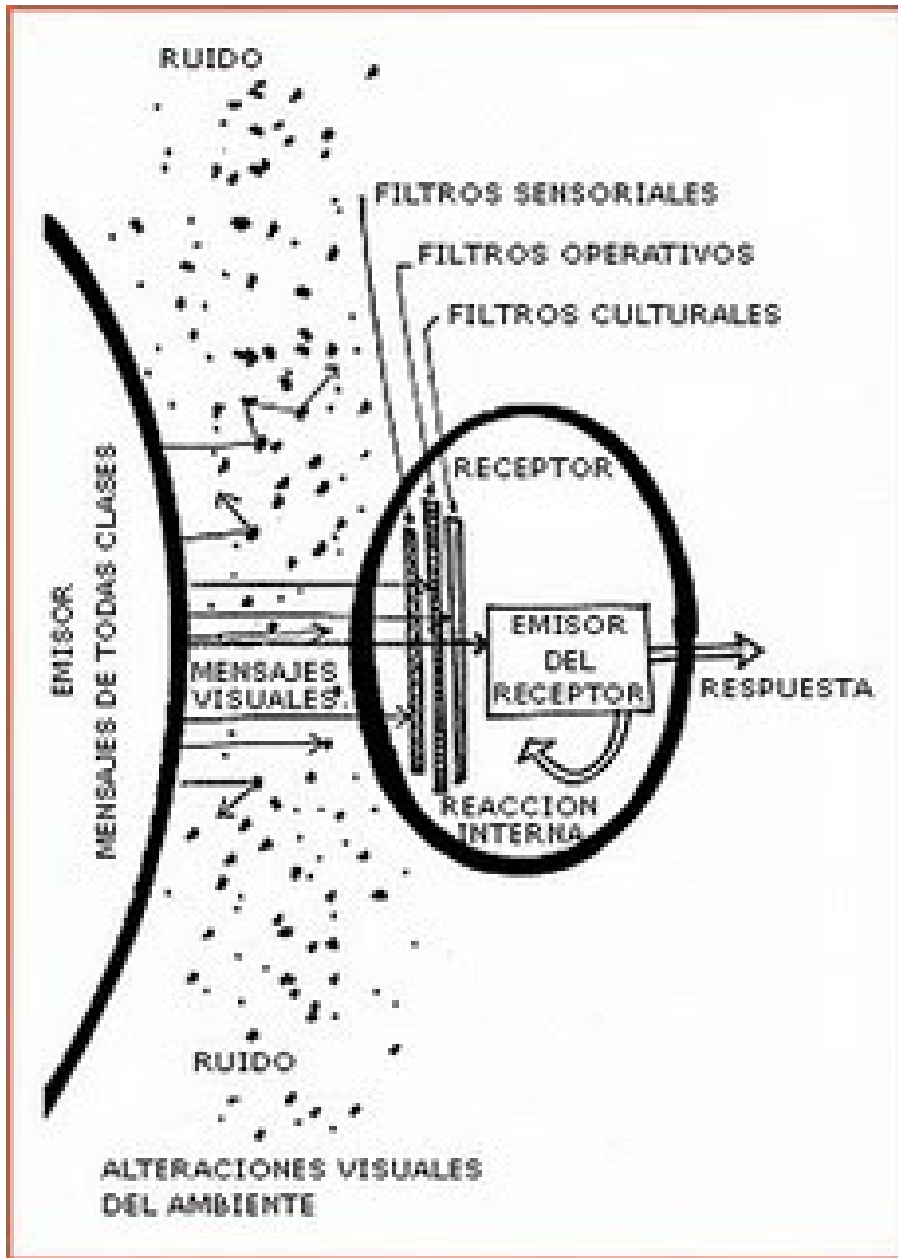


Figura 2: Esquema del proceso de comunicación.

Fuente: *Diseño y comunicación visual*. Bruno Munari (1973, pág. 83)

#### **4.2.2 Definición de la comunicación visual**

La comunicación visual es un medio para transmitir información de un emisor a un receptor, el proceso de comunicación visual responde a las características de la comunicación humana en general. La principal diferencia radica en el soporte del mensaje. Como dice Munari (1973, pág. 73)

En la comunicación visual existen estos dos componentes: la información y el soporte (...) el soporte de la comunicación visual puede también existir solo, sin información (...) son soportes para la comunicación visual el signo, el color, la luz, el movimiento..., que se utilizan en relación con el que ha de recibir el mensaje.

Otra de las características de la comunicación visual es que puede ser intencional o casual acerca de esto Munari (1973, pág. 79) describe "Una comunicación visual puede ser interpretada libremente por el que la recibe (...) En cambio una comunicación intencional debería ser recibida en el pleno significado querido de la intención del remitente." En el caso del diseño se trata de transmitir la información correctamente, la comunicación es intencional y premeditada.

La comunicación intencional que compete al diseñador tiene dos aspectos a examinar, el de la información estética y el de la información práctica. La información estética está relacionada con la armonía de la composición, las formas, las líneas y el gusto

estético que varía según el receptor, es subjetiva. En cambio la información práctica es la que transmite el mensaje de manera objetiva, el detalle, por ejemplo un dibujo técnico. (Munari 1973).

#### **4.2.2.1 El mensaje visual**

El mensaje visual es lo que posibilita y compone la comunicación visual. Como cualquier otro mensaje necesita de un emisor que lo envíe y un receptor que lo reciba. Los principios de la comunicación humana en general actúan de la misma manera en los mensajes visuales tanto como verbales. (Munari 1973)

La descomposición del mensaje propuesta por Munari (1973, pág. 84) consiste en dos partes principales "Una es la información propiamente dicha, que lleva consigo el mensaje y la otra es el soporte visual. El soporte visual es el conjunto de los elementos que hacen visible el mensaje"

Los elementos a los que se refiere son textura, forma, estructura, modulo, movimiento. (Munari 1973)

##### **4.2.2.1.1 Elementos del mensaje visual**

A continuación se describirán las principales características de los elementos que componen el soporte del mensaje visual. Estos, juntos con los enunciados por Wong son las herramientas para la construcción del mensaje y la correcta transmisión del concepto elegido.

La creación y variante de texturas es infinita e ilimitada. Variando los materiales y los instrumentos se pueden obtener multiplicidad de texturas diferentes. (Munari 1973)

Munari (1973, pág. 88) enumera las características de las texturas

Veamos ahora cuales son las características particulares de las texturas que hemos subdividido en dos categorías: orgánicas y geométricas. Cada textura está formada por multitud de elementos iguales o semejantes, distribuidos a igual distancia entre sí, o casi, sobre una superficie de dos dimensiones y de escaso relieve”.

Esta primera clasificación divide en dos grandes bloques la inmensidad de posibilidades brindadas en la creación de texturas. Las características del modulo de repetición de la textura dan cuenta la categoría a la que pertenece. Si se trata de módulos de formas geométricas la textura obtenida será de carácter geométrico y si los módulos repetidos son orgánicos, la textura será orgánica.

La distribución de los módulos en las texturas brinda otras características. Esto dependerá de la estructura si es formal o informal (Wong 1995). Es decir que la disposición de los módulos puede verse de manera ordenada o arbitraria.

Munari (1973) agrega a estas características de las texturas el grado de visibilidad. Hace referencia al tamaño y cercanía de los

módulos que permiten la mayor o menor visibilidad del modulo original.

En el diseño de indumentaria la textura está dada por el textil, el soporte que permite la materialización del diseño y del mensaje visual. El tejido es una diagramación de textura que parte de la base de la trama y la urdimbre.

La descripción de formas de Munari coincide y se complementa con la de Wong. En este caso Munari (1973, pág. 127) concuerda diciendo

Nos vamos a ocupar de las formas geométricas y de las formas orgánicas; las geométricas las conocemos todos, por haberlas visto en los manuales de geometría, y las formas orgánicas podemos hallarlas en aquellos objetos o manifestaciones naturales, como pueden ser la raíz de una planta, un nervio, una descarga eléctrica, un río, etc.

El tipo de forma a utilizar será acorde al concepto a comunicar para transmitir la información, el mensaje de manera óptima.

Las formas básicas de donde partir para la construcción del mensaje según el autor son el círculo, el cuadrado y el triángulo equilátero, también habla de la presencia de una forma orgánica indefinida que posibilita mayores combinaciones de formas. (Munari 1973). A partir de estas formas se producen transformaciones, superposiciones, repeticiones y combinaciones para obtener nuevas formas. En este aspecto Munari (1973) y Wong (1995) coinciden en

la descripción de las operaciones de diseño. Estas se desarrollaran más adelante.

Las estructuras son, según Munari (1973, pág. 250) "aquellas construcciones (del latín: *struere*, construir) que son generadas por la repetición de formas iguales o semejantes en estrecho contacto entre sí o en tres dimensiones". Las estructuras proporcionan un orden y un esquema a la composición de las formas que la integran. Los diferentes tipos de estructuras determinaran el tipo de orden en el amplio sentido de la palabra, que tenga un orden no significa que se vea estéticamente ordenado.

Los módulos, conformados por las combinaciones de formas presentan una disposición determinada en una estructura. En la repetición de módulos se origina la textura. Según la posición y repetición de estos módulos se puede generar la idea de movimiento. De esta manera intervienen los elementos que componen el mensaje visual para la correcta transmisión del concepto elegido.

#### **4.3 La sintaxis de la imagen**

La sintaxis según la Real Academia Española "Es el conjunto de reglas que definen las secuencias correctas de los elementos de un lenguaje". En lenguaje visual, la sintaxis se relaciona con la imagen como en el lenguaje escrito se relaciona con las palabras.

El propósito del lenguaje visual es el mismo del lenguaje escrito; la comunicación de un concepto. Entonces Dondis (1992) propone la alfabetización del lenguaje visual para poder dominarlo como el

lenguaje escrito. Esto se logra si se comprende la sintaxis de la imagen.

Dondis (1992, pág. 15) afirma

Existe una sintaxis visual. Existen líneas generales para la construcción de composiciones. Existen elementos básicos que pueden aprender y comprender todos los estudiantes de los medios audiovisuales, sean artistas o no, y que son susceptibles, junto con técnicas manipuladoras, de utilizarse para crear claros mensajes visuales. El conocimiento de todos estos factores puede llevar a una comprensión más clara de los mensajes visuales.

A partir de esto se puede deducir que cualquier concepto, por más abstracto que sea, puede ser comunicado a través del lenguaje visual. Se plantea que existe una manera visual de comunicar un mensaje. Lo que aclara Dondis es que cada individuo captará este mensaje visual según su propio bagaje cultural, intelectual y emocional.

Dondis (1992, pág. 14) plantea la alfabetización visual para aclarar y definir la comunicación de mensajes visuales

En parte a causa de la separación dentro de lo visual entre arte y artesanía, y en parte a causa de las limitaciones del talento para dibujar, mucha comunicación visual se ha dejado en manos de la intuición y el azar. Como no se ha hecho ningún intento para analizarla o definirla en términos de estructura del modo visual, no se ha obtenido ningún método de aplicación.



A continuación se detallaran algunas de las características de los mensajes visuales enunciadas por Dondis (1992, pág. 17)

Los datos visuales presentan tres niveles distintivos e individuales: el *input* visual que consiste en una miríada de sistemas de *símbolos*; el material visual *representacional* que reconocemos en el entorno y que es posible reproducir en el dibujo, la pintura, la escultura y el cine; y la infraestructura *abstracta*, o forma de todo lo que vemos, ya sea natural o esté compuesto por efectos intencionados.

El *input* visual como lo llama Dondis (1992), está conformado por los sistemas de símbolos. El símbolo es un signo que, de acuerdo a la definición de Peirce (1974) posee siempre una relación arbitraria entre significado y significante. Es decir, se le atribuye a los signos no solo que cumplan la función de informar un significado sino que además evoquen valores y sentimientos y representen ideas y conceptos abstractos. Los símbolos son un importante elemento comunicativo ya que facilitan la transmisión de la información. Dondis (1992, pág. 17)

Los símbolos, como fuerza dentro de la alfabetividad visual, tienen una importancia y una viabilidad muy grandes (...) Saber cómo funcionan en el proceso de la visión y cómo se los entiende puede contribuir considerablemente a la comprensión de sus aplicaciones a la comunicación.

En el nivel representacional Dondis (1992) se refiere a la técnica de representación misma. Al método a través del cual se representará la imagen comunicativa. En este nivel interviene la capacidad técnica del encargado de realizar la imagen. Está relacionado con la experiencia directa que se tiene con la imagen, lo que se ve explícitamente más allá de la interpretación y la percepción. Dondis (1992, pág. 18)

Ver un objeto proporciona en ocasiones un conocimiento suficiente para evaluarlo y comprenderlo. Este carácter de la observación no sólo sirve como artificio que nos capacita para aprender sino también como nuestro vínculo más estrecho con la realidad de nuestro entorno. Confiamos en nuestros ojos y dependemos de ellos.

Por último, la infraestructura abstracta tiene relación con el mensaje visual propiamente dicho. Lo que se quiere comunicar en estado puro. El concepto a transmitir, la idea, la intención a generar en el espectador existe de manera abstracta en nuestra mente y se vuelve concreta en la imagen u objeto a través de la comunicación visual. (Dondis 1992)

Entonces para que la comunicación del mensaje visual sea efectiva hay que manejar estos tres niveles de manera armónica. Las herramientas para esto son los elementos que tiene el lenguaje visual en la representación.

#### **4.4 Lenguaje visual y elementos del diseño**

Wucius Wong (1995, pág. 41) define el lenguaje visual como "La base de la creación del diseño. Dejando aparte el aspecto funcional del diseño, existen principios, reglas o conceptos, en lo que se refiere a la organización visual, que pueden importar a un diseñador". El lenguaje visual carece de leyes estrictas y responde a las necesidades comunicativas del diseño. En el diseño los conceptos se transmiten de manera visual, implícitos en el producto final.

Los elementos y operaciones de diseño son los recursos con los que cuentan los diseñadores para hacer uso del lenguaje visual. Aportan en el nivel representacional enunciado por Dondis.

Wong (1995) los propone como base del lenguaje visual. Los separa en cuatro grupos: conceptuales, visuales, de relación y prácticos. Estos últimos van más allá del alcance de un diseño de esta manera solo se definirán los anteriores.

- Elementos conceptuales: no son visibles, sino que parecen estar presentes.

Punto: indica posición, no tiene largo ni ancho, es el principio y final de una línea. No ocupa lugar en el espacio.

Línea: es el recorrido del punto cuando se mueve. Tiene largo pero no tiene ancho. Está delimitada por puntos y tiene posición y dirección.

Plano: es el recorrido de la línea en movimiento. Tiene largo y ancho. Se puede ver su posición y dirección. Está delimitado por líneas.

Volumen: es el recorrido de un plano en movimiento. En la bidimensión a diferencia de la tridimensión el volumen es aparente.

- Elementos visuales: son los que posibilitan que se vean los elementos conceptuales.

Forma: identifica lo que se puede ver.

Medida: implica que la forma es medible, el tamaño que tiene.

Color: aporta la diferenciación de otras formas similares.

Textura: puede ser visual o táctil, aparece en la superficie de la forma.

- Elementos de relación: hacen referencia a la ubicación de las formas y la interrelación.

Dirección: una forma tiene una dirección según el observador y según el marco de referencia.

Posición: la posición de la forma será definida en relación a la estructura del diseño.

Espacio: todas las formas ocupan un espacio, más allá del tamaño que tengan. Este espacio puede estar ocupado o vacío.

Gravedad: es una sensación psicológica. Se le atribuye peso a las formas según su contextura.

Cuando cualquiera de los elementos de conceptuales se vuelve visible, se convierten en forma. La forma como punto, línea o plano se pueden clasificar en Wong (1995, pág. 45):

Geométricas, construidas matemáticamente.

Orgánicas, rodeadas por curvas libres que sugieren fluidez y desarrollo.

Rectilíneas, limitadas por líneas rectas que no están relacionadas matemáticamente entre sí.

Irregulares, limitadas por líneas rectas y curvas que no están relacionadas entre sí.

Manuscritas, caligráficas o creadas a mano alzada.

Accidentales, determinadas por el efecto de procesos o materiales especiales u obtenidas accidentalmente.

Conociendo los elementos y las formas que se pueden obtener con estos se puede deducir que forma transmite de mejor manera el concepto a comunicar según su clasificación. En adición Wong (1995, pág. 49) plantea acerca de la interrelación de formas

Pueden distinguirse ocho maneras diferentes para su interrelación:

a) Distanciamiento. Ambas formas quedan separadas entre sí, aunque puedan estar muy cercanas.

b) Toque. Si se acercan ambas formas comienzan a tocarse. El espacio que las mantenía separadas queda anulado.

c) Superposición. Si se acercan aun más las formas, una se cruza sobre la otra y parece estar por encima, cubriendo una porción de la que quedaba debajo.

d) Penetración. Igual que en c), pero ambas formas parecen transparentes (...)

e) Unión. Igual que en c) pero ambas formas quedan reunidas y se convierten en una forma nueva y mayor. (...)

f) Sustracción. Cuando una forma visible se cruza sobre otra visible, el resultado es una sustracción. La porción de forma visible queda cubierta por la invisible. (...)

g) Intersección. Igual que en d) pero solamente es visible la porción en que ambas formas se cruzan entre sí. Como resultado de la intersección surge una forma nueva y más pequeña. Puede no recordarnos las formas originales con las que fue creada.

h) Coincidencia. Si acercamos aún mas ambas formas, habrán de coincidir.

La interrelación de la forma es muy importante en la comunicación de conceptos. Cuando se aborda una temática figurativa para

diseñar se analizan las formas y la interrelación de las mismas para plasmarlas en el diseño. De esta manera se evita copiar o meramente trasladar la figuración a la prenda y poder tener un campo de acción más amplio. En el caso de temáticas abstractas como la Física Cuántica se interpretan los conceptos de la temática y se los relaciona con una clasificación de forma y una interrelación de la misma que se perciba que comunica mejor.

Cuando la forma elegida aparece más de una vez se convierte en un módulo. Este módulo tiene una repetición. La repetición es un recurso muy utilizado en el diseño. Wong (1995) distingue los tipos de repetición de módulos existentes y esto aporta a la interpretación de conceptos desde el lenguaje visual. Los tipos de repetición son de figura, de tamaño, de color, de textura, de dirección, de posición, de espacio y de gravedad.

Las clasificaciones de los elementos y operaciones de diseño son una herramienta para la interpretación y traslación de los conceptos elegidos a la representación.

#### **4.5 Interpretación del concepto Física Cuántica desde el lenguaje visual**

A continuación se desarrollará cómo se pueden interpretar y trasladar los elementos del tema Física Cuántica desde el lenguaje visual. Esto tiene como objetivo portar el mensaje de manera visual y comunicar el concepto a través del indumento.

De cada elemento de la Física Cuántica se extraen las siguientes traslaciones a diseño.

#### **4.5.1 Onda (movimiento ondulatorio)**

Elementos de diseño: línea curva, modelada, definida, volumen expansivo

Morfología: en este caso puede aparecer la forma geométrica círculo pero de manera abierta, no absolutamente exacta, interactuando con formas orgánicas.

Operaciones de diseño: estas son extraídas de las que puede experimentar la onda: difracción, interferencia, reflexión y refracción dejando de lado efecto *doppler* porque implica elementos no visuales y limitar el diseño. Radiación.

Las direcciones de los elementos se desarrollaran a partir de los tipos de ondas: transversales o longitudinales.

Silueta forma: la silueta que se desprende esto es la *bombee*.

Silueta línea: la línea será volumétrica para comunicar el efecto que produce la onda, de expansión

#### **4.5.2 Energía**

Morfología: de la energía se extrae una morfología orgánica, heterogénea, plantea la idea de volúmenes que no están definidos en el espacio.



Operaciones de diseño: el hecho de la posibilidad de energía en el vacío nos da la idea de usar la sustracción como operación significativa para el diseño.

Color: la energía termodinámica proporciona una idea acerca del tratamiento del color utilizando la escala cromática según su temperatura. El uso de colores específicamente fríos como es el azul en sus claves bajas donde haya menor acumulación de energía y en interacción con el rojo y el amarillos en alta saturación donde existan puntos de tensión, acumulaciones de energía y ejes direccionales importantes para el diseño.

Detalles constructivos: proporciona la idea de que los detalles constructivos impliquen acumulaciones de energía

#### **4.5.3 Materia**

Morfología: las formas estarán compuestas por un agregado de formas, como las asociaciones moleculares. Los volúmenes indicarán la idea de peso y gravedad

Textura: la textura estará basada en tres de los cuatro estados posibles de la materia ya que el plasma no es una cualidad visible. Entonces las materialidades responderán según la tipología a las características de sólido para tercera piel, abrigos, líquido y gaseoso para tipologías de segunda piel.

#### **4.5.4 Espacio y tiempo**

Elementos de diseño: la línea continua siendo modelada, implicando recorridos en las prendas como el recorrido temporal que se le agrega a la idea de espacio.

Morfología: pueden aparecer rasgos de formas geométricas o irregulares, pero no en su máxima expresión, que el ojo pueda reconocer en una forma orgánica una geométrica que la define.

Operaciones de diseño: la posibilidad de realizar superposiciones aludiendo a la sucesión de hechos que suceden él en espacio tiempo que explican un solo suceso.

Silueta: aquí influye la idea de la cuarta dimensión planteando una silueta volumétrica. Aparece la silueta trapecio para comunicar la idea de expansión de las dimensiones.

#### **4.5.5 Incertidumbre**

Elementos de diseño: esto implicará que el recorrido de las líneas no esté definido, no sea predecible ni mucho menos anticipable. El observador percibirá un hecho inesperado, un recorrido poco probable.

Estructura: la estructura que nos da la incertidumbre es semiformal porque existe un recorrido formal pero es alterado inesperadamente.

A partir de estas características se desarrollará la colección a partir de transformaciones de prendas básicas. En caso de ser expandido a una colección completa se puede implementar una distinción de líneas. Existirán dos líneas dentro de la colección, una que responda al aspecto científico y otra al aspecto filosófico del concepto. La diferencia entre una línea y otra existirá a partir de cómo se visualizarán estos enunciados y está relacionada con la naturaleza de cada disciplina.

En la línea científica será de una manera más literal, saturada, precisa, concreta, delimitada y concisa. Intentos de geometrización y definición de volúmenes y recortes

En la línea filosófica se percibirán de una manera más sensitiva, confusa, desaturada, abierta, orgánica volumétrica y conceptual.

#### **4.6 Conclusión**

A través del conocimiento de los elementos del diseño que posibilitan la comunicación visual y la sintaxis de la imagen es posible interpretar un concepto abstracto como la Física Cuántica desde el diseño. El objetivo de esto es comunicar el concepto en el lenguaje que maneja el diseñador; la utilización del mensaje visual con los códigos que este requiere para la correcta transmisión del concepto. En el desarrollo de prendas se verán reflejados estos conceptos según las operaciones y elementos del lenguaje visual que respondan a cada uno.

## **Capitulo 5 Construcción y estructura de las prendas conforme al espacio-tiempo Cuántico.**

### **5.1 Síntesis**

En el siguiente capítulo se desarrollará un sistema de construcción de prendas basado en la teoría de trenzas. Esta teoría deviene de los estudios de la Topología Cuántica e intenta materializar la nueva concepción de espacio y tiempo introducida por la Física Cuántica. A partir de la investigación de esta teoría se conformará un sistema de construcción de prendas desde la moldería, la concepción del textil y la confección.

### **5.2 Sustento en la Topología Cuántica.**

Como se menciona en el capítulo de la metodología de trabajo, este proyecto tendrá apoyo en las Matemáticas, así como sucede con las investigaciones Físicas. La Topología es una rama de las Matemáticas.

La Topología surge a partir de las transformaciones de la Geometría en los siglos XVIII y XIX. Con los trabajos sobre grafos de Leonardo Euler (1707-1783) en su libro *Solutio problematis ad geometriam situs pertinentes*. La topología funciona como respuesta a cuestiones matemáticas que no dependen de las distancias ni las formas (cuestiones vitales en los problemas puramente geométricos) sino solamente de la disposición de los objetos en estudio. Se trata de un estudio de la geometría independiente de la cuestión numérica y centrado en el funcionamiento de los cuerpos. La

Topología en muchos de sus aspectos es indispensable para las Matemáticas, Física e incluso Ingeniería. (Macho Stadler, 2002)

La Topología Cuántica es una rama de la Topología. En este caso existen invariantes cuánticos que son usados para determinar si arreglos simples (es decir nudos) en las variedades son iguales. La Topología Cuántica trata ciertos temas de la teoría Cuántica. Estos son el *espacio-tiempo* cuánticos, las dimensiones Cuánticas y la energía. La aplicación de esto se observa en las teorías de nudos, trenzas y cadenas. (Castrillón López, 2007)

Como la Física Cuántica trabaja con una concepción del espacio y tiempo diferencial, la Topología Cuántica cuenta con el método apropiado de análisis para la representación de la misma. La Mecánica Cuántica y la Teoría Cuántica de campos requieren el lenguaje del espacio funcional y la Topología diferencial. El concepto de espacio funcional es fundamental para la comprensión de las transformaciones y la naturaleza Física del espacio. Las funciones y la geometría aisladas no logran representar la realidad Física. (Castrillón López, 2007)

### **5.2.1 Teoría de Trenzas**

La Teoría de Trenzas se desprende de la Teoría de Nudos formulada por la Topología Cuántica.

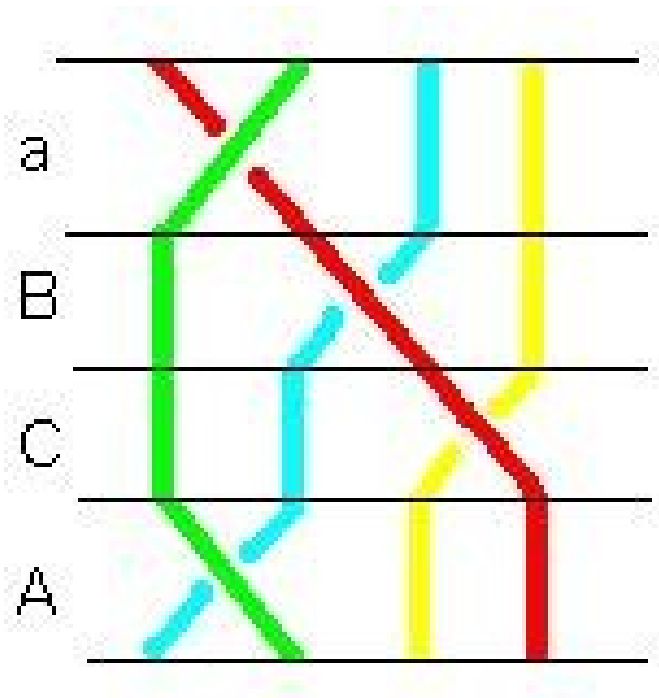
La publicación *Topología geométrica* explica (Castrillón López, 2007)

La Teoría de Nudos estudia la clasificación de todos los nudos y enlaces en el espacio, así como las deformaciones que hay que hacer para poder pasar de uno a otro en caso de tener equivalencia. Por ejemplo, decidir si dado un nudo, éste se puede deshacer (es decir, deformarlo sin romperlo para obtener una circunferencia) puede ser extremadamente complicado.

A partir de las bases propuestas en el estudio de la Teoría de Nudos, se formula la teoría de trenzas. La Teoría de Trenzas aparece en 1925 formulada por el geómetra matemático Emil Artin. Esta teoría propone la concepción de la trenza como un tipo de diagrama especial monolítico de nudos en el que hay  $N$  puntos espaciados igualitariamente y unidos a un segundo conjunto de  $N$  puntos por la vía de  $N$  trenzas. Esto se desenvuelve de manera descendiente. Los nudos son relevantes en la Teoría de Trenzas porque actúan como el cierre de la trenza.

La variante más simple de trenza son dos cuerdas que se entrelazan, pero también se puede complejizar añadiendo cantidad de cuerdas. (Topología, 2010)

El *espacio-tiempo* cuántico señala que los acontecimientos que ocurren en él son simétricos. Ello significa que el grupo de trenzas describe una simetría donde no importa el orden en que las cosas se cambian, pero si es uno el que cambia dos cosas, entonces no necesariamente regresa al lugar de origen que tenía previamente. (topología, 2010)



**Figura 3: esquema de trenza de cuatro cuerdas.**

Fuente: [www.topologia.wordpress.com](http://www.topologia.wordpress.com)

### **5.3 Propuesta de construcción Cuántica.**

Para la construcción de las prendas se utilizará la Teoría de Trenzas como soporte. Se le asignará a cada cuerda una dimensión Cuántica. De esta manera se intentan representar las cuatro dimensiones enunciadas en la concepción de *espacio-tiempo* cuántico. Este recurso se utiliza debido a la cualidad ingraficable e inmaterializable del tiempo. Entonces, la construcción de las prendas en este proyecto estará basada en cuatro cuerdas (o la materialidad que se le asigne) entrelazadas

según la teoría de trenzas para conformar un sistema. Esto se reproducirá cuantas veces sea necesario. Este sistema se utilizará para conformar el textil, generar un sistema de moldería y realizar la confección.

### **5.3.1 Concepción del textil**

#### **5.3.1.1 Cuatro hilos, hilados**

En el proceso de la realización del textil intervienen, en una primera instancia las fibras. Estas fibras ya sean naturales, artificiales o sintéticas son hiladas para convertirse en hilos. El hilo es la estructura base del tejido. Existen muchas maneras de tejer los hilos para confeccionar el textil. En este capítulo se desarrollará una manera alternativa de construir el textil teniendo en cuenta la teoría de Trenzas.

Como se enuncia anteriormente existe en la Teoría de Trenzas la trenza de cuatro lazos. Estos lazos se entrelazan para formar algo más complejo y mayor. En el caso de la construcción Cuántica del textil se aplicará este principio. El hilo se hilará a partir de cuatro fibras base y la repetición de esto conformará el hilo definitivo. Hollen (1998, pág. 155) explica el proceso de hilatura "el hilado proporciona la torsión que hace que del hilo simple un hilado de fibra discontinua. La hilatura en anillos estira, tuerce y enrolla en una sola operación continua." Este hilo se tejera en trenzas de 4 lazos. Esto se aplica a cualquier tipo de hilo que provenga de cualquier tipo de fibra. El cambio de la materialidad



no influirá en la manera de construir el textil. Una vez realizado el proceso de trenzado del hilo, se prosigue a unir las trenzas. Esto se realizará a través de costuras invisibles con resistencia suficiente para sujetar las trenzas. Se busca que se vea y se sienta como un tejido homogéneo. Las trenzas pueden variar el tamaño, esto dependerá del grosor del hilo. La variación en las fibras y en el grosor (o *hank*) del hilo enriquecerá el textil, allí radicará la diferencia entre un textil y otro. El método de tejido es el mismo, varía la composición.

Evidentemente se trata de un método artesanal y de alta complejidad. Sin embargo esto no disiente de los preceptos científicos enunciados. Se trata de una ciencia compleja y necesita de tiempo y dedicación para el estudio.

### **5.3.2 Sistema de moldería.**

#### **5.3.2.1 Cuatro piezas, cuatro recortes para la construcción del diseño.**

Al momento de materializar un diseño se presenta el conflicto de la moldería. La moldería es a la prenda lo que el ingeniero al edificio. Sin la moldería la construcción de las prendas es asertiva e intuitiva. Surge de una manera más creativa. Tratándose de un proyecto con inspiración científica y siguiendo los conceptos enunciados en la construcción del método de trabajo, para este proyecto se construirán las prendas basándose en las bases de moldería básicas. Sin embargo, en el sistema de moldería

se reinterpretarán ciertas características de la Teoría de Trenzas. Asimismo se selecciona la trenza de cuatro lazos para la conformación del sistema, como se realizó en el caso del textil. Entonces el sistema de moldería estará basado en cuatro piezas. Cada pieza corresponde a uno de los lazos que integran la trenza de cuatro. Cada pieza de la prenda en la unión con las demás hace a la construcción y la estructura de la prenda. De faltar una pieza en el sistema la prenda quedaría incompleta, como la estructura de la trenza de cuatro lazos.

Sin embargo, estas piezas deberán responder a los conceptos interpretados desde el lenguaje visual. Es decir que si el lenguaje visual propone una operación de diseño (por ej. superposición) y el diseñador desea comunicarlo a través de recortes, estos recortes deberán estar diagramados de manera que la moldería respete las cuatro piezas que unidas harán de estructura de la prenda.

### **5.3.3 Sistema de confección.**

Continuando con la manera de trabajar el textil y la moldería, el sistema de confección también estará guiado por el eje de la trenza de cuatro lazos. Como premisa en la confección será necesaria la presencia de cuatro hilos que unidos formen la costura de manera monolítica. Este tipo de costuras se consiguen con ciertas máquinas como la Collareta y *Overlock* de cuatro hilos. Entonces, utilizando este tipo de máquinas se obtendrán costuras compuestas por cuatro hilos entrelazados, así como funciona en la

Teoría de Trenzas, la trenza de cuatro lazos. Para enfatizar el concepto, estas costuras se dejarán visibles. Entonces, las uniones de las 4 piezas, conformadas por un textil concebido con trenzas de cuatro lazos estarán acordes al sistema y, al ser visibles, acentúan el concepto introducido por la Teoría de Trenzas.

#### **5.4 Conclusión.**

Siguiendo la metodología propuesta en el capítulo anterior, este proyecto se sustentará con teorías provenientes de las ciencias Matemáticas. Para la confección de la prenda se toma la Teoría de Trenzas, proveniente de la Topología de la Geometría no euclidiana.

De esta teoría se toma como eje la trenza de cuatro lazos. Este tipo de enlace será la guía para el desarrollo de la confección del textil, la moldería y la costura de la prenda.

## **Conclusión**

La propuesta de trabajo fue estudiar la Física en su variante Cuántica y a partir de esto relacionar los conceptos con el diseño de indumentaria. Esta relación se produjo a nivel conceptual, metodológico y constructivo.

En primer lugar se definió la Física Cuántica. El primer capítulo está dedicado principalmente a la definición de la ciencia, la innovación en cuanto a la Física clásica y la importancia de esta. También se seleccionaron los conceptos más relevantes, que hacen a esta ciencia, y se explicaron tanto desde su aspecto científico como también desde su aspecto filosófico. Es necesario definir ambos aspectos ya que a través del estudio de esta rama de la Física se pudo observar que los cambios que introdujo tuvieron un gran impacto en la manera que los seres humano conciben el universo.

En los primeros capítulos se definieron conceptos que permitan comprender la posterior relación entre el diseño de indumentaria y la Física Cuántica. Entonces así como se definió la Física Cuántica en el primer capítulo, en el capítulo número dos se expone el diseño de indumentaria y sus conceptos esenciales. Definir el diseño de indumentaria permite al lector una mejor comprensión de las posteriores relaciones entre diseño y Física. En este capítulo se explican conceptos básicos de colección e

industria y se enmarca el proyecto en la línea vanguardia y el rubro *casual*.

Uno de los primeros componentes para comenzar la relación entre diseño y Física es la relación de las metodologías de trabajo para concluir en una metodología propia del proyecto. En el capítulo tres se desarrolla y explican tanto el método científico como el proyectual y una vez explicados ambos métodos comienza la primera instancia de relación de Física y diseño, la confección de una metodología de trabajo Cuántica que integra el método proyectual y el método científico, guiando al diseñador en la manera de trabajar y desarrollar un proyecto de diseño relacionado con las ciencias Físicas. En la relación de ambos métodos de trabajo se encuentra la posibilidad de sustentarse en teorías Matemáticas.

Otro de los factores que colaboran a la relación entre diseño y Física es la interpretación del concepto Física Cuántica desde el lenguaje visual. Este el lenguaje que utilizan los diseñadores y demás artistas visuales para comunicar conceptos. En el capítulo cuatro se desarrolla y explica el proceso de comunicación visual y los elementos que se utilizan para llevarla a cabo. Una vez explicados los conceptos se desarrolla la interpretación de los principales conceptos de la Física Cuántica a través de los elementos del lenguaje visual.

En el capítulo final se explica la construcción y estructuración de la prenda desde una concepción Cuántica. Esto se sustenta en una teoría Matemática, la Teoría de Trenzas. El sustento en las

ciencias Matemáticas es parte de la metodología de trabajo y esta teoría proveniente de la Topología permite el desarrollo de la construcción del textil, la moldería y la confección de la prenda.

En cada capítulo se explican los conceptos necesarios para comprender la posterior relación entre Física Cuántica y diseño de indumentaria. En la adquisición de nuevos conceptos se encontraron mayor cantidad de elementos que posibilitaron la relación entre dos disciplinas aparentemente alejadas a nivel conceptual.

Se cumplieron los objetivos propuestos en la introducción, ya que se procedió a definir las principales cuestiones y conceptos de ambas disciplinas y encontrar la relación entre ambas desde diferentes aspectos: metodología de trabajo, lenguaje visual y construcción de prendas.

El desarrollo de una colección de prendas a partir de bases de moldería básicas que respondan a esta relación se puede observar en el anexo, cuerpo C.

Este proyecto aporta al diseño de indumentaria brindándole una metodología de trabajo que complementa el método proyectual y, a su vez, relacionada con las ciencias Físicas.

También aporta un sistema de construcción. Una manera de concebir el textil desde el hilado, un sistema de moldería y confección sustentado en una teoría Matemática. Este sistema se puede utilizar independientemente de la temática y se diferencia de los sistemas tradicionales y conocidos.

A su vez, la interpretación de los conceptos de la Física Cuántica desde el lenguaje visual sienta bases como partido de diseño. Esta interpretación se puede utilizar tanto para la creación de una colección de indumentaria como la producción de objetos o piezas gráficas. Los conceptos interpretados permiten comprender como se puede comunicar la Física Cuántica de manera visual.

Por último aporta iniciativa al diseñador para enfrentar y elegir temáticas de orden complejo, temáticas científicas y poco exploradas.

En el desarrollo de este proyecto se investigaron conceptos básicos que, a través de la reflexión y el estudio, se lograron entrelazar y relacionar. La aparente distancia conceptual entre el diseño de indumentaria y la Física Cuántica no es tal, se trata de disciplinas estrechamente relacionadas por la construcción del pensamiento humano. Ambas generan en el pensamiento de los seres humanos una manera de ver y concebir el universo. La Física Cuántica lo hace de una manera más abstracta y conceptual, el diseño de indumentaria lo hace visual y perceptible, ambas disciplinas se viven día a día.

## Referencias bibliográficas

- Barbera, C. (2008) *Apuntes de cursada*. Recuperado el 12/08/10  
Buenos Aires.
- Blackwood, C, Kelly, L y Bell, E (1967). *Física General*. Madrid:  
Editorial C.E.C.S.A
- Bunge, M. (1992). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos  
Aires: Editorial Siglo Veinte.
- Bürdek, B (1994). *Diseño*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Capec, M. (1965). *El impacto filosófico de la física  
contemporánea*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Castrillon López, M. (2007). *Topología y geometría deformando*.  
Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Disponible en  
[http://www.estalmat.unican.es/documentos/Curso\\_Verano\\_2007/Topologia\\_Geometria.pdf](http://www.estalmat.unican.es/documentos/Curso_Verano_2007/Topologia_Geometria.pdf)
- Citas. Disponible en <http://www.wikiquotes.com>. Recuperado el  
02/10/10.
- Conran, T. (1999) *Diseño*. Buenos Aires: Editorial La Isla S.R.L.



Davies, P.C.W, Brown J.R. (1988). *El espíritu del átomo: Una discusión sobre los misterios de la física cuántica*. Madrid: Editorial Alianza.

Dondis, D.A. (1992). *La sintaxis de la imagen*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Einstein, A e Infeld, B. (1996). *La física: aventura del pensamiento: el desarrollo de las ideas desde los primeros conceptos hasta la relatividad y los cuantos*. Buenos Aires: Editorial Losada.

Hollen (1998). *Introducción a los textiles*. Buenos Aires: Editorial Limusa.

Lento Navarro, G. (2008). *Apuntes de cursada*. Recuperado el 14/08/10 Buenos Aires.

Macho Stadler, M. (2002). *Qué es la Topología*. Buenos Aires: Editorial Otsaila.

Munari, B (1973). *Diseño y comunicación visual*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Munari, B. (1983). *Cómo nacen los objetos. Apuntes para una metodología proyectual*. México: Editorial Gustavo Gili

O'Hara Callan, G (1989) *Diccionario de la moda y los diseñadores*.

Barcelona: Editorial Destino.

Pasquali, A (1978.) *Comprender la comunicación*. Caracas: Editorial

Monte Avila Latinoamericana.

Peirce, C (1974) *La ciencia de la semiótica*. Buenos Aires:

Editorial Nueva Visión.

Real Academia Española. Disponible en <http://www.rae.es>

Saulquin, S (2005). *Historia de la moda argentina*. Buenos Aires:

Editorial Emece.

Sears, P, Zemansky, M, Young, J y Freedman, B. (2004). *Física*

*universitaria*. México: Editorial Pearson.

Topología. Recuperado el 25/10/2010. Disponible en

<http://topologia.wordpress.com/>

Tripler, P. (1990). *Física*. Barcelona: Editorial Reverté.

Weisskopf, V. (1989). *La revolución cuántica*. Barcelona: Editorial Lumen.

Wong, W (1995) *Fundamentos del diseño*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

## **Bibliografía**

Barbera, C. (2008) *Apuntes de cursada*. Recuperado el 12/08/10  
Buenos aires. Comunicación personal.

Blackwood, C, Kelly, L y Bell, E (1967). *Física General*. Madrid:  
Editorial C.E.C.S.A

Bunge, M. (1992). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos  
Aires: Editorial Siglo Veinte.

Bürdek, B (1994). *Diseño*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Caituiro-Monge, H. *Arquitectura Cuántica*. Publicación de  
Electrical and Computer Engineering Department University of  
Puerto Rico. Recuperado el 12 de agosto de 2010. Disponible en  
<http://www.ece.uprm.edu/~s011015/personal/writings/arquitecturacuantica/arquitecturacuantica.pdf>

Capec, M. (1965). *El impacto filosófico de la física contemporánea*. Madrid: Editorial Tecnos.

Cardenas Espinosa, R. (2010). *La física cuántica y el pensamiento humano*. Publicado en contribuciones a las ciencias sociales.

Recuperado el 15 de agosto de 2010. Disponible en <http://eumed.net/rev/cccss/08/rdce2.pdf>

Castrillon López, M. (2007). *Topología y geometría deformando*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Disponible en [http://www.estalmat.unican.es/documentos/Curso\\_Verano\\_2007/Topologia\\_Geometria.pdf](http://www.estalmat.unican.es/documentos/Curso_Verano_2007/Topologia_Geometria.pdf)

Citas. Disponible en <http://www.wikiquotes.com>. Recuperado el 02/10/10.

Conran, T. (1999). *Diseño*. Buenos Aires: Editorial La Isla S.R.L.

Davies, P.C.W, Brown J.R. (1988). *El espíritu del átomo: Una discusión sobre los misterios de la física cuántica*. Madrid: Editorial Alianza.

Dondis, D.A. (1992). *La sintaxis de la imagen*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Einstein, A e Infeld, B. (1996). *La física: aventura del pensamiento: el desarrollo de las ideas desde los primeros conceptos hasta la relatividad y los cuantos*. Buenos Aires: Editorial Losada.

Hollen (1998). *Introducción a los textiles*. Buenos Aires: Editorial Limusa.

Lento Navarro, G. (2008) *Apuntes de cursada*. Recuperado el 14/08/10 Buenos Aires. Comunicación personal.

Macho Stadler, M. (2002). *Que es la Topología*. Buenos Aires: Editorial Otsaila.

Munari, B (1973). *Diseño y comunicación visual*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Munari, B. (1983). *Cómo nacen los objetos. Apuntes para una metodología proyectual*. México: Editorial Gustavo Gili

Navarro, L. (1992). *Las interacciones ciencia - sociedad a la luz de la mecánica cuántica y su interpretación*. Barcelona: Editorial Tusquet Editores.

O'Hara Callan, G (1989) *Diccionario de la moda y los diseñadores*. Barcelona: Editorial Destino.

Otero Carabajal, L. (2006). *La teoría cuántica y la discontinuidad de la física*. Publicación de la universidad Complutense de

Madrid. Recuperado el 10 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/la%20teoria%20cuantica.pdf>

Pasquali, A (1978.) *Comprender la comunicación*. Caracas: Editorial Monte Avila Latinoamericana.

Pauli, W (1996). *Escritos sobre física y filosofía*. Editado por Charles P. Enz y Kart von Meyenn. Recuperado el 12 de agosto de 2010. Disponible en [http://www.arteuna.com/laboratorio/1-Wolfgang\\_Pauli.pdf](http://www.arteuna.com/laboratorio/1-Wolfgang_Pauli.pdf)

Peirce, C (1974) *La ciencia de la semiótica*. Buenos Aires: Editorial Nueva Visión.

Real Academia Española. Disponible en <http://www.rae.es>

Saulquin, S (2005). *Historia de la moda argentina*. Buenos Aires: Editorial Emece.

Sears, P, Zemansky, M, Young, J y Freedman, B. (2004). *Física universitaria*. México: Editorial Pearson.

Topología. Recuperado el 25/10/2010. Disponible en <http://topologia.wordpress.com/>

Tripler, P. (1990). *Física*. Barcelona: Editorial Reverté.

Weisskopf, V. (1989). *La revolución cuántica*. Barcelona: Editorial Lumen.

Wong, W (1995) *Fundamentos del diseño*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.