

**SISTEMA DE PANTALLA AMPLIFICADORA DE LA ONDA LUMÍNICA
(AUROR)**

JORGE ELIECER LONDOÑO VALENCIA
LUIS FERNANDO MUÑOZ JARAMILLO

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD TECNOLÓGICA
DISEÑO INDUSTRIAL
MEDELLIN

2014

**SISTEMA DE PANTALLA AMPLIFICADORA DE LA ONDA LUMÍNICA
(AUROR)**

JORGE ELIECER LONDOÑO VALENCIA
LUIS FERNANDO MUÑOZ JARAMILLO

Trabajo de Grado

JULIANA CUERVO CALLE
Diseñadora Industrial

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD TECNOLÓGICA
DISEÑO INDUSTRIAL
MEDELLIN

2014

TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN	6
1.1. ABSTRAC	7
2. GLOSARIO	8
2.2. GLOSSARY	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
5. JUSTIFICACIÓN	16
6. OBJETIVOS	19
7. MARCO TEÓRICO	20
7.1. LUZ Y SUS PROPIEDADES	20
7.2. UNIDADES DE MEDIDA DE LA LUZ	21
7.3. NIVELES DE LUZ RECOMENDADOS	22
7.4. NIVELES DE LUZ EXTERIORES	23
7.5. GEOMETRÍA Y MATERIALES PARA MEJORAR LA TRANSMISIÓN DE LA LUZ NATURAL	24
7.6. CARACTERISTICAS DE LAS SUPERFICIES EN INTERIORES	28
7.7. INCIDENCIA DE LA LUZ EN LA VISIÓN HUMANA	30
7.8. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN INTERIOR.....	33
7.9. MIPYMES (Micro, Pequeñas y Medianas empresas)	34
8. MARCO DE REFERENCIA	36
9. METODOLOGÍA	46
10. CONCLUSIONES	47
11. BIBLIOGRAFÍA	48
12. CIBERGRAFÍA	49

INDICE DE IMAGENES

IMAGEN 1. Reflexión especular	15
IMAGEN 2. Reflexión difusa	23
IMAGEN 3. Reflexión dispersa	15
IMAGEN 4. Suelo de CD's	25
IMAGEN 5. Vasos refractarios.....	27
IMAGEN 6. Diferentes Elementos en vidrio diseñados (amplifican la luz)	29
IMAGEN 7. Colección Lucid'Oro	30
IMAGEN 8. Diseño que refracta la luz en diferentes ángulos.....	32
IMAGEN 9. Objetos que pueden ser fuentes luminosas en habitaciones .	32
IMAGEN 2. Un rayo de luz.....	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas de Iluminación.....	14
Tabla 2. Recomendación Nivel de luz en diferentes espacios de trabajo .	14
Tabla 3. Niveles de luz comunes exteriores.....	15
Tabla 4. Valores típicos para diferentes tipos de vidrios.....	17
Tabla 5. Valores reflectancias	20

1. DESCRIPCIÓN

Auror es un sistema de pantalla que amplifica las ondas de luz emitidas por sistemas de iluminación LED, permitiendo que dichas ondas no se reflejen de manera unidireccional, sino de forma radial, mediante el aprovechamiento de algunos principios físicos como la refracción lumínica.

Auror está fabricado con un polímero elastómero (coloide), que además de reflejar las ondas lumínicas, por su elasticidad, se puede adaptar a los sistemas con tecnología LED en forma de campana.

La utilización de Auror le permitirá a muchos dueños de pequeñas empresas, especialmente las del sector confecciones, tener un ahorro económico al potencializar los sistemas de iluminación ya implementados, lo que se traducirá en unas mejores prácticas en materia de seguridad industrial y salud ocupacional. Finalmente esto se verá reflejado en un mayor rendimiento de la producción y unas mejores condiciones laborales que prevendrían posibles enfermedades visuales.

1.1. ABSTRACT

Auror is a screen system which amplifies the light's waves broadcast by LED lighting systems, allowing that those mentioned waves should not be reflected in an unidirectional way, but of radial form, by means of the implementation of any physical principles as the light refraction.

Our system is made by a elastomer (colloid), which beside reflecting the light waves, thanks its elasticity, it can to be adapted to the LED systems with bell shape.

Auror's implementation will allow many owners of small enterprises, specially those of the dressmaking sector, to have an economic saving promoting the light systems already implemented, which will be translated in better security industrial practices and occupational health. Finally, this will be reflected in a production efficiency increase and better working conditions which could prevent possible visual diseases.

2. GLOSARIO

Lux: Está definido como la intensidad producida en una superficie por una bujía estándar colocada a un metro de distancia.

Polímero: se definen como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (monómeros) que se repiten a lo largo de toda una cadena. Un ejemplo de un polímero podría ser la unión con un hilo de muchas monedas perforadas por el centro, obteniendo al final una cadena de monedas, en donde las monedas serían los monómeros y la cadena con las monedas sería el polímero.

Elastómero: Tipo de plástico que se caracteriza por recuperar su forma inicial cuando cesa la fuerza que lo altere.

Coloide: Sustancia casi homogénea cuyas partículas pueden encontrarse en suspensión debido a que aunque parece una sustancia líquida, sus moléculas son lo suficientemente grandes para no mezclarse con el medio líquido en que está suspendido el material.

MIPYMES: Es el acrónimo de las palabras Microempresas, Medianas Empresas y Pequeñas Empresas; este término toma en cuenta las modalidades de empresa más reducidas. Esta definición varía de acuerdo al país, pues en algunos lugares se plantea dicha distribución desde la rentabilidad anual, mientras que en otros se considera dependiendo de la cantidad de empleados y activos que posea.

Microempresa: consta de un personal que no supera a los 10 trabajadores y sus activos totales son inferiores a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Pequeña Empresa: su personal oscila entre los 11 y los 50 trabajadores y la suma de sus activos se encuentran entre 501 y 5.001 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Mediana Empresa: la cantidad de empleados se estima entre 51 y 200 trabajadores y el monto de sus activos totales se calcula entre 5.001 y 15.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Espectro electromagnético: Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina *espectro electromagnético* a la radiación electromagnética que emite o absorbe una sustancia. Dicha radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una huella dactilar.

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

Luminancia: Se define como el cociente entre la intensidad luminosa procedente de una superficie en una dirección dada y el área aparente de dicha superficie. Cuando las superficies son iluminadas, la luminancia depende del nivel de iluminación y de las características de reflexión de la propia superficie. Unidad: cd/m². Símbolo: L

Fatiga Visual: Denominada astenopia en lenguaje médico y popularmente fatiga visual, esta es una alteración que sufren en la actualidad millones de personas en el mundo, es un conjunto de síntomas visuales y oculares que aparecen generalmente como consecuencia de un esfuerzo prolongado de la visión, trastorno que define como "funcional y reversible".

Eficiencia energética: es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto reducir el consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costes y promover sostenibilidad económica, política y ambiental.

Amplificación: En el campo lumínico, se habla de amplificación cuando la onda de luz se refleja sobre un material con el fin de aumentar la cantidad de luz reflejada sobre una superficie.

Refracción: Es la modificación en la dirección o en la velocidad de una onda con el fin de cambiar alguna de sus propiedades físicas, a través del medio en que se propaga.

Coloide: Sistemas "líquidos" en los que hay o más fases, una de las cuales (la fase dispersa) se distribuye en la otra (fase continua). Se caracterizan por que aunque su estado es líquido, las partículas son tan grandes que nunca logran mezclarse al punto de generar una sustancia homogénea.

2.1. GLOSSARY

Lux: It is defined as the intensity produced in a surface by a standard candlestick placed to a meter of distance.

Polymer: they are defined as macromolecules composed by one or several chemical units (monomers) which repeat themselves along the whole chain. An understandable example of a chain polymer might be the union with a thread of many coins perforated by the center, obtaining ultimately a chain of coins, where the coins would be the monomer and the chain with the coins would be the polymer.

Elastomer: Kind of plastic that is characterized for recovering its initial form when it stops the force that alters it.

Colloid: Almost homogeneous substance which particles can be in suspension due to the fact that though it looks like a liquid substance, its molecules are than bigger as do not be mixed by the liquid way in which the material is suspended. In some cases those are considered as "liquid" systems which have two or more phases, one of which (disperse phase) is distributed in other one (continues phase). Their main characteristic is although they are in a liquid status; their particles are so biggest that they never can be mixed to the point of generating a homogeneous substance.

MIPYMES: It is the acronym of Micro companies, Medium Companies and small Enterprises; this term includes all kind of the limited modalities of companies. This definition changes according to own country mandatories, since in some places the above mentioned distribution appears from the annual profitability, in contrast others where it is considered depending on the quantity of employees and assets that it possesses.

Micro company: it is certain of a personnel it does not overcome 10 workers and its total assets are lower than 501 minimal monthly legal in force wages.

Small enterprise: Its personnel ranges between the 11 and 50 workers and the sum of its assets they are between 501 and 5.001 minimal monthly legal in force wages.

Medium Company: the quantity of personnel is estimated between 51 and 200 workers and the amount of its total assets is calculated between 5.001 and 15.000 minimal monthly legal in force wages.

Electromagnetic spectrum: It is named electromagnetic spectrum to the energetic distribution of the electromagnetic set of waves. According to objects *electromagnetic spectrum* is concerned to electromagnetic radiation emitted or absorbed by any substance. That kind of radiation can be used to identify fingerprints. The electromagnetic spectrum spreads from the minor length radiation waves, as the gamma's beam and X beam, going through ultraviolet light, the visible light and infrared beams, up to the major electromagnetic length waves, like radio waves.

Luminance: It is defined as the quotient among the luminous intensity proceeding from a surface in a given direction and the apparent area of the above mentioned surface. When the surfaces are illuminated, the luminance depends on the level of lighting and on the characteristics of reflection of the own surface. Unit: cd/m^2 .

Symbol: L.

Visual fatigue: Named asthenopia in medical language, this symptomatology is an alteration suffered by millions of people in our days around the world. It includes a set of visual and ocular symptoms that appears generally as consequence of a long visual effort, disorder known as "functional and reversible".

Energy efficiency: It is a practice used during the energy consumption to reduce the quantity of energy consumed by people during the process. The individuals and the organizations that are direct consumers of the energy can reduce the energetic consumption to reduce costs and to promote economic, political and environmental sustainability.

Amplification: In the light field, one speaks about amplification when the wave of light is reflected on a material in order to increase the quantity of light reflected on a surface.

Refraction: It is the modification in the direction or in the speed of a wave in order to change some of its physical properties, across the way in that propagates.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Medellín, la gran mayoría de establecimientos comerciales registrados en Cámara de Comercio son microempresas que se dedican, entre otras actividades, a las confecciones. En estos establecimientos, generalmente, no se sigue al pie de la letra todas las normas en cuanto a salud ocupacional y en especial las que se relacionan directamente a la iluminación del puesto de trabajo. A lo anterior se le suma, que en muchos casos, estos establecimientos funcionan en casas de familia de estratos 1 y 2, que son los que presentan mayor porcentaje de cuentas morosas en las bases de datos de servicios públicos, ya que no disponen de recursos económicos para pagar los gastos derivados de la utilización de energía.

Se evidencia que en muchas empresas se le da poca importancia a los riesgos derivados de una mala iluminación. La mala aplicación de las normas para la buena iluminación puede generar problemas visuales en los trabajadores de una empresa. En estudios realizados, se ha concluido que dependiendo de los factores ambientales (iluminación, ruido, etc.) se incrementa o disminuye la calidad y cantidad de producción, es decir, que es indispensable que los factores de iluminación, que son los que nos interesan para este proyecto, sean óptimos.

Por todo lo anterior, se hace necesario implementar sistemas de iluminación económicos, que mitiguen el gasto de energía y que cumplan con los estándares de calidad para prevenir problemas de salud visual, de esta manera se podría incrementar el rendimiento operativo de las pequeñas empresas, lo que se traduciría en mayor crecimiento económico de la industria y los individuos.

4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se hace necesario desarrollar un sistema de pantalla amplificadora de luz, con el cual los usuarios puedan iluminar sus espacios con poco consumo energético y con la calidad suficiente para cuidar de su salud visual y desarrollar sus actividades diarias adecuadamente, tomando como base el funcionamiento de algunos sistemas de aprovechamiento lumínico existentes en la naturaleza.

5. JUSTIFICACIÓN

En Colombia la industria textil y de confecciones hace parte de uno de los sectores con mayor dinamismo y tradición. Además, estas empresas se han constituido como una de las mayores fuentes de empleo en nuestro territorio, aunque actualmente se enfrentan a varios factores que las desestabilizan, como la importación de saldos usados de países como Estados Unidos, el contrabando y en general las prácticas desleales de comercio¹.

Según cálculos del DANE, en Colombia existen 450 fabricantes textiles y 10.000 de confecciones, siendo la mayoría pequeñas empresas. De las empresas de confecciones, el 56.6% se encuentran en Antioquia.. La Cámara de Comercio de Medellín tiene en su jurisdicción 69 municipios del departamento y tiene registrados en sus bases 71.759 establecimientos de comercio, de los cuales el 76% están localizados en Medellín, y de estos el 90.48% corresponden a Microempresas²,

En Colombia existe legislación muy específica en cuanto a normas de seguridad ocupacional e industrial que todas las empresas deben practicar. En muchas entidades se reconoce que no se aplican correctamente dichas normas, sin embargo, afirman la importancia que tiene, por ejemplo, una buena iluminación en el sitio de trabajo. En el artículo 83 de la resolución 2400 de 1979, se habla de los niveles mínimos de iluminación que debe haber según la labor a realizar en una empresa.

Está comprobado que una iluminación inadecuada genera: fatiga visual, dolor de cabeza y menor rendimiento. Según un reporte hecho por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2012, en el mundo existen unos 285 millones de personas con discapacidades visuales y aproximadamente un 90% de la carga

¹Informe Sector Textil y Confecciones Colombiano. Marzo 2010

² Información estadística, Servicios y Productos Empresariales. En: Pagina de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [En línea]. Disponible en: <http://www.camaramed.org.co/estructuraempresarial.asp>

mundial de discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo³. En su mayoría los problemas de baja visión se atribuyen al desgaste de los músculos que conforman el ojo humano, producto de la exposición a condiciones de iluminación no aptas para el funcionamiento óptimo y normal durante las actividades rutinarias (la cantidad de LUX⁴ que se requieren son 500 LUX). Este fenómeno también se puede observar en las industrias.

Después de hacer estudios en nuestro país, este organismo internacional demostró que estos problemas tienen una mayor latencia en los estratos socioeconómicos más bajos, ya que estas personas no poseen el aval económico para corregir este problema degenerativo.

De otro lado, en Medellín, según la Encuesta de Percepción Ciudadana realizada en 2011 por la firma Medellín cómo vamos, la totalidad de la población goza de los servicios básicos, no obstante por los altos costos que para muchos genera gozar de estos servicios, la cifra de los clientes morosos ese año fue de alrededor de 16,438 habitantes, cerca del 0,65% de la población de la ciudad, cifra que comparada con los cuatro años anteriores demuestra un paulatino crecimiento.

En el mismo estudio se estableció que el 67% de los morosos del servicio de energía perteneció al nivel socioeconómico más bajo, es decir, los estratos 1 y 2, lo que se suma a que en estos estratos, inclusive en los demás estratos, las condiciones de iluminación no son las recomendadas para el desarrollo de las actividades diarias. Estos datos cobran importancia al descubrir que un gran porcentaje de las empresas de confecciones que se encuentran en Antioquia, desarrollan sus actividades en casas de familia, con un número no mayor a 20 máquinas de coser.

³ Ceguera y Discapacidad Visual. En: Página Organización mundial de la Salud [En Línea], Junio de 2012, Nota Descriptiva N° 282. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>

⁴El **lux** es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para el nivel de iluminación. Equivale a un lumen/m². Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, es necesario desarrollar un sistema de pantalla, que aproveche algunos principios de la física para potenciar las ondas lumínicas emitidas por otros mecanismos de iluminación convencionales.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Dar solución a los problemas de mala iluminación en las pequeñas empresas, especialmente las que se dedican a las confecciones, derivados de las malas prácticas en materia de seguridad industrial y salud ocupacional, y que además repercuten en la salud visual de las personas que laboran en dichas empresas, mediante un sistema de amplificación de las ondas de luz emitidas por otros mecanismos de iluminación con tecnología LED, que aproveche principios físicos como el de la refracción de la luz.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los sistemas amplificadores de onda lumínica existentes en el mercado actual que optimizan el funcionamiento de sistemas lumínicos.
- Sintetizar la información recopilada mediante un PDS, con el fin de obtener algunos requerimientos con los cuales desarrollar un sistema de pantalla que amplifique la onda lumínica.
- Elaborar un modelo funcional de pantalla que amplifique la onda lumínica producida por las bombillas LED de campana.
- Establecer unas pruebas de verificación con las que se obtengan resultados para evaluar la viabilidad de dicho proyecto.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. LA LUZ Y SUS PROPIEDADES

Se llama **luz** a la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano. En física, el término luz se usa en un sentido más amplio e incluye todo el campo de la radiación conocido como espectro electromagnético, mientras que la expresión *luz visible* señala específicamente la radiación en el espectro visible⁵.

La luz tiene propiedades son:

- La **refracción** es el cambio brusco de dirección que sufre la luz al cambiar de medio. Este fenómeno se debe al hecho de que la luz se propaga a diferentes velocidades según el medio por el que viaja. El cambio de dirección es mayor cuanto mayor es el cambio de velocidad, ya que la luz recorre mayor distancia en su desplazamiento por el medio en que va más rápido. Como la refracción depende de la energía de la luz, cuando se hace pasar luz blanca o policromática a través de un medio no paralelo, como un prisma, se produce la separación de la luz en sus diferentes componentes (colores) según su energía, en un fenómeno denominado dispersión refractiva. Si el medio es paralelo, la luz se vuelve a recomponer al salir de él.
- **Propagación:** La luz se puede propagar en el vacío o en otros medios, la velocidad a la que se propaga depende del medio.
- La **difracción** de la luz es la curvatura de las ondas de luz alrededor de un objeto. La cantidad de luz difractada, o que cambia de dirección, depende del tamaño de un objeto. Esto también se aplica a las ondas de luz que pasan a través de una abertura, tal como la apertura de una cámara o a través de la pupila de un ojo. Como las ondas de luz pasan por el borde de

⁵Luz. En: Pagina Wikipedia, enciclopedia libre [En línea]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Luz>

un objeto o por una abertura, la luz es difractada o rota en los colores del arco iris⁶.

- La **interferencia** es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido, ondas en la superficie del agua, etc.
- **Reflexión:** Al incidir la luz en un cuerpo, la materia de la que está constituido retiene unos instantes su energía y a continuación la reemite en todas las direcciones. Este fenómeno es denominado **reflexión**. Sin embargo, en superficies ópticamente lisas, debido a interferencias destructivas, la mayor parte de la radiación se pierde, excepto la que se propaga con el mismo ángulo que incidió. Ejemplos simples de este efecto son los espejos, los metales pulidos o el agua de un río (que tiene el fondo oscuro).
- **Dispersión:** En el vacío, la velocidad es la misma para todas las longitudes de onda del espectro visible, pero cuando atraviesa sustancias materiales la velocidad se reduce y varía para cada una de las distintas longitudes de onda del espectro, este efecto se denomina **dispersión**.

7.2. UNIDADES DE MEDIDA DE LA LUZ

Las unidades de medida de la luz se encuentran las descritas en la tabla 1:

⁶ Definición de la difracción de la Luz. En: Página Digital ehow en español [En línea]. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/definicion-difraccion-luz-sobre_123040/

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
Flujo luminoso	Lumen	Φ
Intensidad luminosa	Candela	I
Nivel de iluminación	Lux	E
Luminancia	Candela/m ²	L

Tabla 1. Medidas de iluminación.

Fuente: GARCIA SANZ Maria. Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. P. 2. Disponible en:

<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf>

Un Lumen Mide la salida de luz de una lámpara. Lux Mide la intensidad de luz que cae en una superficie.

7.3. NIVELES DE LUZ RECOMENDADOS

El nivel de iluminación para un taller de producción, donde se llevan a cabo procesos detallados de manufactura, es de 1,000 Lux. Como se observa en la tabla 2:

Actividad	Iluminación	
	FC	LUX
Almacenes, Casas, Teatros, Archivos	13.95	150
Trabajo sencillo de oficina, Clases	23.25	250
Trabajo Normal de Oficina, Trabajo en PC, Biblioteca de Estudio, Tiendas de Comestibles, Salones de Exposiciones, Laboratorios	46.50	500
Supermercados, Trabajos Mecánicos, Oficinas de Paisajistas	69.75	750
Trabajo de Dibujo Normal, Talleres Mecánicos Detallados, Quirófanos	93.00	1,000
Trabajo de Dibujo Detallado, Trabajos Mecánicos Muy Detallados	139.50 - 186.00	1,500 - 2,000

Tabla 2. Recomendación del Nivel de luz en diferentes espacios de trabajo.

Fuente: Medidas de Iluminación básicas. España, En: Pagina Empresa Rovasi [En línea]. Disponible en: http://www.rovasi.com/sites/default/files/support/Basics%20of%20lighting%20measurements%20es_0.pdf

Para comprender esta relación en consumo energético, un *lux* equivale a un lumen por metro cuadrado ($Lux=L.m^2$). Por lo tanto, un watt es igual a 683 Lux por metro cuadrado ($1 Watt=683Lux.m^2$)⁷.

7.4. NIVELES DE LUZ EXTERIORES

Para contar con una referencia de las fuentes que pueden alimentar el sistema artificial de iluminación, se encuentran tablas que entregan los niveles de luz emitidos por diferentes elementos, como se observa en la tabla 3:

Condición	Iluminación	
	FC	LUX
Luz solar	10,000	107,527
Luz del día	1,000	10,752.7
Día nublado	100	1,075.3
Día muy oscuro	10	107.53
Crepúsculo	1	10.75
Crepúsculo intenso	.1	1.08
Luna llena	.01	.108
Luna menguante	.001	.0108
Luz de las estrellas	.0001	.0011
Noche nublada	.00001	.0001

Tabla 3. Niveles de Luz comunes exteriores

Fuente: Medidas de Iluminación básicas. España, En: Pagina Empresa Rovasi [En línea]. Disponible en: http://www.rovasi.com/sites/default/files/support/Basics%20of%20lighting%20measurements%20es_0.pdf

⁷GARCIA SANZ Maria. Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. P. 2. Disponible en: <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf>

7.5. GEOMETRIAS Y MATERIALES PARA MEJORAR LA TRANSMISIÓN DE LA LUZ NATURAL

La transmisión de la luz natural está influenciada por las características de las aberturas tales como su posición, su dimensión, su forma y el material de transmisión utilizado en ellas.

El principal elemento arquitectónico transmisor de la luz es la ventana.

Por lo general, la iluminación natural puede ser:

- Unilateral, cuando el local tiene aberturas en una de sus paredes.
- Bilaterales, cuando tiene aberturas sobre dos de sus paredes. La combinación de la Iluminación cenital y lateral resulta excelente en cuanto a la distribución y uniformidad de la luz.
- Multilateral, cuando la sala tiene aberturas en tres de sus paredes. Se consigue una Iluminación mayormente uniforme en el espacio.⁸

- Características de los cristales

La radiación solar incide sobre un vidrio, una parte es reflejada hacia el exterior, otra es transmitida hacia el interior y la restante es absorbida por la masa del vidrio.⁹

Para la transmisión de la luz natural a través de los vidrios debemos considerar en su elección dos factores:

- Transmisión luminosa (TL): coeficiente que expresa el porcentaje de luz natural que deja pasar el cristal. A mayor coeficiente mayor cantidad de luz pasa a través del cristal.

⁸Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos Parte2. Chile. En: Página de Dirección de arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile. [En línea]. Disponible en: http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseno-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf

⁹Vásquez, C. Santiago, Chile. El Vidrio, arquitectura y técnica. Ediciones ARQ. 2006.

- Factor solar (FS): energía térmica total que pasa a través del acristalamiento por consecuencia de la radiación solar, por unidad de radiación incidente. Mientras su valor es menor tendremos menos ganancias solares.

En la Tabla 4 se entregan algunos valores de referencia de los diferentes tipos de cristales:

Grupo	Tipo	Vidrio (mm)	Cámara Aire (mm)	Coefficiente Transmisión luminosa	Factor solar
Simple	Claro	3		0.90	0.89
		4		0.89	0.85
Doble	Claro-Claro	4	6	0.79	0.77
		4	12	0.79	0.77
		4	18	0.79	0.77
		6	6	0.88	0.72
Doble reflectante	Claro	6	12	0.55	0.30
	Plata	6	12	0.30	0.32
	Verde	6	12	0.23	0.21
	Gris	6	12	0.14	0.21
Doble Bajo emisivo	Claro	4	6	0.77	0.65

Tabla 4. Valores más típicos para diferentes tipos de vidrios

Fuente: Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos Parte2. Chile. En: Página de Dirección de arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile. [En línea]. Disponible en: http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseno-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf

Elementos de distribución de la luz

La luz natural en un recinto puede entrar de manera directa o indirecta. La luz directa presenta el inconveniente de generar posibles riesgos de deslumbramiento y su repartición luminosa en el espacio es muy irregular debido a la dinámica propia de la luz natural

En el caso de la luz indirecta su distribución luminosa es más homogénea ya que se utilizan las reflexiones de los rayos luminosos sobre una o más superficies. Este tipo de iluminación genera una protección contra el deslumbramiento y frecuentemente una repartición luminosa muy uniforme.

Estos dos modos de iluminación pueden estar combinados, creando una iluminación directa-indirecta, una combinación de abertura directa a la luz natural y un elemento que genere una de iluminación indirecta, por ejemplo puede resultar una buena estrategia utilizar una iluminación de fachada con una ventana lateral más una repisa de luz.

- CARACTERÍSTICAS DE LOS COLOIDES

Para comenzar se hace necesario comprender que los coloides son sustancias compuestas por partículas muy pequeñas dispersas y suspendidas en un medio continuo sin llegar a formar una auténtica disolución, aunque a simple vista presenta una cierta homogenización, ejemplos de éstos pueden ser la gelatina, algunas siliconas y la leche, en otras palabras los coloides se definen como sistemas en los que hay dos o más fases, una de las cuales (la fase dispersa) se distribuye en la otra (fase continua).

PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS COLOIDES:

Las soluciones verdaderas son claras y transparentes, mientras que las suspensiones presentan aspecto turbio. Esta diferencia aparece al observarlas al microscopio.

Las soluciones coloidales, en contraste con las suspensiones groseras son completamente claras al microscopio, pero si se examinan en dirección perpendicular al recorrido del haz de luz que atraviesa la solución aparecen translúcidas, es decir las partículas coloidales no se ven. Pero la trayectoria del haz de luz se distingue nítidamente, constituida por una infinidad de puntos brillantes.

Éste se conoce como “EFECTO TYNDALL” y se produce por la dispersión de las ondas luminosas por las partículas coloidales, este fenómeno físico es el que hace

que dichas partículas esparcidas en una solución o en un gas puedan ser visibles al momento de dispersar la luz comportándose diferente a las disoluciones verdaderas, en las que las partículas en suspensión son transparentes y no dispersan la luz.

Un claro ejemplo de este tipo de soluciones puede ser la lámpara de un faro que se refleja en las nubes costeras u otro al momento de emulsionar dos líquidos como el agua y el aceite.

- POLÍMEROS:

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión de monómeros, es decir, que un polímero es el encadenamiento de muchas moléculas pequeñas que da como resultado una sustancia termoestable y de baja conductividad. Éstos se encuentran en la naturaleza en estado natural en algunas resinas o pueden ser el producto de extracciones sintéticas.

Del tratamiento de algunos de estos polímeros encontramos los **elastómeros**, compuestos poliméricos que presentan un comportamiento elástico, pues su comportamiento termoestable les ofrece la posibilidad de recuperar su forma inicial.

En estos materiales el coeficiente de reflexión es apto para amplificar la onda lumínica, ya que éstos se consideran un medio con discontinuidades capaces de propagar la onda, pues la amplitud de onda reflejada en sus cadenas moleculares es mayor respecto a la onda incidente; es decir, que el az de luz emitido sobre el material es inferior al que procede del compuesto.

7.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS SUPERFICIES EN INTERIORES

La característica de las superficies interiores, su material, color y textura, influyen directamente en la reflexión y distribución de la luz.

La capacidad de reflejar la luz se mide por el coeficiente de reflexión basado en una escala de 0 al 100, donde 0 corresponde a la luz totalmente absorbida (color negro) y es 100 cuando la totalidad de la luz es reflejada (color blanco). La textura influye directamente en el grado de dispersión de la luz.

Hay tres parámetros para describir los grados de reflexión de la luz de las superficies más comunes¹⁰:

- Reflexión especular: permite ver la imagen exacta de la fuente. Las superficies brillantes reflejan una dispersión próxima al máximo en la dirección de reflexión especular, en aquellos materiales es interesante la manera en que estos ayudan a redirigir la luz y a transportarla a lugares donde se requieren importantes aportes de luz natural. Los espejos pueden caracterizarse mediante su coeficiente de reflexión especular (Imagen 1).

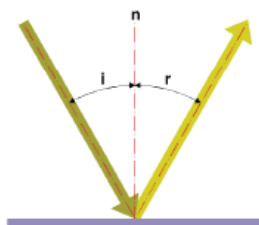


Imagen 1. Reflexión Especular

Fuente: Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos Parte2. Chile. En: Página de Dirección de arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile. [En línea]. Disponible en: http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseno-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf

¹⁰ Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos Parte2. Chile. En: Página de Dirección de arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile. [En línea]. Disponible en: http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseno-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf

- Reflexión difusa: permite difundir la luz de manera homogénea, más uniforme. Estos materiales son ideales para lugares de trabajo donde es importante mantener una iluminación constante, sin focos de deslumbramiento. Las superficies mate, tales como pinturas mate pueden ser descritas mediante su coeficiente de reflexión difusa (Imagen 2).



Imagen 2. Reflexión Difusa

Fuente: Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos Parte2. Chile. En: Página de Dirección de arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile. [En línea]. Disponible en: http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseño-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf

- Reflexión difusora o dispersa: tenemos las superficies de baja y de alta dispersión. Las superficies de baja dispersión reflejan la luz de un modo más suave que los espejos; las superficies de alta dispersión permiten poco control de la reflexión de la luz pero pueden proporcionar protección contra el deslumbramiento (Imagen 3).

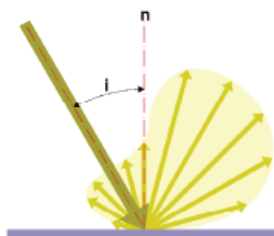


Imagen 3. Reflexión Dispersa

Fuente: Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos Parte2. Chile. En: Página de Dirección de arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile. [En línea]. Disponible en: http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseño-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf

Teniendo en cuenta los conceptos anteriores de reflexión se puede tener clara la tabla 5:

COLORES	REFLECTANCIA	MATERIALES	REFLECTANCIA
Blanco	0,70 – 0,85	Pintura blanca nueva	0,65 – 0,75
Amarillo	0,50 – 0,75	Hormigón	0,25 – 0,50
Azul	0,40 – 0,55	Ladrillo claro	0,45 – 0,50
Verde	0,45 – 0,65	Ladrillo oscuro	0,30 – 0,40
Rojo	0,30 – 0,50	Mármol blanco	0,60 – 0,70
Granito	0,15 – 0,25	Madera	0,25 – 0,50
Marrón	0,30 – 0,40	Espejos	0,80 – 0,90
Gris oscuro	0,10 – 0,20	Acero pulido	0,50 – 0,65
Negro	0,03 – 0,07	Vidrio reflectante	0,20 – 0,30
		Vidrio transparente	0,07 – 0,08

Tabla 5. Valores Reflectancias¹¹

Fuente: Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos Parte2. Chile. En: Página de Dirección de arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile. [En línea]. Disponible en: http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseno-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf

7.7. INCIDENCIA DE LA LUZ EN LA VISION HUMANA

Existen diferentes tipos de luz artificial, pero muy raramente se encuentra radiación tan energética como la luz solar. Con lo cual, muchos de los daños agudos que se pueden producir en el ojo con la luz natural no se encuentran con la artificial. La luz artificial también tiene inconvenientes:

- La natural habitualmente produce una luz más difusa y homogénea, y a igualdad de intensidad, con la natural habitualmente el ojo está más “cómodo” ajustando umbrales de contraste y adaptación. Al trabajar con luz artificial es más fácil que se produzcan zonas de contraste de iluminación en el mismo entorno, algo que puede fatigar más la vista. Por lo tanto, cuando se aconseja que las habitaciones de estudio tengan luz natural, tiene su fundamento.
- Por otra parte, el deslumbramiento por reflexión directa de la luz sobre el papel nos lo encontramos habitualmente con la luz artificial.

¹¹Coeficiente entre el flujo reflejado por una superficie y el flujo recibido: $\rho = \frac{\phi_{\text{refl}}}{\phi_{\text{recib}}}$

- Según la composición de la luz, difiere la percepción de los colores y en diversas circunstancias, los contrastes. Así, dependiendo de lo “fría” o “cálida” que es la luz se pueden encontrar diversos problemas o incomodidades en función de la actividad visual. Con la luz natural no pasa porque se puede decir que es la “luz por defecto”.
- Algunas iluminaciones, como los fluorescentes, no son luz continua (aunque nosotros la percibamos como tal). Eso es un factor capaz de producir fatiga visual en algunas personas. Esto es importante porque las luces de bajo consumo, que tanto se ponen hoy en día, son fluorescentes.

La luz natural no tiene los inconvenientes explicados antes (no ilumina de forma tan irregular como la artificial, no altera colores ni contrastes porque ella misma es el patrón de referencia, no hay efecto estroboscópico que fatigue la vista, etc). Si es una intensidad media no encontraremos los daños agudos que puede causar la luz natural¹².

Sin embargo algunas alteraciones de la superficie ocular aparecen con más frecuencia en personas cuyo trabajo les somete a estar muchas horas al sol. Pero eso no quiere decir que debemos minimizar la exposición de nuestros ojos a la luz solar. No se ha demostrado que para una exposición más habitual el uso de gafas de sol tenga efecto alguno¹³.

¹²Efectos de la luz en los ojos. España. En Blog Ocularis, el proyecto divulgativo sobre la visión. [En línea]. Disponible en: <http://ocularis.es/blog/?p=674>.

¹³Ibid

Los efectos de leer con luz baja¹⁴

- Efectos a corto plazo: Leer con luz tenue por largas horas puede causar dolores de cabeza, forzar la vida y dolor en los ojos. No obstante, éstas son sólo incomodidades temporales que se van una vez que duermes o tomas un descanso.
- Efectos a largo plazo: Douglas Frederick, un profesor clínico asociado de oftalmología en la Universidad de California, especula que ciertos hábitos de la niñez, como leer con luz tenue o sostener un libro muy cerca de los ojos, podría contribuir al debilitamiento de la visión. En su trabajo publicado en British Medical Journal (Periódico médico británico), Frederick cita a la miopía o visión próxima como uno de los daños más prevalentes de los ojos.
- Explicación: Los ojos humanos recolectan rayos de luz emanados de objetos y los convergen en la retina. Esta imagen es procesada en el cerebro para permitirnos ver el objeto. La cantidad de rayos de luz que ingresan a los ojos deben ser ajustados dependiendo la intensidad de luz alrededor del objeto que se ve. En el caso de la luz tenue, los músculos del iris se contraen para hacer más grande la pupila de manera que los ojos puedan recolectar más rayos de luz del objeto. No obstante, de acuerdo con Howard Howland, un experto en visión de la Universidad Cornell, esta alteración en la pupila forma una imagen borrosa del objeto en la retina. Para obtener una imagen clara, los ojos deben crecer más. Esto hace que forzar la vista tenga como resultado una eventual miopía.

¹⁴BOSE, Debopriya. Los Efectos de leer con luz baja. En: Página digital ehow en español. [En línea]. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/efectos-leer-luz-lista_262918/

7.8. EFICIENCIA ENERGETICA EN LA ILUMINACIÓN INTERIOR

Alrededor del mundo se viene trabajando en la eficiencia energética enfocada a la iluminación de edificios y oficinas para ayudar a los técnicos responsables de diseñar, proyectar o redactar las especificaciones técnicas de instalaciones de iluminación en oficinas, edificios o en general espacios interiores, en su tarea de establecer los criterios de calidad a satisfacer por las mismas, seleccionando los sistemas de iluminación, luminarias, lámparas, equipos y sistemas de control, así como los criterios básicos de diseño de dichas instalaciones, con la finalidad de:

- Cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual.
- Crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones
- Racionalizar el uso de la energía con instalaciones de la mayor eficiencia energética posible.

Un buen alumbrado de un edificio de oficinas será aquel que proporcione la luz adecuada, durante el tiempo adecuado y en el lugar adecuado. Esto hará que los trabajadores que se encuentran en él, puedan realizar su trabajo eficientemente y sin grandes esfuerzos o fatigas visuales. Además, un buen alumbrado puede realzar un ambiente agradable y contribuir a la creación de atmósferas diferentes, adecuadas a las múltiples tareas que hoy día se llevan a cabo en las oficinas¹⁵.

En Colombia, el Ministerio de Minas y Energía, a través de la Universidad Nacional ha hecho acercamientos a la emisión de Guías para el uso racional de Energía en Edificaciones, donde, entre otros temas, se habla de la Distribución de la luz y la reflexión de esta. Sin embargo no existen documentos técnicos oficiales que establezcan normas para la construcción de edificaciones que aprovechen al máximo la luz natural y brinden espacios adecuados para el desarrollo de las labores diarias de sus habitantes.

¹⁵Comité Español de Iluminación. GuiaTecnica de Eficiencia Energetica en iluminación, España. En:Pagina para la Diversificación y Ahorro de la Energia. [En línea]. Disponible en:http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_5573_GT_iluminacion_oficinas_01_dacd0f81.pdf

7.9. MIPYMES (MICRO, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS)

Seguidamente, como la intención de este desarrollo es solucionar un problema a las empresas emergentes de nuestra ciudad, debemos comprender su concepción y su clasificación, para ello se hace necesario entender que en Colombia según la Ley para el Fomento de la Micro, Pequeña y Mediana empresa, Ley 590¹⁶, las PYMES se clasifican de la siguiente manera:

- Microempresa: consta de un personal que no supera a los 10 trabajadores y sus activos totales son inferiores a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Pequeña Empresa: su personal oscila entre los 11 y los 50 trabajadores y la suma de sus activos se encuentran entre 501 y 5.001 salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Mediana: la cantidad de empleados se estima entre 51 y 200 trabajadores y el monto de sus activos totales se calcula entre 5.001 y 15.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

La importancia de dichas empresas se refleja en el aporte que éstas manifiestan en el desarrollo económico de las zonas que impactan. Tal como lo demuestra la Encuesta Anual Manufacturera, que nos permite valorar el número de establecimientos de este tipo que existen en las principales ciudades (Cundinamarca-Bogotá, Antioquia-Área Metropolitana, Valle y Atlántico).

Según los datos de la Confecámaras, para el año 2001 en Colombia había constituidas por lo menos 43,242 pequeñas empresas y 8,041 medianas y

¹⁶ Ministerio de Industria y Comercio, Ley No. 590, 10 de Julio de 2000

según el DANE, para el mismo año en el país existían 967,315 micro-establecimientos que junto con las medianas y las pequeñas empresas sus principales sectores económicos eran: Alimentos, Cuero y Calzado, Muebles y Madera, Textil y Confecciones, Metalmecánico, Artes Gráficas y Autopartes.

8. MARCO DE REFERENCIA

En la revisión hecha sobre lo que se ha desarrollado hasta ahora en el mundo para aprovechar las propiedades de la luz y los distintos materiales encontrados en la naturaleza, se encontraron varios ejemplos simples pero muy valiosos que se basan en objetos no tradicionalmente usados para crear hábitats con buena iluminación.

Se encuentran alrededor del mundo elementos costosos y exclusivos que aparte de mejorar la iluminación en cuartos cerrados actúan como elemento decorativo, pero también se llega a invenciones sencillas y de bajo costo que pueden significar un gran beneficio en hogares de bajos recursos, tal como se puede ver al final de este recuento de información.

Para empezar se tomó un ejemplo artístico que puede representar claramente el uso de elementos comunes para aprovechar la luz. En la ciudad de París en agosto de 2011, se realizó una exposición en la que se buscaba concientizar a la gente sobre la contaminación y la necesidad de reciclar.



Imagen 4. El artista francés Elise Morin y el arquitecto Clémence Eliard "cosieron" 65.000 CDs viejos y los montaron sobre montículos inflables para crear un "mar de discos" en el centro de París. La exposición de arte que se llama "Wasteland". Fuente: Cultura. En: Pagina de la Reserva.com [En línea], Agosto de 2011. Disponible en: http://www.lareserva.com/home/cd_reciclado

No obstante, uno de los efectos más impresionantes de esta obra es el reflejo de la luz natural sobre los CD's. Cada uno de estos discos refracta una luz única y en ángulos distintos, causando así un gran impacto en la gente del común y en varios diseñadores que buscan resolver necesidades de percepción de luz y refracción.

De allí por ejemplo se destaca el cómo posicionar los CD's en ángulos diferentes, unidos unos con otros, creando superficies convexas ayudan a optimizar las ondas de luz que chocan contra la cara inferior de cada disco compacto mejorando así la iluminación de grandes salones que de ser iluminados con energía eléctrica, causarían no solo un gran consumo de dicha energía, sino un alto daño ambiental.

Otro sistema desarrollado para aprovechar la refracción de la luz como técnica de iluminación es el uso de vasos de vidrio soplado como elemento principal para un cultivo o jardín con mucha altura, que ayudan a refractar la luz para las plantas que se encuentran abajo o a ras de piso.

Se debe utilizar gran cantidad de vasos, debido a la sombra reflejada que se presenta y que a la vez cubre gran parte de las plantas del inferior.





Imagen 5. Vasos de vidrio soplado para iluminar un jardín. Fuente: Architecture. En: Pagina inhabitat [En línea], Febrero de 2011. Disponible en: <http://inhabitat.com/lost-in-paris-house-by-r-and-sie-architects/>

Los vasos al refractar la luz actúan como una fuente para que las plantas puedan realizar su proceso de fotosíntesis con mayor exactitud, además estos vasos sirven como componente para cultivo bacteriano que permite aumentar la concentración de nitrógeno.

Como se observa en el grupo de imágenes 2, los vasos pueden llegar a iluminar espacios interiores que por su posición carecen de contacto directo de la luz solar durante las horas diurnas. Cada uno de los vasos está compuesto a su vez de pequeñas cápsulas salientes de la bolsa que las contiene, una forma similar a la de las moras ya que este tipo de racimos optimizan el aprovechamiento de cada uno de los nutrientes que la planta les suministra a los frutos.

Para este caso en particular, la disposición de los racimos no están perpendiculares a la luz que los choca, ya que el golpe oblicuo de la luz en los objetos tiene mayor eficiencia que cuando las ondas lumínicas chocan directamente el objeto en ángulo recto.

También actualmente a Nivel Comercial se encuentran lámparas, como las de la imagen 3, **de diseño de alta eficiencia**, diseñadas para durar largo tiempo y de bajo consumo, sin embargo tienen altos costos, entre 600 y 800 euros.

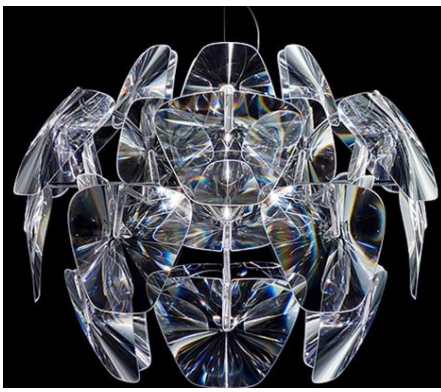
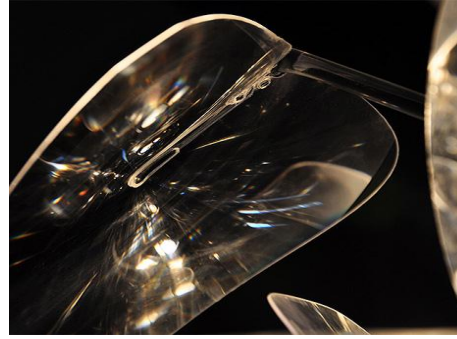


Imagen 6. Diferentes Elementos en vidrio diseñados para refractar o amplificar la luz y optimizarla. Fuente: Tienda Virtual Tecnoluz En: Pagina Tecnoluz [En línea], Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.tecnoluz.com/noticia/18/presentacion-de-catellani-y-smith-por-tecnoluz/>

Así mismo se encuentran diseños en materiales metálicos capaces de reflejar la luz y maximizarla, como se muestra en la imagen 4.



Imagen 7. Colección Lucid'Oro en 1993, Catellani y Smith realiza importantes instalaciones en obras públicas en interiores de templos religiosos. Una colección que trabaja bajo formas circulares y acabados en pan de oro. Fuente: Tienda Virtual Tecnoluz En: Pagina Tecnoluz [En línea], Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.tecnoluz.com/noticia/18/presentacion-de-catellani-y-smith-por-tecnoluz/>

Teniendo en cuenta ejemplos como los anteriores, respecto al mercado actual en sistemas de iluminación que funcionen a partir del principio de refractar la luz para aprovecharla e iluminar con cuotas mínimas de luz espacio carentes de ésta, Se encuentra que se han hecho grandes avances en el desarrollo de estos productos, no obstante no se han desarrollado ampliamente los productos resultantes e incluso no se han hecho fusiones de sistemas que funcionen con energía eléctrica y el principio de refractar la luz para aprovechar sus ondas, ya que los productos ofrecidos a los usuarios son pensados para un funcionamiento a partir de la luz solar.

Es por ello que se puede ver un potencial mercado con el desarrollo de estas nuevas alternativas de iluminación, ya que la gran mayoría no sólo son amigables con el medio ambiente, sino que podrían dar solución a las poblaciones económicamente menos favorecidas, pues los costos de funcionamiento serían menores a los que actualmente ofrece el mercado.

De igual manera, de este análisis se toma que la forma juega un papel fundamental para el desarrollo de dicho proyecto, pues lo orgánico da paso no solo a una mejor estética visual, sino también a un mejor aprovechamiento de las ondas lumínicas, enfoque desde el cual nuestro trabajo buscará obtener los mejores resultados y con los cuales ofrecer a los usuarios finales mejor calidad de vida.

De allí que la forma será el objeto de estudio, pues después de hacer un corto rastreo se observa que en la naturaleza, los seres vivos aprovechan mejor cada uno de los recursos naturales que tienen a su alrededor modificando formas de su cuerpo de tal manera que optimizan sus habilidades y herramientas corporales para evolucionar y sobrevivir en los entornos que habitan.

Como ejemplo de una forma innovadora y practica esta la imagen 5, este diseño orgánico totalmente cristalizado, tiene una gran ventaja frente a otros diseños y es principalmente su refracción de luz en distintos ángulos, los cuales permiten una mejor disipación de luz en espacios cerrados. Además del material se debe analizar la forma la cual deja ver como el choque de las ondas en cada una de las paredes cristalizadas mejora el aprovechamiento de la luz. De igual manera, visualmente es agradable y genera sensaciones de tranquilidad.



Imagen 8. Diseño que refracta la luz en diferentes ángulos Fuente: Tienda Virtual Tecnoluz En: Pagina Tecnoluz [En línea], Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.tecnoluz.com/noticia/18/presentacion-de-catellani-y-smith-por-tecnoluz/>

En conclusión, objetos, sean de cristal o metálicos, pueden resolver un problema de fuente luminosa para habitaciones que por su ubicación no obtienen una fuente iluminaria directamente de los rayos solares.

El aprovechar la energía solar como fuente lumínica para espacios interiores es una oportunidad de mejorar problemas ambientales.

No obstante, se debetener en cuenta que los diseños deben contemplar que el contacto de las ondas solares aumentadas directamente sobre los músculos oculares causa paulatinamente desgastes en el nervio ocular.



Imagen 9. Objetos que pueden ser fuentes luminosas en habitaciones Fuente: Tienda Virtual Tecnoluz En: Pagina Tecnoluz [En línea], Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.tecnoluz.com/noticia/18/presentacion-de-catellani-y-smith-por-tecnoluz/>

Por último se quiere resaltar un ejemplo, como el que se muestra en la imagen 7, muy sencillo, pero muy práctico desarrollado en hogares donde hay pocos recursos económicos y se suple la necesidad de una buena fuente de luz; está compuesto por una botella plástica, la cual tiene en la mitad un papel de aluminio, que permite refractar la luz a diferentes ángulos de vista. Este ejemplo hace parte del proyecto “Un litro de Luz” creado por la Fundación MyShelter. La propuesta, que comenzó a desarrollarse en Manila, Filipinas, hoy abarca a más de 16 ciudades del mundo. Tiene presencia en países latinoamericanos como Argentina, Brasil, México, Colombia, Guatemala y Perú.

“El proyecto consiste en llevar luz natural a las viviendas de bajos recursos mediante un sistema económico y ecológico. Se trata de una técnica ideada por el brasilero Alfredo Mosed y desarrollada por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés), que utiliza botellas transparentes de plástico para concentrar y transportar la luz del sol desde el techo hacia el interior de la vivienda.”¹⁷

El agua debe tener unos colorantes, que posteriormente ayudan a dar color y a su refracción, entre los químicos está el uso del cloro como agente dilatador de superficies y con el cual se obtiene un mejor paso de luz a través del líquido.

En cuanto a la forma se obtiene que el aprovechar las curvas y el evitar las aristas, mejora la absorción de las ondas lumínicas por parte del objeto, ya que el encuentro de dos o más áreas en aristas muy pronunciadas, disminuye el amplificar la luz.

¹⁷Un litro de luz: Iluminación ecológica para hogares sin electricidad. En: Pagina Ayuda Discovery del canal Discovery [En línea]. Marzo de 2013. Disponible en: <http://ayuda.tudiscovery.com/un-litro-de-luz-iluminacion-ecologica-para-hogares-sin-electricidad/>



Imagen 10. Botella con aluminio usado para refractar la luz y aumentar su alcance, elemento de bajo costo y usado en hogares de escasos recursos

Fuente: Un litro de luz: Iluminación ecológica para hogares sin electricidad. En: Pagina Ayuda Discovery del canal Discovery [En línea]. Marzo de 2013. Disponible en: <http://ayuda.tudiscovery.com/un-litro-de-luz-iluminacion-ecologica-para-hogares-sin-electricidad/>

El ejemplo anterior es un patrón de referencia para desarrollar un proyecto que permita a bajo costo crear formas que aprovechen la refracción o reflexión de la luz para optimizar la iluminación en hogares o lugares de trabajo.

De todo lo planteado, se puede observar que alrededor del mundo se vienen desarrollando iniciativas para aprovechar las propiedades físicas de diferentes materiales de tal forma que se maximice la luz en espacios cerrados, se encuentran diseños complejos de complejas formas y altos costos, así como sencillas aplicaciones con materiales económicos que más que embellecer buscan solucionar problemas reales de la sociedad. Este proyecto busca un punto intermedio, un elemento estético, pero sencillo, que pueda a través de un material

y unas formas específicas aprovechar la luz para iluminar espacios que normalmente carecen de adecuadas condiciones de iluminación, adicionalmente que esto se haga con un bajo costo para que impacte positivamente en toda la comunidad, sobre todo aquella que no pueda acceder a complejos sistemas de iluminación naturales o artificiales.

9. METODOLOGÍA

El desarrollo de este producto se llevará a cabo mediante la aplicación de los siguientes puntos metodológicos:

Definición del problema: Encontrar un problema a solucionar y comprender de qué “subproblemas” se compone para comenzar a estudiar posibles soluciones.

Investigación de sistemas existentes: Estudio de materiales, proyectos y teoría que optimice el flujo de la onda lumínica

Selección de conceptos y materiales: Generar teoría que nos ayude a responder positivamente al desarrollo del producto.

Estudio del usuario: Segmentar demográfica, socio-económica, geográfica y psicográficamente al usuario para facilitar su estudio.

Diseño conceptual: Desarrollar alternativas de diseño que evolucionen con el fin de ser evaluadas para adquirir la que mejor solucione el problema planteado.

Pruebas de desarrollo final: Poner a prueba el desarrollo al que se llegó con el fin de estudiar su comportamiento en el entorno a impactar, además de encontrar fallas que puedan ser reparadas.

Análisis de pruebas: Las técnicas que se llevarán a cabo para análisis de la información serán: Registro fotográfico, observaciones, medición con herramientas específicas. Dicha información se analizará en cuadros comparativos.

CONCLUSIONES

1. Luego de hacer pruebas con el material seleccionado para llevar a cabo el desarrollo se puede obtener que a mayor cantidad de soluto mayor es la propagación de la onda, además el ángulo de expansión de la onda lumínica es mayor a los 30 grados (medida obtenida antes de exponer el sistema de iluminación a la pantalla).
2. A mayor cantidad de solvente menor es la intensidad lumínica, tal cual lo muestra el medidor de Lúmen, es por ello que la medida óptima para llevar a cabo este desarrollo es en una medida de 70 % del agente refractor y 30% de solvente.
3. Los sistemas de pantalla modulares no son la mejor opción para desarrollar el proyecto ya que las uniones entre cada pantalla reduce la amplificación de la onda lumínica, contrario a lo que sucede con las pantallas que constan de una sola pieza, ayudando a que el rango utilizado sea utilizado completamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Gutierrez, E. (2010). Química. Barcelona: Editorial Reverté S.A.
- Water Environment Federation. Design of Municipal WEF Manual of Practice No.8 Fifth Edition (2010) Chicago: McGraw-Hill Education.
- Cakić S., Ristić I., Krakovský I., Stojiljković D., Bělský P. & Kollová L. (2013). Materials Chemistry and Physics (Volume 144) Issues 1–2 (pp. 31-40). New York: McGraw-Hill Education.
- George S.B., Henry H.C., John A.V. (2002). Materials Handbook: An Encyclopedia for Managers, Technical Professionals, Purchasing and Production Managers, Technicians, and Supervisors, Fifteenth Edition. New York: McGraw-Hill Companies.
- Castilla N., B. Giménez, Martínez A., Pastor R. (1995). Iluminación y color. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Sáez R., Martínez S. (2003). Dictionary of Chemistry Originally (Traducción). Oxford: Oxford University Press.
- Dodd R.E. & Robinson P.L. (1975). Química Inorgánica Experimental. Valencia: Editorial Reverté S.A.
- Valenzuela C. (1995). Química General, Introducción a la Química Teórica. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

CIBERGRAFÍA

- <http://medellincomovamos.org/vivienda-y-servicios-p-blicos-0>
- <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- <http://www.camaramed.org.co/estructuraempresarial.asp>
- http://www.ehowenespanol.com/definicion-difraccion-luz-sobre_123040/
- http://www.rovasi.com/sites/default/files/support/Basics%20of%20lighting%20measurements%20es_0.pdf
- [*http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf*](http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf)
- http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/Manual-de-diseno-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf
- <http://www.tecnoluz.com/noticia/18/presentacion-de-catellani-y-smith-por-tecnoluz/>