

UNIVERSIDAD CATOLICA BOLIVIANA "SAN PABLO"
UNIDAD ACADEMICA REGIONAL LA PAZ
INGENIERIA QUIMICA

PERFIL DE PROYECTO



APLICACIÓN DEL MODELO MATEMATICO KUBELKA MUNK PARA LA
PREDICCIÓN DE COINCIDENCIA DE COLOR CON COLORANTES DISPERSOS
USADOS EN FIBRA POLIESTER

ESTUDIANTE: Mayra Mercedes Ayala Navarro

14 de julio, 2021

La Paz- Bolivia

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde el origen del universo ha existido el color y la evolución del mismo fue un proceso que se llevó a cabo desde la prehistoria cuando era usado como medio de expresión y en la antigua Grecia donde los conceptos de color fueron esbozados al analizar los colores que comprendía el arco iris, de igual manera en el área textil fue un factor importante ya que ha sido fundamental en la representación de muchas culturas y épocas. En la antigüedad diversas civilizaciones realizaban teñido de textiles con tintes que obtenían de la naturaleza los cuales fueron desarrollados con el paso del tiempo, hasta el año 1856 donde la industria del teñido dio su más grande salto cuando William Perkin descubrió por accidente el primer tinte sintético y con la llegada de la revolución industrial a principios del siglo XIX el negocio explotó y la demanda de colorantes aumentó, convirtiéndose en parte importante en la industria textil. Dicho evento contribuyó en la mejora de producción de colorantes por el uso de maquinaria eléctrica que hacía conveniente el proceso. En la época más reciente la industria textil y de colorantes ha evolucionado a nivel mundial, produciendo cambios decisivos en la tecnología que faciliten la obtención de datos en el área de tintorería y aplicando el concepto de estandarización de color en los productos para mejorar la calidad de producción de los mismos, por lo tanto la reproducción de color se ha convertido en base importante para esta industria y la igualación de colores mediante herramientas tecnológicas se ha vuelto una herramienta para dar solución a variaciones cromáticas, agilizar el proceso de obtención y evitar gastos que signifiquen pérdida para la empresa.

2. ANTECEDENTES

2.1 Información de la empresa

La empresa TDT- Texturizado y Desarrollo Textil SRL empezó su funcionamiento el año 2011, es una industria Boliviana que trabaja con la preparación e hilado de fibras textiles de poliéster desde su inicio y ha implementado en sus procesos hasta el día de hoy la fabricación de fibras de algodón, poliéster over, cintas deportivas y cordones en diferentes colores. La empresa cuenta con un área de texturizado en el cual se realizan los títulos de poliéster a utilizar, el área de tintorería, bobinado y enconado, el tejido de cintas y el almacén. El personal está compuesto por aproximadamente 500 trabajadores, entre ingenieros, técnicos y expertos operadores con años de experiencia en la industria textil.

2.2 Fibra textil, colorantes y Proceso de tintura

La **fibra textil** con la que se trabaja en mayor cantidad es el poliéster, materia prima que más destaca por su uso en prendas de vestir. El poliéster es un tipo de resina plástica que se obtiene del petróleo a través de una sucesión de procesos químicos, siendo este de una categoría de polímeros que contiene el grupo funcional en su cadena principal. Se entiende como término poliéster a los poliésteres sintéticos, los cuales incluyen policarbonato y especialmente el polietileno tereftalato. Este componente es llevado al proceso de texturizado que consta de la modificación en la estructura de los hilos, proporcionándoles alargamiento, volumen, capacidad de absorción, rizos, espirales por medio de tratamientos físico y químicos, en el cual se realizan diferentes títulos como 165/48F 1C, 180/48F 1C, MF, etc que determinan el grosor del hilo y es tomado en cuenta como un material opaco.

Los **colorantes dispersos** actualmente son utilizados principalmente para el teñido de poliéster que es complicado de teñir, su carácter químico es no iónico, con baja solubilidad en el agua y pueden disolverse en algunas fibras sintéticas y su nombre viene dado ya que se

aplica en dispersión acuosa. Los colorantes dispersos pueden tener diferentes estructuras químicas que son:

- Colorantes azoicos
- Colorantes antraquinónicos

El **proceso de tintura** consta del método de tintura por agotamiento, en el cual el tinte se encuentra en una solución a cierta temperatura mayor a la temperatura ambiente (70°C - 130°C) en la cual es introducida la fibra textil que absorbe el colorante, de tal forma que se produzca la fijación del mismo. Al final de la tintura cuanto menos tinte quede en la solución restante, existirá mayor agotamiento.

Las moléculas de los colorantes pasan por las siguientes etapas en el proceso de tintura:

- DIFUSION o movimiento de la molécula del colorante, de la fase líquida a la fibra textil.
- ADSORCION o paso del colorante del baño a la superficie de la fibra.
- FIJACION o movimiento de la molécula de colorante desde la superficie de la fibra, hacia su interior, estableciéndose los enlaces entre fibra y colorante.

2.3 Espectrofotómetro

El espectrofotómetro que se utiliza como instrumento para obtener datos de reflectancia, a^* , L^* , b^* y diferencias de color propios de una muestra de fibra teñida es el espectrofotómetro de rejilla YS3010 portátil. El instrumento es fácil de lograr una transmisión de color precisa que también puede ser equipo de medición precisa para el sistema de coincidencia de colores y se utiliza ampliamente en el área de control de calidad del color.



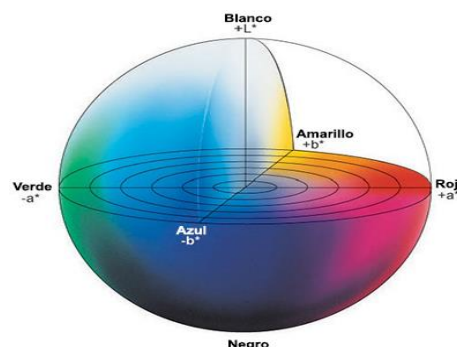
Figura 1. Espectrofotómetro de color YS3010 para la medición de color, marca Shenzhen 3nh

El sistema CIELAB es un método de identificación que es utilizado en el espectrofotómetro. Identifica de forma tridimensional un color, utilizando a teoría de los 3 pares antagónicos de la visión de los colores:

Blanco ($L^*=100$)- Negro ($L^*=0$)

Amarillo ($+b^*$)- Azul ($-b^*$)

Rojo ($+a^*$) - Verde ($-a^*$)



2.4 Modelo fisicomatemático Kubelka Munk

El modelo más empleado por las industrias de pinturas, papel, textil y plástico en la formulación de color, ha sido el modelo fisicomatemático de color de Kubelka Munk. El método consiste en la predicción del color de un material opaco en este caso la fibra textil a partir del porcentaje de reflectancia para cada longitud de onda del espectro visible (400-700 nm), ya que este porcentaje es función de la luz absorbida y dispersada por las partículas de los pigmentos que se encuentran en el sustrato, lo cual significa que para cada frecuencia del espectro visible, cada componente de una formulación de color posee un coeficiente de absorción, K y un coeficiente de dispersión, S. la relación que describe la ecuación de Kubelka Munk es la siguiente:

$$\frac{K\lambda}{S\lambda} = \frac{(1 - r\lambda)^2}{2 * r\lambda}$$

Donde:

$K\lambda$ = coeficientes de absorción

$S\lambda$ = coeficientes de dispersión

$r\lambda$ = porcentaje de reflectancia difusa

Esta ecuación tiene una relación lineal con la concentración y la hace importante para calcular la igualación de colores. Los coeficientes de absorción y difusión tienen la propiedad de ser lineales y aditivos. Así que el coeficiente de absorción total es la suma de los coeficientes de absorción de los componentes en una mezcla y es igual para el coeficiente de difusión y esto se explica de la siguiente manera:

$$K(\lambda) = K_s(\lambda) + K_1(\lambda) * C_1 + K_2(\lambda) * C_2 + \dots + K_n(\lambda) * C_n$$

$$S(\lambda) = S_s(\lambda) + S_1(\lambda) * C_1 + S_2(\lambda) * C_2 + \dots + S_n(\lambda) * C_n$$

Dividiendo ambas ecuaciones de absorción y dispersión podemos obtener una relación igual que la ecuación de Kubelka Munk:

$$\frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} = \frac{K_s(\lambda)}{S_s(\lambda)} + \frac{K_1(\lambda)}{S_1(\lambda)} * C_1 + \frac{K_2(\lambda)}{S_2(\lambda)} * C_2 + \dots + \frac{K_n(\lambda)}{S_n(\lambda)} * C_n$$

Ecuación en la cual se basa la realización de este proyecto ya que relaciona de forma lineal los valores de dispersión y absorción con las concentraciones de diferentes colorante que componen un color en específico.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología de obtención eficiente de datos con ayuda del modelo fisicomatemático Kubelka Munk, para mejorar el proceso de igualación de color en la empresa textilera TDT con ayuda de la tecnología y materiales que la misma empresa nos proporciona.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer el funcionamiento y aplicación del espectrofotómetro.
- Obtener pruebas en base a las concentraciones que sean válidas para obtener estándares de los 14 colorantes utilizados en la empresa.
- Crear un modelo de acuerdo a las tricromías obtenidas que pueda aplicarse para la formulación de recetas.
- Desarrollar un sistema eficiente que aporte la información necesaria con respecto a la dosificación de colorantes en el área de tintorería de la empresa.

4. METODOLOGIA

El concepto de metodología de investigación aplicado en el trabajo es el propuesto por los autores Sampieri, Fernandez y Baptista (2006). De acuerdo con el tema a desarrollar se comprende que contiene un enfoque de investigación cuantitativa, ya que se realizarán pruebas basadas en hipótesis de que lo teórico será aplicable en lo experimental y se obtendrán datos numéricos que nos ayudaran a establecer patrones de comportamiento y obtener un resultado. Se define el alcance de la investigación de acuerdo a un diseño experimental que es definido como un estudio en el que se manipulan una o más variables independientes, para analizar las consecuencias de la manipulación en variables dependientes de la misma. El método de medición que se pretende utilizar son pruebas estandarizadas que se obtendrán en base a la aplicación de la fórmula de forma teórica y serán comparadas con los datos experimentales para analizar su error mediante el uso del espectrofotómetro y software (Sampieri Hernandez, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2003). Por último la técnica que se aplicara será de análisis y observación en las pruebas finales.

5. BIBLIOGRAFIA

3nh. (s.f.). *SPECTROPHOTOMETER OPERATING MANUAL*.

Arkiplus. (s.f.). *Arkiplus*. Obtenido de <https://www.arkiplus.com/historia-del-color/>

Cabanes, A. S. (s.f.). *Concepto de tintura*.

FotoNostra. (s.f.). *FotoNostra*. Obtenido de <https://www.fotonostra.com/grafico/historiacolor.htm>

Garcia, J. C. (2007). *Metodologia de analisis y evaluacion de las propiedades del color en fibras teñidas 100% algodón como herramienta en la produccion, para la industria textil Guatemalteca*.

J. V., & A. F. (2016). *Taller sobre el color y su medicion*. Madrid.

Linares, G. B. (s.f.). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/presentation/317976422/COLORANTES-DISPERSOS>

Linares, M. J. (2008). *Aplicación de la teoría de Kubelka-Munk en la optimizacion de la estampación pigmentaria*. Valencia.

Sampieri Hernandez, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: McGraw-Hill interamericana.