



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**DISEÑO DE DIRECTRICES ANTE EMISIONES DE LUZ NO NATURAL PARA
CUIDADO EN SALUD VISUAL DE DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA
GUAYAQUIL DENTRO DE SU PLAN DE SEGURIDAD**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

ÁREA: Industrial y manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Andrés Danilo Salinas Vargas

TUTOR: Ing. Fernando Urrutia Urrutia Mg.

Ambato – Ecuador

septiembre - 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación con el tema: DISEÑO DE DIRECTRICES ANTE EMISIONES DE LUZ NO NATURAL PARA CUIDADO EN SALUD VISUAL DE DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL DENTRO DE SU PLAN DE SEGURIDAD, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Stalin Fabricio Espín Silva, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022

.....
Ing. Fernando Urrutia Urrutia Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: DISEÑO DE DIRECTRICES ANTE EMISIONES DE LUZ NO NATURAL PARA CUIDADO EN SALUD VISUAL DE DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL DENTRO DE SU PLAN DE SEGURIDAD, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022



Andrés Danilo Salinas Vargas

CC: 1804356754

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Stalin Fabricio Espín Silva, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado **DISEÑO DE DIRECTRICES ANTE EMISIONES DE LUZ NO NATURAL PARA CUIDADO EN SALUD VISUAL DE DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL DENTRO DE SU PLAN DE SEGURIDAD**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022

.....

Ing. Carlos Sánchez Mg.
PRESIDENTE SUBROGANTE

.....
Ing. Freddy Lema Chicaiza Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

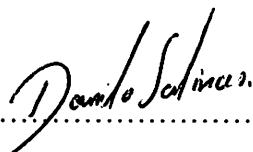
.....
Ing. Luis Alberto Morales Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022



.....
Andrés Danilo Salinas Vargas

CC: 1804356754

AUTOR

DEDICATORIA

A mis padres, Vicente Salinas y Dilma Vargas, bajo su guía y apoyo cumpla día a día los objetivos de mi vida.

A mi hermano Darwin, por su ejemplo de esfuerzo y ética.

A mis abuelos Elva Villacrés y José Vargas, de quienes aprendí los valores que rigen mi vida.

A mi entrenador Néstor Quinapanta, quien me ha brindado la oportunidad de formar parte del Club Atlético Quines.

AGRADECIMIENTO

Al Licenciado Marco Antonio Fiallos como representante de la Unidad Educativa Guayaquil quien me brindó apertura para desarrollar el presente trabajo.

Al Ingeniero Fernando Urrutia por su apoyo en el desarrollo del presente proyecto; y por su labor siempre regido a la ética y profesionalismo dentro y fuera de las aulas de la FISEI

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO	1
1.1) TEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.2) ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	
1.2.1) Contextualización del problema	
1.2.2) Justificación	3
1.2.3) Fundamentación teórica	4
1.3) OBJETIVOS	20
1.3.1) Objetivo general	20
1.3.2) Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II – METODOLOGÍA	22
2.1) MATERIALES	22
2.2) MÉTODOS	24
2.2.1) Enfoque	24

2.2.2) Modalidad de la investigación	24
2.2.3) Nivel o tipo de Investigación	24
2.2.4) Población y muestra	24
2.2.5) Recolección de información	26
2.2.6) Procesamiento y análisis de datos	28
CAPÍTULO III - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1) ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	33
3.1.2) Preguntas a docentes	34
3.1.3) Desarrollo de la propuesta	45
CAPÍTULO IV - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1) CONCLUSIONES	100
5.1.1) Conclusión 1	100
5.1.2) Conclusión 2	100
5.1.3) Conclusión 3	100
5.2) RECOMENDACIONES	100
5.2.1) Recomendación 1	100
5.2.2) Recomendación 2	100
5.2.3) Recomendación 3	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción del problema	17
Tabla 2 Rangos del Espectro Electromagnético	6
Tabla 3 Relación radiación e iluminación, Fuente: Enciclopedia OIT	8
Tabla 4 Probabilidad de riesgo, Fuente Nizam Damani	12
Tabla 5 Matriz Probabilidad-Daños	12
Tabla 6 Niveles de riesgos y acciones	13
Tabla 7 Síntomas del CVS	19
Tabla 8 Superficie ocular por actividad	19
Tabla 10 Materiales utilizados	22
Tabla 11 Software utilizado	23
Tabla 12 Número de docentes por Unidad Educativa	24
Tabla 13 Plan para recolección de información	26
Tabla 14 Rango de Edades	29
Tabla 15 Cantidad-días	29
Tabla 16 Cantidad-horas	29
Tabla 17 Cantidad-Uso continuo	30
Tabla 18 Calidad- Filtros utilizados	30
Tabla 19 Elementos Mitigantes en receptor	30
Tabla 20 Capacitación	30
Tabla 21 Potenciadores sistémicos	31
Tabla 22 Molestias iniciales en docentes	31
Tabla 23 Afecciones visuales en docentes	31
Tabla 14 Rango de Edades	34
Tabla 15 Cantidad-días	34
Tabla 16 Cantidad-horas	35
Tabla 17 Cantidad-Uso continuo	36
Tabla 18 Calidad- Filtros utilizados	36
Tabla 19 Elementos Mitigantes en receptor	37
Tabla 20 Capacitación	38
Tabla 21 Potenciadores sistémicos	38
Tabla 22 Molestias iniciales en docentes	39
Tabla 23 Afecciones visuales en docentes	40

Tabla 24 Casos durante pandemia	41
Tabla 25 Respuesta a Lentes antirreflejo	42
Tabla 26 Uso de lentes oscuros	42
Tabla 27 Diseño de un aula de clase	42
Tabla 28 Recomendaciones de filtros	42
Tabla 29 Alteración en el ritmo circadiano	43
Tabla 30 Afecciones no oculares	43
Tabla 31 Recomendaciones CVS	43
Tabla 32 Entrevista, principales afecciones	43
Tabla 33 Afecciones Oculares	44
Tabla 34 Síntomas Iniciales	44
Tabla 35 Comentarios de especialistas	45
Tabla 36 Luminancia por color RGB	48
Tabla 37 Nitidez tonos, Fuente: Samsung Displays	50
Tabla 38 Porcentaje de conos	52
Tabla 39 Sentido luminoso	55
Tabla 40 Propiedades Refractivas del ojo, Fuente Óptica Fisiológica, Universidad de Valencia	57
Tabla 41 Diámetro de Iris por edad	58
Tabla 42 Miopía por edades	60
Tabla 43 Discromatopsia en el mundo	61
Tabla 44 Afecciones Oculares-Daño	64
Tabla 45 Afecciones Oculares-Probabilidad	64
Tabla 46 Afecciones Oculares-Impacto	65
Tabla 47 Síntomas Iniciales-Daño	65
Tabla 48 Síntomas Iniciales-Probabilidad	65
Tabla 49 Síntomas Iniciales-Impacto	66
Tabla 50 Ajustes de imagen existentes, por Samsung GC	67
Tabla 52 Justificación de daño por zona	67
Tabla 51 Daño de zona por componente	69
Tabla 53 Concentración en días	69
Tabla 54 Concentración en horas	70
Tabla 55 Componentes-Daño	73

Tabla 56 Componentes-Probabilidad	73
Tabla 57 Componentes-Impacto	73
Tabla 58 Cantidad en días	74
Tabla 59 Cantidad en horas	74
Tabla 60 Valores límites por NTP 903	76
Tabla 61 Aspectos existentes en NTPs	79
Tabla 62 Aspectos no considerados en NTPs	79
Tabla 63 Recomendaciones de brillo	81
Tabla 64 Recomendaciones de contraste	82
Tabla 65 Relaciones de contraste	82
Tabla 66 Porcentajes de conos retinianos	82
Tabla 67 Recomendaciones de temperatura	83
Tabla 68 Recomendaciones de resolución	83
Tabla 69 Recomendaciones de frecuencia	84
Tabla 70 Recomendaciones de ajuste	84
Tabla 71 Recomendaciones de tamaño	85
Tabla 72 Recomendación de luminancia: Fuente NTP 1150	86
Tabla 73 Comparativa - Nivel de cansancio	98
Tabla 74 Comparativa - Molestias iniciales	98
Tabla 75 Comparativa - Filtros utilizados	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Incidencia, reflexión y refracción, Fuente: Física 2 Raymond Serway	4
Figura 2 Dispersión de la Luz, Fuente: Física 2 Raymond Serway	4
Figura 3 Espectro electromagnético, Fuente: Física 2 Raymond Serway	5
Figura 4 Polarización de la luz, Fuente: Física 2 Raymond Serway	6
Figura 5 Filtros de color, Fuente: Lentes de color NIH	7
Figura 6 Magnitudes de iluminación, Fuente: Iluminación en puesto de trabajo INST	8
Figura 7 Factores de riesgo, Fuente: Enciclopedia OIT	10
Figura 9 Modelo Kolluru Desglosado	13
Figura 10 Objetivos General y específicos	20
Figura 11 Dr. Eliomar Navas	25
Figura 12 Encabezado en encuestas digitales	27

Figura 13 Carta aceptación IEES, disponible en anexos	27
Figura 24 Logotipo de la Unidad Educativa Guayaquil, Fuente Facebook UEG	32
Figura 14 Edad de Encuestados	33
Figura 15 Días de uso por semana	34
Figura 16 Horas por día	34
Figura 17 Porcentaje de docentes capacitados	35
Figura 18 Ajustes de imagen de forma porcentual	36
Figura 19 Medios de mitigación	36
Figura 20 Capacitación docente	37
Figura 21 Padecimientos no oculares	38
Figura 22 Síntomas iniciales	39
Figura 23 Afecciones visuales	40
Figura 25 Objetivo 1	44
Figura 26 Pantallas digitales	45
Figura 27 Partes de pantalla LCD, Fuente Samsung Smart TVs	45
Figura 28 Ajustes de imagen	46
Figura 29 Polaridad negativa, por Andrés Salinas	47
Figura 30 Modelo LAB, Fuente: Guía de Física Universidad del País Vasco	48
Figura 31 Ejemplos de colores, Fuente: Guía de Física del País Vasco	48
Figura 32 Leds Edge, Direct y Full, Fuente Samsung Displays	49
Figura 33 Partes del ojo humano, Fuente: Anatomía Juan García	50
Figura 34 Músculos del ojo, Fuente: Medline Plus	52
Figura 35 Visión estereoscópica, Fuente: Anatomía de Juan García	52
Figura 36 Campo horizontal, Fuente: Anatomía de Juan García	53
Figura 37 Rangos visibles, Fuente: Física 2 Serway	54
Figura 38 Tipos de Lentes, Fuente: Óptica Fisiológica, Universidad de Valencia	55
Figura 39 Sistema óptico, Óptica fisiológica, Universidad de Valencia	55
Figura 40 Variación del área del iris, Fuente: Anatomía de Juan García	56
Figura 41 Dispersión de luz en el ojo, Fuente: Óptica Fisiológica, Universidad de Valencia	57
Figura 42 Fondo verde - media distancia y Fondo azul – corta distancia, Fuente CINEMARK	58
Figura 43 Afecciones Oculares	58

Figura 44 Ojo miope, Fuente Anatomía de Juan García	59
Figura 45 Ojo Hipermetrope, Fuente: Anatomía de Juan García	59
Figura 46 Discromatopsia, Fuente: Medline Plus	60
Figura 47 Vista de glaucoma, Fuente Medline Plus	61
Figura 48 Cuerpos flotantes, Fuente: Medline Plus	61
Figura 49 Catarata. Fuente: Medline Plus	61
Figura 50 Pterigión, Fuente: Medline Plus	62
Figura 51 Evaluación del modelo Kolluru	62
Figura 52 Ficha de Peligro – Luz no natural (Disponible en Anexos)	69
Figura 53 Interferencia de Ondas, Fuente: Física 2 de Serway	73
Figura 55 Actividades del objetivo 3	76
Figura 56 Ejemplo de ISA 101, Fuente: ISA-MX	77
Figura 60 Ejemplo de tipografía Andika, Fuente: Dislexia.org	84
Figura 61 Ángulo de Pantalla: Fuente NTP 1150	84
Figura 63 Altura de Luminarias; Fuente NTP-1150	86
Figura 64 Distribución horizontal de luminarias. Fuente NTP-1150	86
Figura 65 Distribución lateral de luminarias. Fuente NTP-1150	86
Figura 66 Ángulo de visión de pantallas. Fuente NTP-1150	87
Figura 67 Distancia de visión, Fuente NTP-1150	87
Figura 68 Filtros de color de 1 lente, Fuente Optometría Universidad de Valencia	88
Figura 69 Filtros de color de 2 lentes. Fuente Optometría Universidad de Valencia	88
Figura 70 Cálculo de grupo piloto	89
Figura 71 Previo - Nivel de Cansancio	90
Figura 72 Previo - Molestias iniciales	90
Figura 73 Previo - Filtros utilizados	90
Figura 74 Buscar “Cambiar nivel de brillo”	91
Figura 75 Configurar el brillo al 50%	92
Figura 76 Buscar "Activar o desactivar el contraste alto	92
Figura 77 Activar Alto Contraste	92
Figura 78 Seleccionar Negro en alto contraste	92
Figura 79 Buscar "Calibrador de color"	93
Figura 80 Inicio de calibración de color	93
Figura 81 Balances de color	93

Figura 82 Configuración porcentual de cada color RGB	94
Figura 83 Comparación de ajustes actual y anterior	94
Figura 84 Buscar "Luz nocturna"	95
Figura 85 Activar luz nocturna	95
Figura 86 Regular porcentaje dependiendo de las condiciones	95
Figura 87 Posterior - Nivel de cansancio	96
Figura 88 Posterior - Molestias iniciales	96
Figura 89 Posterior - Filtros utilizados	96

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Capacitación a docentes	118
Anexo 2 Presentación entrega de proyecto a rector de la UEG	118
Anexo 3 Ficha Identificación de Peligro	119
Anexo 4 Carta aceptación del IESS para desarrollo de entrevistas a especialistas	120
Anexo 5 Encuesta Exploratoria 1,2,3	121
Anexo 6 Encuesta exploratoria 4,5,6,7	122
Anexo 7 Encuesta Exploratoria 8,9,10	123
Anexo 8 Encuesta Previa	124
Anexo 9 Encuesta Posterior	125

RESUMEN

Este trabajo de investigación contiene recomendaciones ergonómicas para el ajuste de imagen en dispositivos digitales, para disminuir el riesgo de desarrollar Síndrome Visual Informático u otras afecciones oculares.

Se describen mecanismos biológicos de la visión humana y magnitudes físicas de luz no natural emitida por interfaces gráficas. Se incluye una matriz comparativa que determina los elementos de la fuente de peligro que tienen mayor impacto dañino sobre las capas estructurales del ojo humano.

Se consideran recomendaciones ya existentes dadas por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España, mediante sus notas técnicas de prevención, así como datos obtenidos por la presente investigación.

El trabajo fue desarrollado dentro del plan de seguridad de la Unidad Educativa Guayaquil, una escuela secundaria de la ciudad de Ambato en Ecuador.

Palabras clave: ergonomía visual, docentes, KOLLURU, afecciones oculares.

ABSTRACT

This research work contains ergonomic recommendations for image adjustment in digital devices, to reduce the risk of developing Computer Vision Syndrome or other eye conditions.

Biological mechanisms of human vision and physical magnitudes of non-natural light emitted by graphical interfaces are described. A comparative matrix is included that determines the elements of the hazard source that have the greatest damaging impact on the structural layers of the human eye.

It is considered existing recommendations given by the National Institute of Safety and Health at Work of Spain, through its technical notes on prevention, as well as data obtained by this investigation.

The work was developed within the security plan of the Guayaquil Educational Unit, a secondary school in the city of Ambato in Ecuador.

Keywords: visual ergonomics, teachers, KOLLURU, eye conditions.

CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO

1.1) TEMA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de directrices ante emisiones de luz no natural para cuidado en salud visual de docentes de la Unidad Educativa Guayaquil dentro de su plan de seguridad.

1.2) ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.2.1) Contextualización del problema

Tabla 1 Descripción del problema

	Afecciones Fisiológicas		
POST EFECTOS	Alteración de ritmo circadiano	Afección a la función ocular	Afección mental
EFECTOS	Incremento en cantidad de luz artificial	Exposición no controlada a luz artificial	Sobrecarga mental de docentes
PROBLEMA	Aparición de molestias iniciales visuales en docentes de la UEG		
CAUSAS	Uso prolongado de HMIs	Falta de protocolos para salud visual	Capacitación Insuficiente
SUB CAUSAS	Actividades en modalidad virtual	Fuentes de riesgos no consideradas	Contratos diseñados para actividades presenciales
	Medidas tomadas por el COE	Inexistencia de precedentes en el Ecuador	

El 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud, mediante conferencia técnica dictamina a la expansión del COVID-19 como pandemia [1]. Como medida de confinamiento, el gobierno del Ecuador por intermedio de sus ministras de gobierno y educación María Paula Romo y Monserrat Creamer respectivamente, declaran la suspensión de las actividades presenciales en todas las instancias educativas y en todos sus niveles [2]. Durante el mes de marzo, se coordinan acciones para la continuidad de la educación mediante plataformas virtuales; así las unidades educativas retoman clases virtuales el 22 de junio de 2020 [3].

El incremento de tiempo destinado a dispositivos causa impacto en el sistema visual de docentes, que debe someterse a una carga promedio de 40 horas semanales de trabajo, con un mínimo de 22.5 horas destinadas únicamente a clases [4]. Tal cantidad supera ampliamente a la recomendada por la Nota Técnica de Prevención-139 del Instituto

Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España; pues el uso continuado no debe superar los 120 minutos[5].

De igual forma los efectos generados por la cantidad de luz, también se ven reforzados negativamente por la calidad de la misma. Las regulaciones sobre la calidad de la luz han surgido en normativas industriales como ANSI/ISA-101.01-2015, “*Human Machine Interfaces for Process Automation Systems*” [6]; sin embargo, no existen regulaciones como tal para dispositivos de uso particular.

La vista humana está diseñada para una iluminación refractiva sustractiva [7]; el empleo de luz no natural, únicamente altera la biología evolutiva del ser humano y causa daños a nivel celular [8]. La carga mental también es afectada; las actividades digitales demandan de aplicaciones con variedad de tareas. Hasta el inicio de la cuarentena los docentes podían o no utilizar herramientas digitales como complemento [9]. La sobre carga mental puede degenerar en estrés y éste producirá desequilibrios químicos en el sistema nervioso central, afectando entre otros al nervio óptico [11].

Las pandemias a lo largo de la historia humana no han tenido alcance mundial hasta 2019 [12]. En el caso del Ecuador, prácticamente fueron localizadas sin abarcar el territorio total; ni han requerido una asistencia médica total [13]. Debido a la falta de precedentes no existen protocolos ergonómicos para el desarrollo de actividades académicas de forma virtual [14]. Así se presenta la necesidad de sistemas de seguridad que salvaguarden la integridad ergonómica de los usuarios. Los domicilios no son considerados como puestos de trabajo, por lo cual la gestión de seguridad no los abarca [15]. El trabajo en domicilio hace imposible la regulación sobre emisiones lumínicas lo cual deriva en una exposición indiscriminada [17].

De tal forma los puntos que conforman la gestión de seguridad y salud en todos sus campos: político, organización, planificación, evaluación y adopción de medidas, deben ser direccionados a regular el trabajo en domicilio. Tal sugerencia se fundamenta en acuerdos gubernamentales del Ecuador; principalmente el Acuerdo Ministerial MDT-2020-181 que indica la promoción de directrices que garanticen deberes y derechos de los distintos mecanismos de trabajo.[18].

El uso en exceso de dispositivos digitales (cantidad), como la no regulación de emisiones (calidad) afectan sistemas biológicos en rangos de tiempo operación-descanso [19]. El ritmo circadiano normal indica a una persona los momentos de descanso, así como de pico creativo; tales indicadores dependen de las percepciones sobre los sentidos, si éstos

son sometidos a estímulos prolongados (no naturales) afectan la psiquis de una persona, y más directamente los órganos expuestos a tales estímulos [20].

En el caso del cuerpo docente de la Unidad Educativa Guayaquil, se presentaron dificultades debido a la naturaleza de su bachillerato. Pues se dispone de especialidades en su bachillerato técnico (electricidad, electrónica, mecánica automotriz, mecánica industrial). Por lo cual la calidad de enseñanza en destrezas técnicas ha sido limitada; con la consecuente carga mental de docentes y alumnos [21]. Adicionalmente a ello, se han presentado molestias como sequedad en ojos, postura, audición y ansiedad debido a la modalidad virtual de enseñanza [22].

Basado en los criterios anteriores es evidente que el uso prolongado de dispositivos digitales tanto en su cantidad como en la calidad de luz, así como la falta de capacitación causan afecciones iniciales sobre la salud visual de docentes de la Unidad Educativa Guayaquil (UEG).

1.2.2) Justificación

La Agenda Digital 2021-2022 del Ministerio de Telecomunicaciones busca ampliar la conexión en educación virtual pero no incluye ninguna sección sobre el cuidado visual en docentes [23]. Por su parte el Ministerio de Salud Pública del Ecuador tampoco señala recomendaciones específicas ante el trabajo virtual, como sí lo hace el Ministerio de Salud de Colombia [24]. Razones que sustentan el **interés** por contar con un documento destinado a promover recomendaciones para el cuidado visual.

El tiempo restante para la modalidad virtual aún es incierto [25]. El uso de dispositivos electrónicos es inevitable y su regulación es necesaria [26]. Tales aspectos resaltan la **importancia** del presente proyecto.

El **aporte teórico** es un modelo relacional para evaluación de riesgos ergonómicos visuales y las recomendaciones en el ajuste de imagen de dispositivos con interfaces digitales [27].

Como **innovación** se busca adaptar recomendaciones de normativas industriales en dispositivos de uso común. Un ejemplo sería la normativa ISA-101 que regula directrices para diseño de interfaces hombre-máquina, basándose en la reducción del espectro cromático [6].

La **utilidad** se ve reflejada en directrices y recomendaciones aplicables a docentes de la UEG; y el consecuente desarrollo de una conciencia auto conservadora de la planta docente [28].

Por contrapartida lo asimilado por la investigación y sus directrices resultantes podrían ser empleadas como consideraciones en el diseño de dispositivos electrónicos con interfaces hombre-máquina. Mayormente el desarrollo de normativas reguladoras nacionales e internacionales específicas a dispositivos de uso común [29].

La investigación es **factible** debido a la existencia de antecedentes investigativos tanto en seguridad y salud ocupacional como en investigaciones médico-oftalmológicas. Un incremento en índices informativos referidos a la temática y disponibilidad de recursos humanos y bibliográficos [30].

1.2.3) Fundamentación teórica

ÓPTICA

Rama de la física que se encarga del estudio de la luz, su comportamiento y composición, además de sus efectos. La luz puede ser considerada de 3 formas de acuerdo a su actuación: Como un rayo, como una onda, como una partícula [31].

Óptica Geométrica

Estudia la luz como un rayo, es decir que su accionar es de orden recto (geometría analítica); de igual forma su descomposición o dispersión angular actúa en forma de rayo. Newton consideraba a la luz como un sistema corpuscular de alta velocidad [32].

Propiedades

- Propagación rectilínea: Los corpúsculos tienen alta velocidad y su trayectoria es rectilínea.
- Reflexión: Un rayo al chocar en una superficie lisa, se refleja en el mismo ángulo de incidencia.
- Refracción: Cuando un rayo choca en un medio de distinta densidad al medio de incidencia, se genera un reflejo con un ángulo distinto al de incidencia.

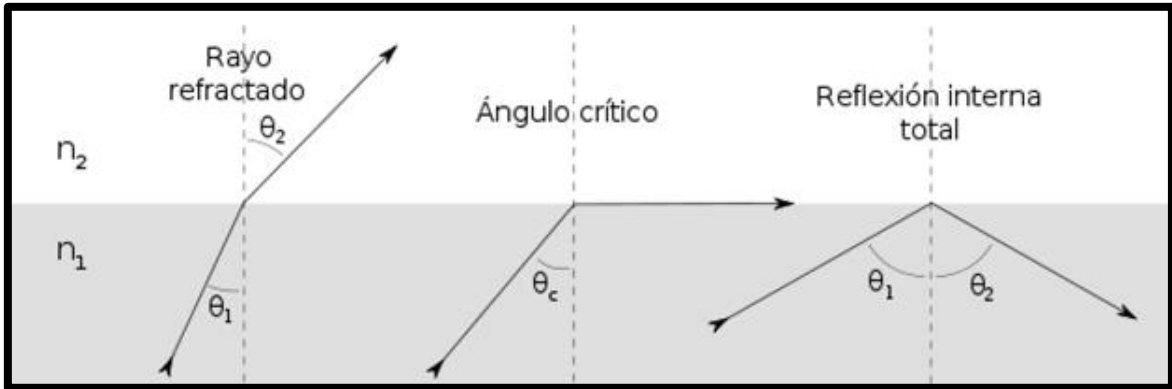


Figura 1 Incidencia, reflexión y refracción, Fuente: Física 2 Raymond Serway

Índice de refracción

Es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en determinado medio. Se debe considerar la naturaleza del medio, pues el índice de refracción puede variar [33].

- Medios Isótropos: Su índice permanece constante en cualquier dirección.
- Medios Anisótropos: Su índice varía dependiendo de la dirección.

Dispersión

Se genera cuando el índice varía con la longitud de onda que pasa por el material. La ley de Snell indica que luces de distinta longitud de onda se refractan a diferentes ángulos al incidir sobre un material. La luz violeta se refracta más que la luz roja [34].

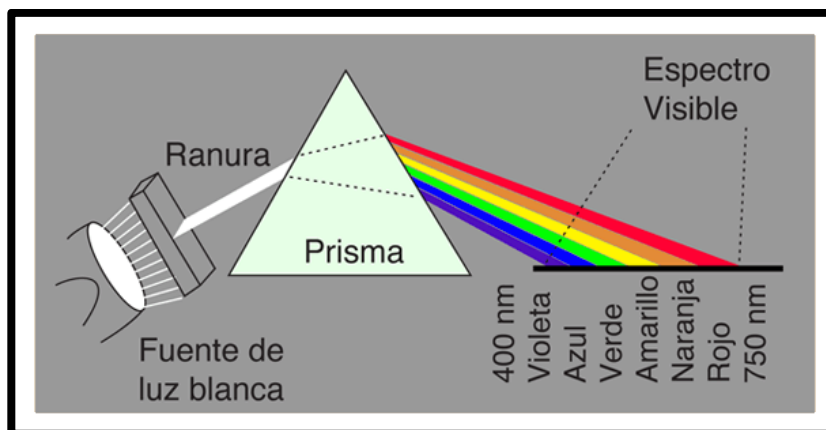


Figura 2 Dispersión de la Luz, Fuente: Física 2 Raymond Serway

Óptica Física

El modelo ondulatorio es la parte de la física que estudia la naturaleza misma de la luz. Generalmente la luz es una onda, pero en ocasiones actúa como partícula (óptica moderna).

- Huygens: En 1690, contradice el modelo newtoniano debido a un experimento, en el cual dos rayos de luz podrían cruzarse sin causar variaciones angulares.

- Fresnel: establece la luz como onda, basándose en sugerencias de Faraday, pues la dirección de polarización de un rayo luminoso puede cambiar en presencia de un campo magnético.
- Maxwell: Demuestra que las ondas de luz son de igual tipo a las de radio, es decir pueden propagarse en el vacío. (La frecuencia es mucho mayor por lo cual causan impresión en la retina)
- Hertz: Genera ondas electromagnéticas con circuitos y pone en prueba la reflexión, difracción e interferencias.

Espectro Electromagnético

Se denomina así a la distribución energética del conjunto de ondas electromagnéticas. La luz al ser una onda puede variar tanto en frecuencia como en amplitud; sin embargo, su velocidad permanece constante. En el vacío la luz tiene una velocidad de $3 \cdot 10^8$ m/s; tal velocidad cambia al someterse a un medio con densidad [33].

La luz es la parte del espectro electromagnético que es capaz de ser reconocida por la vista humana y su rango oscila de [380-780 nm][35][36].

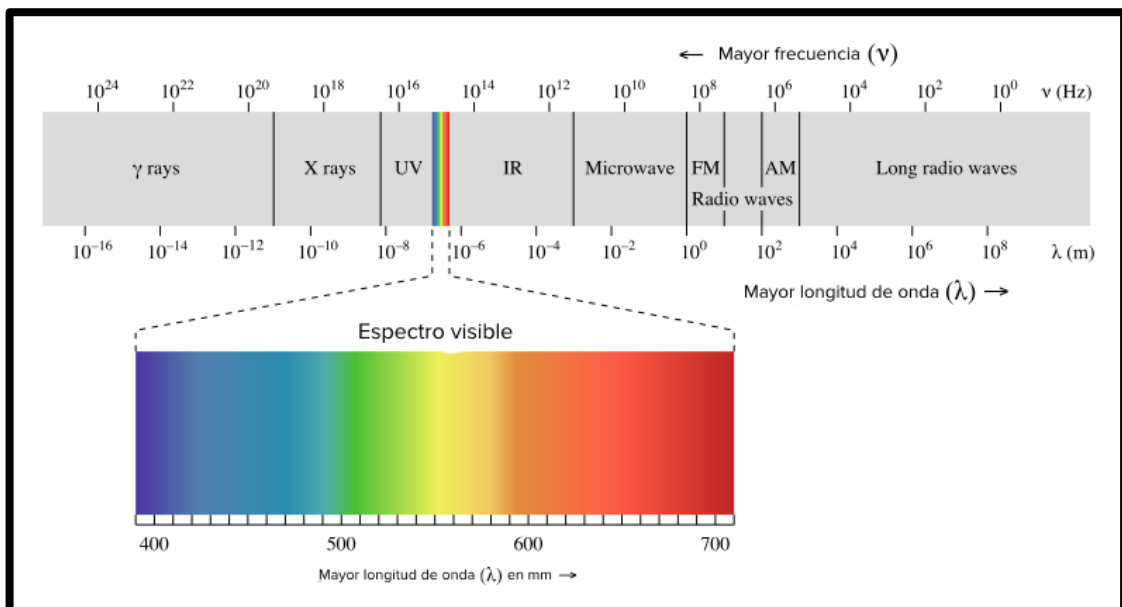


Figura 3 Espectro electromagnético, Fuente: Física 2 Raymond Serway

De acuerdo con la zona del espectro electromagnético se puede considerar un rango de energía en función de la frecuencia.

Tabla 2 Rangos del Espectro Electromagnético

REGIÓN	<LONGITUD DE ONDA		ENERGÍA	
Rayos Gamma	0,01	nanómetros	1,9878E-14	joules
Rayos X	10		1,9878E-17	
Ultravioleta	200		9,939E-19	
Espectro Visible	780		2,5485E-19	
Infrarrojo	2500		7,9512E-20	
Microondas	0,01	metros	1,9878E-23	
UHF	1		1,9878E-25	
VHF	10		1,9878E-26	
Radio	180		1,1043E-27	
VLF	10000		1,9878E-29	

Polarización

Corresponde a la orientación que tiene la ondulación de la luz dentro del plano campo eléctrico y campo magnético. En caso de que la onda de luz tenga una orientación definida se dice que está polarizada [38].

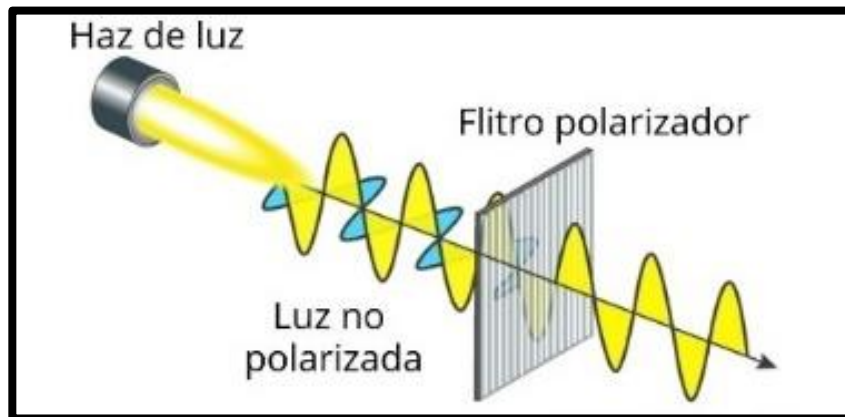


Figura 4 Polarización de la luz, Fuente: Física 2 Raymond Serway

Dicroísmo

Proceso físico que absorbe y refleja selectivamente la luz, y en distinta proporción dependiendo de la longitud de onda. Existen lentes que permiten el paso o no de ciertos colores debido a su configuración.

Filtros de color

Debido al dicroísmo de lentes con diferente color, la luz es captada en distintas proporciones dependiendo de su longitud de onda [39].

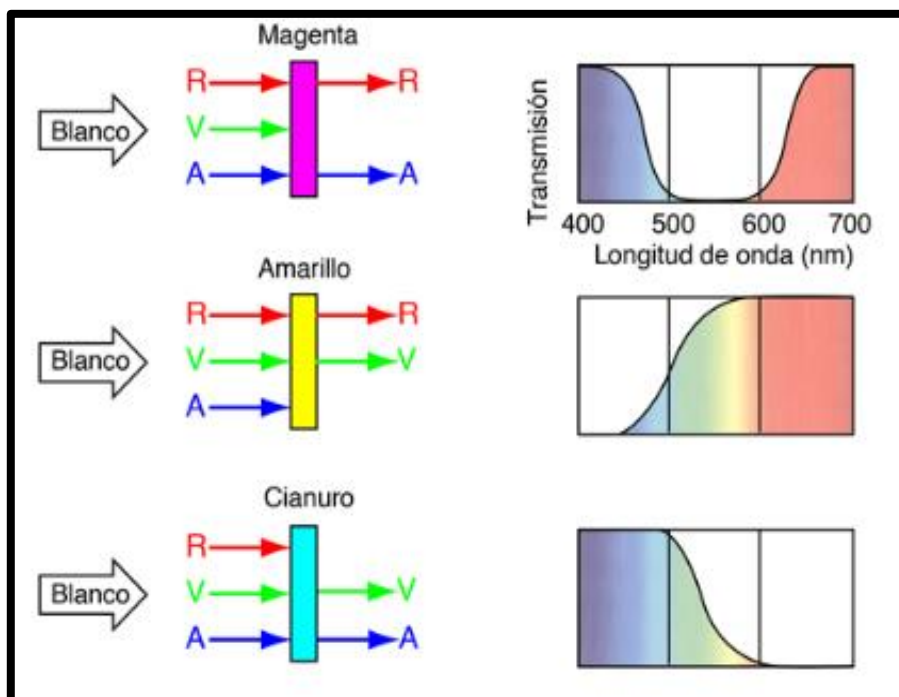


Figura 5 Filtros de color, Fuente: Lentes de color NIH

RADIACIÓN E ILUMINACIÓN

Debido a la naturaleza energética de la luz. Existe relación entre la radiación de una onda y la iluminación que puede ser percibida, siempre y cuando esté dentro del espectro visible[40].

Tabla 3 Relación radiación e iluminación, Fuente: Enciclopedia OIT

Magnitud radiométrica	Símbolo	Unidad	Magnitud fotométrica	Símbolo	Unidad
Flujo Radiante	ϕ	W	Flujo luminoso	ϕ	Lumen
Intensidad Radiante	I	W/sr	Intensidad luminosa	I	Candela
Irradiancia	E	W/m ²	Iluminancia	E	Lux
Radiancia	L	W/sr.m ²	Irradiancia	L	Candela/m ²

Radiación

Las magnitudes de fotometría son ideales para el espectro visible, sin embargo, existen longitudes de onda que no pueden ser percibidas por el ojo humano, pero actúan de forma similar.

- *Flujo Radiante*: Es la energía emitida en todas direcciones[41].

- *Intensidad Radiante:* Es el flujo radiante emitido por una fuente de radiación en una dirección y ángulo específicos[42].
- *Irradiancia:* Es la potencia recibida por unidad de área, desde una fuente de energía (radiación electromagnética). La irradiancia de luz azul oscila entre 0,008 y 0,230 W/m², según las características de cada dispositivo electrónico[40].
- *Radiancia:* Es radiación electromagnética generada por un área y un ángulo específico. A diferencia de la luminancia, la irradiancia puede depender de la radiación reflejada y la emitida por sí misma[41].

Iluminación

Es el conjunto de estímulos que permiten al ser humano percibir información dentro del espectro visual. Reúne varios aspectos y magnitudes físicas determinantes para el confort visual (fotometría)[26].

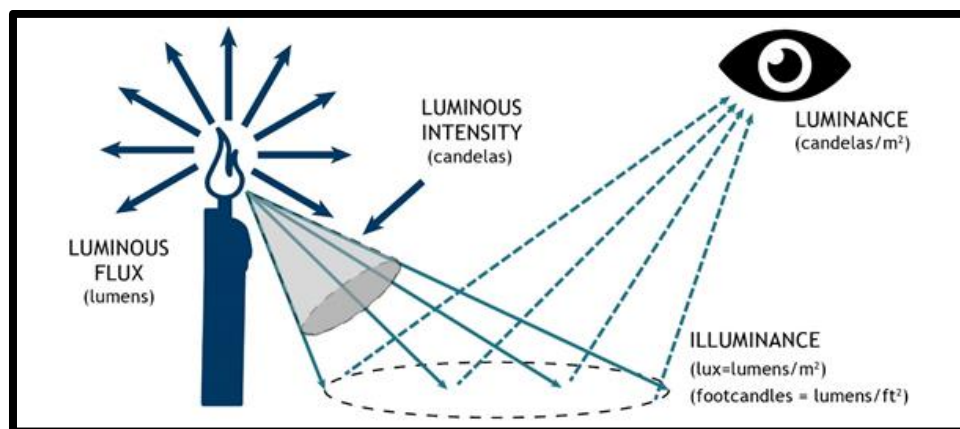


Figura 6 Magnitudes de iluminación, Fuente: Iluminación en puesto de trabajo INNST

- *Flujo luminoso:* Es la potencia emitida en forma de radiación luminosa en todas direcciones, a la cual reacciona el ojo humano[43][44].
- *Intensidad luminosa:* Es la cantidad de flujo luminoso emitido en una brecha específica de ángulo sólido; es decir en una dirección específica[43].

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (1)$$

- *Iluminancia:* Llamado también nivel de iluminación es la cantidad de flujo luminoso recibido por una superficie. Su unidad de medida es el lux[43]. Luminosidad de noche: 0.0001 luxes; de noche con luna llena: 0.25 luxes; de día 10000-100000 luxes[45].

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (2)$$

- *Luminancia*: Llamada brillo fotométrico es la cantidad de luz percibida por el ojo humano. Define la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente (área vista por el ojo, en una sección específica.)[43]. La luminancia máxima que puede tolerar la visión directa es 7500 cd/m²[46].

$$E = \frac{I}{S \cos(\alpha)} \quad (3)$$

ERGONOMIA

Proviene de los vocablos *ergo*: trabajo y *nomos*: norma; por lo tanto, se puede definir a la ergonomía como el conjunto de normas que rigen el trabajo. Sin embargo, su campo de acción se extiende hasta el diseño óptimo para el mejor desempeño y cuidado de los recursos[47].

Gestión de Riesgos

Proceso administrativo que planifica, controla y evalúa tanto la evaluación de riesgos y el control de estos dentro de una institución. La razón de una gestión de riesgos se basa en la posibilidad de consecuencias que pueden surgir de las fuentes de peligro.

- *Incidente*: Suceso dañino que podría surgir a raíz de las actividades laborales.
- *Enfermedad profesional*: Diagnóstico clínico que indique un estado patológico que haya surgido a raíz de las actividades o el medio, propios del trabajo que desempeña un individuo.
- *Peligro*: Agente biológico, físico, químico o a su vez proceso, herramienta o condición (mental o física) que generan el factor de riesgo. Un peligro constituye un riesgo únicamente cuando existe contacto.
- *Riesgo*: Es la fuente causal de efectos adversos contra la salud. Para que un peligro sea considerado un riesgo debe existir contacto real o potencial. Tal contacto debe ser medido en su concentración.

Se considera en función de 3 componentes: suceso dañino que ocurre, la posibilidad que ocurra y la consecuencia o efecto que ocurra[48].



Figura 7 Factores de riesgo, Fuente: Enciclopedia OIT

Medidas de Prevención y Control

Son acciones que se realiza para minimizar la posibilidad que ocurran daños. Generalmente se interviene en 3 aspectos: fuente, medio y personas; igualmente la jerarquía de acción viene en ese orden, actuando en primera instancia sobre la fuente, y dejando como última solución la acción sobre personas.

Probabilidad

Índice de ocurrencia de un evento dañino. En el caso de una matriz de peligro se consideran tres secciones: baja, media y alta.

Consecuencias de riesgos

Se determinan en diferentes campos: seguridad, salud, bienestar público, ecológicos, problemas financieros, ocupacionales, consumidores. Las consecuencias pueden ser: Ligeramente dañino, daños superficiales de gravedad leve no incapacitantes; Dañinos, enfermedades ocupacionales no mortales; Extremadamente dañinos, enfermedades ocupacionales crónicas y mortales.

Consecuencias de riesgos en salud

Se caracteriza por una alta probabilidad de exposiciones de bajo nivel, efectos tardíos. La relación causa efecto no se pueden establecer claramente. El enfoque se centra en la salud humana, fuera de las instalaciones laborales. Los indicadores o puntos finales son de 2 tipos[50]:

- a) Cancerígeno (crónicos): genera acciones drásticas debido a la naturaleza de la afección crónica. Normativamente aceptables en rango 1 caso en intervalo $[10^{-6}; 10^{-4}]$.
- b) No cancerígenos (subcrónicos). Por su parte los no cancerígenos incluyen, pero no se limitan a: Cambios enzimáticos reversibles de duración corta; supresión inmunológica; anormalidades de desarrollo.

Evaluación de riesgos

Proceso para estimar la probabilidad de que un acontecimiento no deseable (accidente) ocurra; además de las consecuencias en un intervalo de tiempo. Se estipula que la evaluación de riesgos debe ser un proceso dinámico de acción sobre los mecanismos de seguridad, dentro de la Gestión de riesgos[49].

Tipos de Evaluación de Riesgos

- A) Por legislación: Aquella evaluación que debe ser realizada por exigencia legal del estado a la cual pertenezca una empresa o institución. Puede ser:
 - Legislación industrial
 - Prevención de riesgos laborales

- B) Basada en normas internacionales: Cuando una nueva industria busca abrirse camino en un entorno estatal que carece de regulaciones; se basa en mecanismos internacionales de reconocimiento y prestigio.

- C) Precisada por métodos especializados de análisis: Cuando no existen normativas nacionales ni internacionales; para ello se emplean métodos desarrollados bajo innovación y tecnologías emergentes.

- D) General:
 - Incluye la clasificación de actividades.
 - Identificación del riesgo
 - Estimación del riesgo
 - Valoración el riesgo
 - Administración del riesgo:
 - Plan de control
 - Revisión

Valoración

Proceso que genera un valor cuali-cuantitativo que permite identificar el impacto que determinado agente. No se limita únicamente a los riesgos sino puede ser empleado en la valoración de los puntos finales[51]. La clasificación de la probabilidad será en base a las tabulaciones de Nizam Damani en su libro “Gestión de Riesgos”[52].

Tabla 4 Probabilidad de riesgo, Fuente Nizam Damani

Clasificación	Probabilidad	Comentario
3	[0-0.001]	Baja
2	[0.001-0.1]	Media
1	[0.1-1]	Alta

El impacto o la magnitud que puede tener los daños, se puede establecer mediante una matriz probabilidad-consecuencias [50].

Tabla 5 Matriz Probabilidad-Daños

			DAÑOS		
			LIGERO	DAÑINO	EXTREMO
			LD	D	ED
PROBABILIDAD	BAJO	B			
	MEDIO	M			
	ALTO	A			

Tabla 6 Niveles de riesgos y acciones

RIESGO	ACCION
Trivial T	No se requiere acciones inmediatas
Tolerable TO	Se requiere esfuerzo para prevención
Moderado M	Se puede continuar actividades hasta controlar el riesgo
Importante I	No se debe continuar actividades hasta controlar el riesgo
Intolerable IN	Se debe suspender las actividades

MODELO KOLLURU (*Risk Assessment in the Federal Gov. Managing the Process*)

Kolluru en su texto “Modelo para la evaluación de riesgos”, especifica una jerarquía en el paradigma de evaluación de riesgos para la salud. Define 4 puntos consecuentes para una administración adecuada[48].

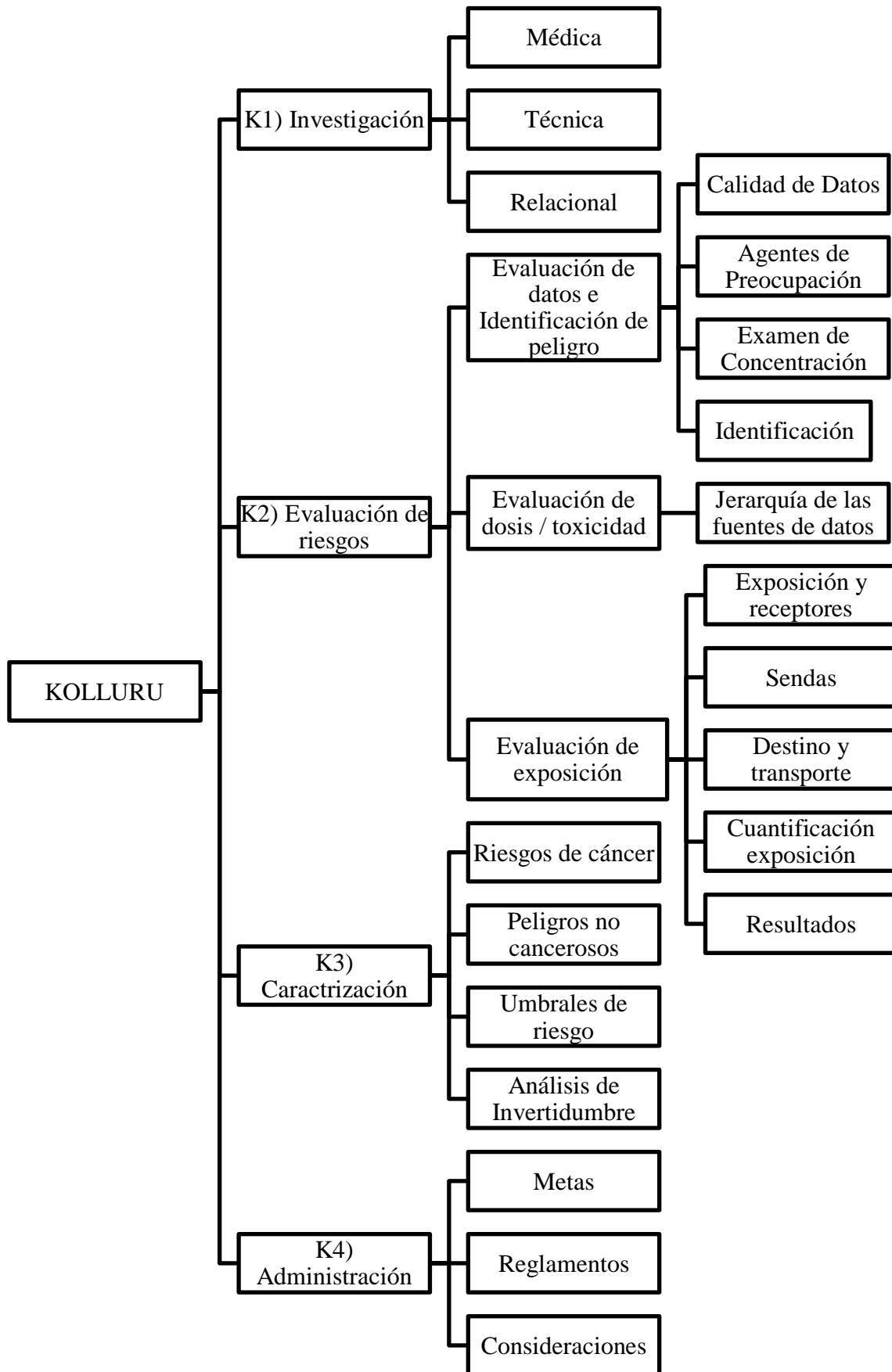


Figura 9 Modelo Kolluru Desglosado

K1) INVESTIGACIÓN

Debido a la naturaleza del modelo, el impacto no se puede analizar únicamente con información técnica, sino que se requiere información de otras ramas, así como los medios de relación entre los distintos tipos de datos.

Médica: Observaciones y diagnósticos resultado de las exposiciones agentes. Como tal depende de especialistas en salud.

Técnica: Cuantificación de magnitudes físicas generadas por la fuente de exposición. Tomada por técnicos.

Relacional: Forma en la cual una magnitud puede llegar a ser perjudicial. Generalmente lo realiza el higienista.

K2) EVALUACIÓN DE RIESGOS

Proceso que busca estimar la probabilidad que suceda un evento; así como la magnitud de los posibles daños.

K2.1) Evaluación de datos e Identificación del peligro

Antes de proceder a evaluar consecuencias, se determina si un agente o situación puede ser considerada como peligro. Se establece la información general sobre la fuente de peligro, si cumple los requisitos necesarios para ser considerado como tal.

- *Calidad de los datos:* La información recolectada antes del estudio debe ser analizada y ponderada para establecer un nivel de error suficientemente aceptable.
- *Agentes de preocupación:* Se especifica el o los posibles agentes emitidos individual o colectivamente que presuntamente afectan la salud de órganos.
- *Examen de concentración:* En base a datos recolectados se determina cuánta concentración existe, sin especificar si es o no adecuada.
- *Identificación:* La identificación considera tres aspectos: fuente, receptor y viabilidad. Fuente: ¿existe una fuente de daño?; Receptor: ¿quién puede ser dañado?; Viabilidad: ¿cómo puede ocurrir el daño?; en caso de que dichas preguntas sean respondidas afirmativamente se valida la existencia del peligro.

K2.2) Evaluación de dosis/toxicidad

Jerarquía de las fuentes de datos: Una vez finalizada la investigación médica, técnica y relacional; se debe jerarquizar las fuentes de datos, debido justamente al grado de especialidad o dominio del área involucrada. Así un especialista tendrá más validez frente a un médico general.

K2.3) Evaluación de la exposición

Considerando a la exposición como la acción en la cual un individuo se pone en contacto con un agente o fuente de peligro; se puede definir a la exposición como el vínculo entre el riesgo y el peligro. De igual forma se debe identificar la *senda* o ruta por la cual el agente de peligro se pone en contacto con el órgano afectado.

- *Establecimiento de la exposición y receptores potenciales:* Considera las partes del cuerpo que pueden ser afectadas, así como la naturaleza del daño.
- *Sendas y rutas de exposición:* Una vez identificadas la fuente y el receptor, se debe establecer el medio por el cual el peligro y sus emisiones llegan a un receptor.
- *Destino y transporte contaminante:* Considera el medio por el cual la magnitud tiene menor oposición para el contacto.
- *Cuantificación de la exposición:* Se determina mediante la medición en tiempo prolongado, así como la cantidad de emisión.
- *Resultados de la evaluación de exposición:* Conclusiones de la exposición, y su posible impacto.

K3) CARACTERIZACIÓN DE RIESGO

Miriam Zuk establece en su publicación “La caracterización del riesgo al evaluar un riesgo para la salud humana”, define a la caracterización como la integración de datos obtenidos sobre toxicidad (dosis-respuesta) y la exposición al agente. Lo que generará una base para la discusión referente a la naturaleza y alcance del agente[53].

$$\text{Cociente de peligro} = \frac{E_i(\text{Exposición o insumo})}{RfD(\text{Concentración de referencia})} \quad (4)$$

En caso de existir más de 1 agente, se considera al índice de peligro como la sumatoria de los cocientes de peligro individuales

$$HI = \sum_{n=1}^n \frac{E_n}{RfD_n} \quad (5)$$

Riesgo de cáncer: Al tratarse de un modelo de salud se debe considerar el escenario más pesimista, en el caso de degeneración celular se identifica al cáncer.

Peligros no cancerosos: En caso de no existir posibles afecciones cancerosas, se consideran afecciones más graves existentes.

Umbral de riesgo y umbrales aceptables: La mayoría de agentes tóxicos presenta límites admisibles estipulados en normativas.

Análisis de incertidumbre y sensibilidad

La incertidumbre está presente en cada aspecto de la evaluación de riesgos. Existen fuentes que causan dicha incertidumbre, así: la variabilidad natural, la veracidad del modelo. Se consideran: Característica del sitio; Evaluación de toxicidad; Evaluación de exposiciones; Caracterización de riesgos; Análisis de sensibilidad; Estimación de riesgos probabilísticos; Incertidumbre y variabilidad.

K4) ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

Metas: Se deben definir los objetivos que se busca alcanzar con la administración de riesgos.

Reglamentos: Se establecen directrices que contemplen la mayoría de casos para el cumplimiento de las metas. *Validación:* Para poder establecer dichas directrices, se debe corroborar otras ya existentes en normativas para evitar el proceso de validación. Caso contrario se requerirá de programas piloto para la evaluación de la efectividad.

Consideraciones: El método Kolluru al ser un método específico para riesgos en salud presenta variaciones con respecto al modelo tradicional de evaluación de riesgos.

- En la caracterización del riesgo, los riesgos de exposiciones conjuntamente con las reacciones a tales dosis, se juntan para llegar a estimaciones cuantitativas.
- En el caso de riesgos en salud existen variables distintas para cada operador, debido a su predisposición genética, estado físico o susceptibilidad a estímulos.
- La caracterización del riesgo es el nexo entre la evaluación del riesgo y la administración del mismo.
- A diferencia del análisis de peligro en seguridad, donde los finales están bien definidos como muertes, heridas o laceraciones. En el análisis de peligro de salud son inciertas debido a un proceso de latencia de 10-20 años.
- Análisis de riesgos en seguridad son más probabilísticos (suceso inicial + posibilidad de exposición + magnitud de consecuencia).

- Análisis de riesgos en salud son determinados de forma generalizada y emplean estimados de punto único, en la cual la información es restringida (Debido a la disposición de historia clínica completa).

ERGONOMÍA VISUAL

Pantallas de visualización de datos

Se considera como PVD a todo dispositivo digital provisto de una interfaz gráfica que muestre información, ya sea gráfica o textual[54].

Tiempo de exposición

De acuerdo a la guía técnica PVD del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, no se considera a las pantallas de computadoras portátiles como PVD laborales, salvo una excepción; en su sección 2, apartado 2.1, inciso “b”, indica “Los sistemas llamados portátiles, siempre y cuando no se utilicen de modo continuado en un puesto de trabajo” [55]. La doctora Aris Mosley define el tiempo prolongado como superior a 2 horas; es decir un máximo de 120 minutos continuos y el doble para adultos, lo que también es confirmado por el INSHT [56].

Trabajador Usuario

Es el operario que constantemente y durante una parte considerable del tiempo de trabajo utiliza un equipo con pantalla de visualización. Condiciones necesarias para ser considerado un usuario en vías de riesgo[55]: Trabajadores que cumplen 4 horas diarias o 20 horas semanales; o trabajadores que cumplen de 2 a 4 horas por día, o 10-20 horas por semana. Y también:

- Depender plenamente del equipo para cumplir con el trabajo, y no disponga de formas alternativas.
- No poder decidir sobre el uso o no del equipo
- Contar con capacitación sobre el uso del equipo
- Usar equipos de visualización por periodos superiores a 1 hora.
- Necesidad indispensable de la información para cumplimiento del trabajo
- Necesidad alta de concentración sobre la información visualizada

Síndrome Visual Informático - CVS (*Computer vision syndrome*)

La Asociación Americana de Optometría define al *Síndrome Visual Informático (CVS)* también llamado fatiga ocular digital, como un conjunto de problemas causados por una

exposición prolongada a dispositivos digitales[57]. Como tal un síndrome es un conjunto de síntomas que ayudan al especialista a reconocer un trastorno o afección[58].

Sintomatología inicial

Dentro del campo de salud visual, se define a la sintomatología inicial como molestias oculares recurrentes, que son indicadores de posibles afecciones. [59].

Tabla 7 Síntomas del CVS

EFEECTO	SÍNTOMA
Óptica	Enfoque Lento
	Visión Borrosa
	Visión Doble
Ocular	Ojo Seco
	Lagrimeo
	Irritación
	Ardor
	Fotofobia
Astenópicos	Cefalea
	Fatiga
	Dolor ocular
Mentales	Carga Mental

Enfoque lento, cuando los movimientos no son instantáneos (<0.3 segundos)[60].

Visión borrosa, es la falta de nitidez en la percepción visual[61].

Visión doble: Generada por distorsión en el tiempo de respuesta de los nervios ópticos[61]. *Resequedad*: la caída en la tasa media de parpadeo es de 18,4 parpadeos por minuto, durante el uso de la computadora se reduce a 3.6, una disminución de cinco veces[62]. Adicionalmente la exigencia de tareas determina la superficie ocular expuesta al aire; se reduce la humectación[61].

Tabla 8 Superficie ocular por actividad

Estado	Superficie ocular
Relajado	2.2 cm ²
Leyendo	1.2 cm ²
Computadora	2.3 cm ²

El lagrimeo, es la respuesta a la sensación de sequedad el ojo emite mayor cantidad de lágrimas [61].

Los ojos irritados, síntoma evidente en la conjuntiva, debido justamente a que es la zona más expuesta del ojo [59].

El ardor ocular, es la sensación de picazón, debido a una alteración del pH del ojo humano[64].

La sensibilidad a la luz, es la incapacidad de asimilar la cantidad normal de luz[65].

La cefalea o dolor en cabeza es un síntoma perteneciente a la astenopia (dolor de ojos).

La fatiga es el cansancio en músculos que permiten el movimiento ocular[66].

El *dolor* en ojos es la sensación de pesadez del globo ocular[67].

La *carga mental* debida a la hiperconectividad como una exigencia a la cognición (mental stress).

Sara Echeverry en su publicación “Síndrome de Visión por Computador: una revisión de sus causas y del potencial de prevención”, señala que una exposición promedio de 30 horas semanales frente a una pantalla aumenta el riesgo de generar depresiones[58].

1.3) OBJETIVOS

1.3.1) Objetivo general

Diseñar directrices ante emisiones de luz no natural para cuidado en salud visual de docentes de la Unidad Educativa Guayaquil dentro de su plan de seguridad.

1.3.2) Objetivos específicos

- Describir comportamiento de luz no natural, mecanismos de la función visual y afecciones oculares más comunes.
- Evaluar riesgos causados por la sobrecarga de magnitudes de luz no natural sobre mecanismos de la función visual.
- Generar directrices recomendables para el ajuste de imagen en pantallas de Visualización de Datos.
- Validar directrices generadas mediante la ejecución de plan piloto con docentes de la Unidad Educativa Guayaquil e incluirlas al plan de seguridad.

CAPÍTULO II – METODOLOGÍA

2.1) MATERIALES

Tabla 10 Materiales utilizados







Computador	Dispositivo digital para administración de archivos	
Smartphone	Dispositivo para comunicación personal	
Cuaderno	Libreta para la toma de datos	
Calculadora	Dispositivo para realizar cálculos	
Proyector	Dispositivo para presentaciones masivas	
Televisor	Dispositivo interfaz visual para determinar configuraciones disponibles.	

Tabla 11 Software utilizado

Microsoft Word	Procesador de texto	
Microsoft Excel	Hojas de cálculo	
Microsoft Powerpoint	Software para presentación	
Zoom	Aplicación para comunicación	
Mendeley	Software especializado para el uso de referencias bibliográficas	
Libre Office	Software gratuito para realizar redes conceptuales	
Foxit Reader	Lector de documentos PDF	
Dropbox	Sistema de almacenamiento en nube	
Google Forms	Sistema para encuestas digitales	

2.2) MÉTODOS

2.2.1) Enfoque

La presente investigación fue predominantemente cuali-cuantitativa. Debido a que las preguntas para obtener información son de índoles cualitativa y cuantitativa, lo que posteriormente generó datos cuantitativos.

2.2.2) Modalidad de la investigación

La modalidad fue documental-bibliográfica, debido a que la información fue recolectada de especialistas y docentes indirectamente, sin realizar estudios de campo (mediciones). Lo que se busca es ampliar un enfoque ergonómico ya existente; que fue complementado con normativas nacionales e internacionales relacionadas a la salud visual.

2.2.3) Nivel o tipo de Investigación

La presente investigación fue de carácter exploratorio [70]:

- Se desarrolló un nuevo método para el cuidado visual.
- Se reconoció variables de interés para el proyecto.
- Se deseó indagar sobre un problema poco estudiado en el contexto educativo ecuatoriano.

2.2.4) Población y muestra

Se empleó dos tipos de muestreo

- Muestreo probabilístico aleatorio: para docentes
- Muestreo no probabilístico intencional: para especialistas oftalmólogos

Grupo Docentes (UEG)

La planta docente de la Unidad Educativa Guayaquil corresponde a 134 personas, juntamente con los demás colegios del Distrito Educativo #2 de Tungurahua suman 599 docentes (mayor a 100); por lo tanto, se requirió el cálculo de una muestra a ser estudiada. Se consideró un nivel de confiabilidad del 95%, con una probabilidad de ocurrencia de 0.5 y un error del 5% [70][71].

$$n = \frac{z^2 PQN}{z^2 PQ + Ne^2} \quad (6)$$

Tabla 12 Número de docentes por Unidad Educativa

COLEGIO	# DOCENTES
Guayaquil	134
Hispano América	166
Mario Cobo Barona	155
Luis A. Martínez Agropecuario	144
TOTAL	599

n: Tamaño de la muestra; Z: Nivel de Confiabilidad=95% (Z=1.96); P: Probabilidad de ocurrencia= 0.5; Q: Probabilidad de no ocurrencia= 0.5; N: Población= 599; e: Error de muestreo 5%.

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(599)}{(1.96)^2(0.5)(0.5) + (599)(0.05)^2}$$
$$n = \frac{575.27}{0.96 + 1.49}$$
$$n = 234.08$$
$$n = 234$$

Por lo tanto, la muestra a ser encuestada fue de 234 docentes. Pertenecientes a las Unidades Educativas Guayaquil, Hispano América, Mario Cobo Barona y Luis A. Martínez Agropecuario.

Grupo Especialistas (IESS)

Las unidades educativas no poseen personal de salud, tampoco el distrito #2; por lo cual toda atención debe llevarse a cabo en los centros de salud cantonales y en el caso de especialidades deben ser derivadas al Hospital General Ambato del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. En dicha institución los especialistas oftalmólogos corresponden a 3 personas; por lo cual la muestra fue igual a la población[72].

- Dr. Nelson Oviedo Guarderas (Jefe de Departamento)
Doctor en medicina y cirugía por Universidad Central del Ecuador y Especialista en Oftalmología por Universidad Internacional del Ecuador
- Dr. Eliomar Navas Loyo
Médico Cirujano por Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda y Especialista en Oftalmología por Universidad Central de Venezuela
- Dra. María Díaz Arroyo
Doctora en medicina y cirugía por Universidad Católica de Cuenca y Especialista en Oftalmología por Universidad del Azuay



Figura 11 Dr. Eliomar Navas

2.2.5) Recolección de información

PLAN PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 13 Plan para recolección de información

PREGUNTA	DOCENTES	ESPECIALISTAS
¿Para qué?	Para obtener datos sobre sintomatología actual en docentes	Para obtener información que confirme o refute datos del grupo docentes
¿De qué personas?	Del cuerpo docente de Unidad Educativa Guayaquil	De oftalmólogos del Hospital General Ambato del IESS
¿Sobre qué aspectos?	Sobre su salud visual y su capacitación para actividades virtuales	Sobre principales afecciones visuales en afiliados
¿Quién?	Andrés Danilo Salinas Vargas, promotor	
¿Cuándo?	Desde el 6 hasta el 10 de diciembre de 2021	Desde el 30 de diciembre de 2021 hasta el 10 de enero de 2022
¿Dónde?	Domicilios, oficina, u otros lugares donde el docente realice su teletrabajo	Departamento Docente del Hospital IESS Ambato
¿Cuántas veces?	Las veces que sean necesarias, para recabar información fiable.	
Técnicas de recolección	Encuesta digital	Entrevista personal
¿Con qué?	Mediante la aplicación Google Forms	Fichas de entrevista
¿En qué situación?	Cuando la encuesta sea distribuida por parte del vicerrector hacia los docentes.	Cuando se otorgue el permiso del IESS mediante su director general.

PLAN PARA EL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Estructura

- Debido a las causas establecidas en la descripción del problema (cantidad, calidad y capacitación), la encuesta a docentes fue de orden estructurado basado en tales aspectos; con el fin de obtener índices aplicables al estudio; adicionalmente la encuesta reunió datos adicionales como edad, afecciones sistémicas y consumo de tabaco.
- Por su parte las entrevistas a médicos-especialistas fueron semiestructuradas con un conjunto de preguntas basadas en recomendaciones ergonómicas ya existentes en notas técnicas de prevención NTPs; Dejando apertura a los especialistas para la ilustración en aspectos médicos desconocidos por el promotor del proyecto.

Validez

Para cumplir con el criterio de validez tanto la encuesta como la entrevista cumplió con los siguientes requisitos:

- Ítems válidos pues señalaban información concreta y útil para el proyecto
- Opciones de selección rápida, sin necesidad de una prolongada reflexión
- Preguntas aplicables a todo el espacio muestral.
- La encuesta a docentes fue sometida a revisión por un experto en la materia; cumpliendo aspectos de seguridad e higiene, por lo cual el revisor fue el Ing. Fernando Urrutia quien cuenta con una Maestría en Seguridad, Salud e Higiene Ocupacional.
- Por su parte la entrevista a médicos fue revisada y aprobada por el Dr. Roberto Larco, médico especialista del Hospital Carlos Andrade Marín, quien además de poseer la especialidad en oftalmología posee una subespecialidad en Retinología.

Fiabilidad

Llamada también confiabilidad, señala que en un mismo espacio muestral se obtengan datos similares, aunque sean tomados por distintos evaluadores.

- En el caso de las encuestas se aplicó el mismo modelo por 2 evaluadores: Danilo Salinas promotor del proyecto y Marco Fiallos rector UEG, obteniendo datos con tendencias similares, los datos aplicados al estudio fueron los obtenidos por el promotor.
- Por otro lado, las entrevistas fueron realizadas por el promotor y uno de los miembros del grupo de especialistas (Nelson Oviedo director del departamento de oftalmología). De igual forma obteniendo respuestas y comentarios similares, cabe señalar que los aplicables son los recolectados por el promotor.

Consentimiento Informado

- Para las encuestas a docentes el permiso fue dado por el representante legal de la UEG Licenciado Marco Fiallos, quien mediante memorándum institucional informó a los docentes el objetivo de la entrevista, así como el link para su desarrollo. De igual forma se incluyó una descripción al inicio de las encuestas realizadas durante el proyecto.

Encuesta Exploratoria

Para su conocimiento: La presente encuesta busca recolectar información sobre el cuidado visual en docentes, para el proyecto "DISEÑO DE DIRECTRICES ANTE EMISIONES DE LUZ NO NATURAL PARA CUIDADO EN SALUD VISUAL DE DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL", la misma es de carácter únicamente académico y es responsabilidad del promotor Andrés Danilo Salinas Vargas, estudiante de Ingeniería Industrial, Facultad de Sistemas, Universidad Técnica de Ambato.

Figura 12 Encabezado en encuestas digitales

- Para las entrevistas se obtuvo el permiso del Dr. Fabián Eduardo Yépez Yerobi Responsable de Docencia e Investigación, Hospital General IESS Ambato. De igual forma se informó el objetivo y contenido de la entrevista a los especialistas mediante memorándum institucional.

En respuesta a la sumilla inserta 14-26 (estudiar, proceder) en oficio S/N de fecha 22 de diciembre de 2021, me permito indicar que una vez revisado el documento se autoriza la ejecución de la encuesta dirigida a médicos especialistas en el área de Oftalmología como parte del trabajo de investigación con el tema "**DISEÑO DE DIRECTRICES ANTE EMISIONES DE LUZ NO NATURAL PARA CUIDADO EN SALUD VISUAL DE DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL DENTRO DE SU PLAN DE SEGURIDAD**", por lo que solicito muy comedidamente se autorice al servicio correspondiente se brinde las facilidades para que la estudiante pueda realizar su trabajo de investigación.

Figura 13 Carta aceptación IESS, disponible en anexos

2.2.6) Procesamiento y análisis de datos

En el caso de docentes debido a la facilidad de la herramienta Google Forms, la información fue tabulada, organizada y dispuesta en forma digital para ser consultada[73]; tales datos fueron posteriormente tabulados en hojas de cálculo Excel para obtener porcentajes cada una de las opciones en preguntas.

Por contrapartida las entrevistas a especialistas fueron personales y tabuladas posteriormente a Excel de igual forma para calcular porcentajes de cada una de las opciones en preguntas.

La información recolectada sobre cantidad, calidad y capacitación, además de formas empíricas de mitigación de riesgos; se trataron en una matriz de riesgos comparativos para determinar las causales más dañinas y los mejores medios para controlar una exposición saturada[74].

La información recolectada en especialistas indicó las afecciones más comunes presentes en la población de Tungurahua, principalmente desde el mes de marzo de 2021, fecha de inicio del confinamiento hasta enero 2022 fecha de la entrevista.

Preguntas a docentes

P1) INDIQUE SU RANGO DE EDAD

Tabla 14 Rango de Edades

Edad	Nota
20-30	Adulto joven
30-40	Adultez 1
40-50	Adultez 2
> 50	Adulto mayor

P2) ¿CUÁNTOS DÍAS POR SEMANA UTILIZA EL COMPUTADOR EN ACTIVIDADES LABORALES?

Tabla 15 Cantidad-días

INTERVALO DÍAS
0 a 1
1 a 2
2 a 3
3 a 4
4 a 5
5 a 6
todos

P3) ¿CUÁNTAS HORAS AL DÍA UTILIZA EL COMPUTADOR PARA ACTIVIDADES LABORALES?

Tabla 16 Cantidad-horas

INTERVALO HORAS
0 a 1
1 a 2
2 a 3
3 a 4
4 a 5
5 a 6
6 a 7

P4) UTILIZA EL COMPUTADOR SIN INTERRUPCIONES POR MÁS DE 2 HORAS SEGUIDAS?

Tabla 17 Cantidad-Uso continuo

Respuesta
Sí
No

P5) SEÑALE LAS CONFIGURACIONES QUE UTILIZA EN SU COMPUTADOR

DE TRABAJO:

Tabla 18 Calidad- Filtros utilizados

Ajuste
Brillo
Temperatura
Contraste
Saturación
Monocromático
Otros

P6) SEÑALES ELEMENTOS FÍSICOS QUE UTILIZA PARA MITIGAR EL

IMPACTO LUMINOSO:

Tabla 19 Elementos Mitigantes en receptor

Lentes
Antirreflejo
Filtro de color
Colirio humectante
Iluminación artificial
Iluminación natural
Ninguno

P7) HA RECIBIDO CAPACITACIÓN SOBRE EL CUIDADO DE SU SALUD

VISUAL, PARA DESEMPEÑARSE EN EL TRABAJO VIRTUAL?

Tabla 20 Capacitación

Respuesta
Sí
No

P8) PADECE O CONSUME ALGUNA DE LAS SIGUIENTES OPCIONES:

Tabla 21 Potenciadores sistémicos

Padecimientos
Diabetes
Hipertensión
Colesterol Alto
Tabaco
Artrosis

P9) SEÑALE MOLESTIAS QUE HAYA SENTIDO DEBIDO AL TRABAJO VIRTUAL, SELECCIONE SENSACIONES EXTRAOCULARES QUE HAYA SENTIDO DEBIDO AL TRABAJO VIRTUAL:

Tabla 22 Molestias iniciales en docentes

SÍNTOMA
Ojo Seco
Fatiga
Cefalea
Enfoque Lento
Visión Borrosa
Irritación
Ardor
Dolor Ocular
Lagrimo
Visión Doble
Fotofobia

P10) SEÑALE TRASTORNOS QUE HAYA SUFRIDO DEBIDO AL TRABAJO VIRTUAL

Tabla 23 Afecciones visuales en docentes

Tipo	Afección	Cantidad	%
Refracción	Miopía	118	50,43
	Hipermetropía	17	7,26
	Astigmatismo	98	41,88
	Presbicia	5	2,14
Daltonismo	Discromatopsia	4	1,71
Nervio	Glaucoma	20	8,55
	Cuerpos	3	1,28
	Cataratas	20	8,55
	Pterigión	2	0,85

Preguntas Especialistas

- p1) ¿Cómo ha influido el trabajo virtual en sus pacientes?; p2) ¿Sirven los lentes antirreflejo?; p3) ¿Se debería utilizar gafas oscuras?; p4) ¿Cómo debería ser un aula de clase?; p5) ¿Qué filtros se debería usar en la computadora?; p6) ¿Puede la luz artificial afectar el ritmo circadiano?; p7) ¿Qué afecciones influyen en el daño ocular? p8) Recomendaciones para cvs; p9) Principales afecciones; p10) Comentarios

CAPÍTULO III - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1) ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1.1) Información Institucional

Unidad Educativa Guayaquil

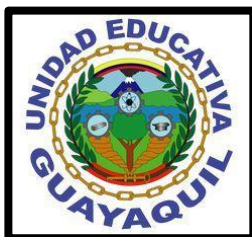


Figura 24 Logotipo de la Unidad Educativa Guayaquil, Fuente Facebook UEG

Información General

La Unidad Educativa Guayaquil es una institución pública de educación inicial, básica y bachillerato. Se rige bajo régimen sierra, bajo instrucción hispana[75]. Su planta docente está formada por 134 docentes, quienes desarrollan sus actividades académicas tanto de forma virtual, como presencial.

Fundada en 1948 como requerimiento de la ciudad y la provincia para el desarrollo de bachilleres técnicos que respondan al desarrollo industrial de Tungurahua. En su oferta académica sobresalen bachilleratos técnicos con especialidades como: automotriz, electricidad, electrónica, mecánica industrial, general unificado e internacional.

Ubicación

La UEG se localiza en la Avenida Bolivariana, parroquia Pishilata, ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Código Postal: 180203.

Plan Estratégico

Misión: La Unidad Educativa Guayaquil, es una institución que forma bachilleres con calidad y calidez, dentro de una educación integral e inclusiva, fundamentada en los principios humanísticos, científicos, técnicos, académicos e innovadores que demanda la comunidad nacional e internacional.

Visión: La Unidad Educativa Guayaquil, a partir del año 2018 será una institución educativa referente en la formación de líderes con mentalidad internacional, capaces de generar cambios en su entorno contribuyendo a crear un mundo mejor y pacífico en el marco de entendimiento mutuo y respeto intercultural.

3.1.2) Preguntas a docentes

P1) INDIQUE SU RANGO DE EDAD

Tabla 14 Rango de Edades

Edad	Nota	Cantidad	Porcentaje
20-30	Adulto joven	26	11,11
30-40	Adulthood 1	50	21,37
40-50	Adulthood 2	90	38,46
> 50	Adulto mayor	68	29,06

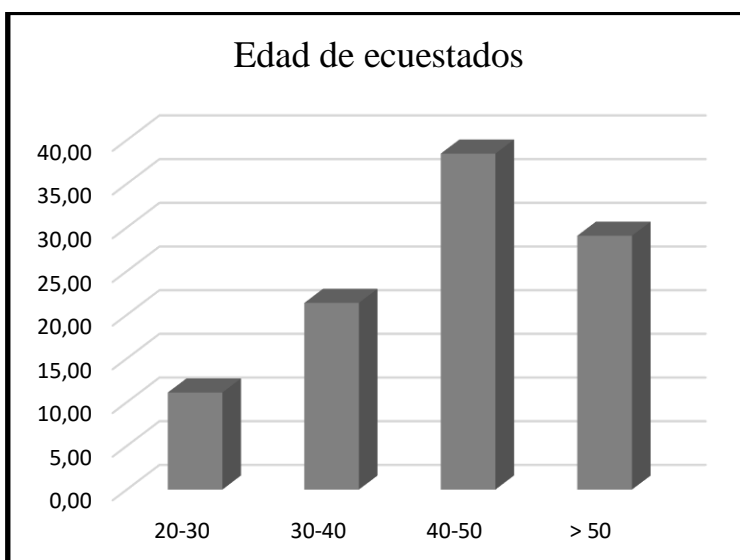


Figura 14 Edad de Encuestados

P1) Análisis: En esta sección se determina que el mayor porcentaje de docentes oscilan entre los 40 y 50 años, es decir corresponden a la adultez media previa a la adultez mayor. Lo cual es un indicador de riesgo debido a que es un grupo vulnerable. Le siguen en proporción los docentes mayores de años de años que corresponden a la tercera edad, y que por consiguiente su familiarización con tecnología es muy limitada.

P2) ¿Cuántos DÍAS POR SEMANA UTILIZA EL COMPUTADOR EN ACTIVIDADES LABORALES?

Tabla 15 Cantidad-días

INTERVALO DÍAS	CASOS	%
0 a 1	0	0
1 a 2	2	0,85
2 a 3	2	0,85
3 a 4	7	2,99
4 a 5	0	0,00
5 a 6	45	19,23
todos	178	76,07

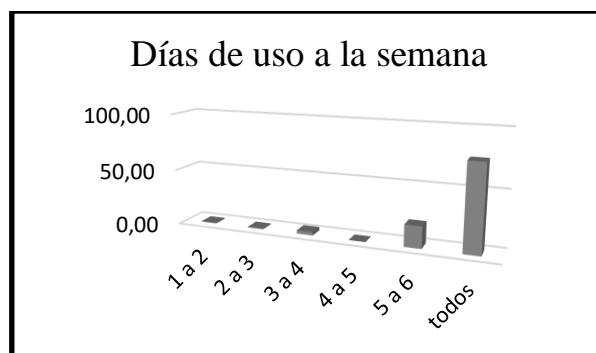


Figura 15 Días de uso por semana

P2) Análisis: Se obtuvo que el 76% de encuestados usan el computador todos los días; cantidad que excede plenamente los 5 días de trabajo considerados según la INSHT. Tal exposición se debe al trabajo adicional como calificación de tareas, envío de informes, reuniones institucionales y extra institucionales.

P3) ¿CUÁNTAS HORAS AL DÍA UTILIZA EL COMPUTADOR PARA ACTIVIDADES LABORALES?

Tabla 16 Cantidad-horas

INTERVALO HORAS	CASOS	%
0 a 1	1	0,43
1 a 2	0	0,00
2 a 3	8	3,42
3 a 4	35	14,96
4 a 5	0	0,00
5 a 6	75	32,05
6 a 7	0	0,00
7 a 8	115	49,15

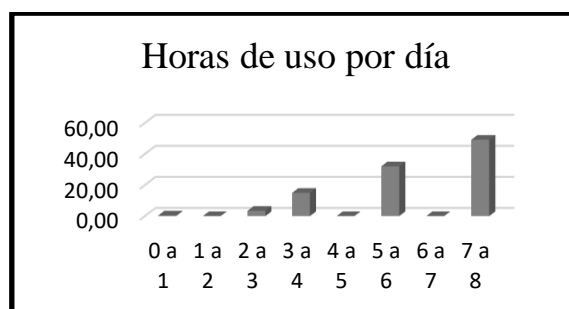


Figura 16 Horas por día

P3) Análisis: Se obtuvo que 115 personas utilizan el computador más de 7 horas; 75 personas más de 5 horas diarias. Lo que supera la cantidad semanal de 20 horas estipulada

por el INSHT. Tal exceso se debe a la compensación de tareas administrativas de forma virtual, como calificaciones, reuniones, informes, registro de calificaciones. De igual forma tal exposición se considera de tipo tóxica debido a la naturaleza de la luz no natural.

P4) UTILIZA EL COMPUTADOR SIN INTERRUPCIONES POR MÁS DE 2 HORAS SEGUIDAS?

Tabla 17 Cantidad-Uso continuo

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Sí	204	87,18
No	30	12,82

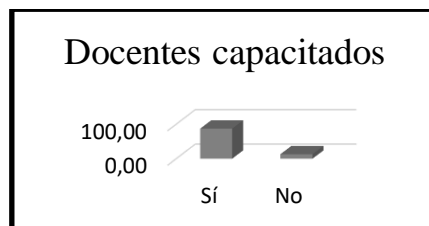


Figura 17 Porcentaje de docentes capacitados

P4) Análisis: El 87.1% de los docentes utilizan la computadora más de 2 horas diarias, lo que se define como exposición prolongada. Entonces se concluye que los docentes pueden ser definidos como usuarios de PVD. De acuerdo a la NTP-139, un usuario únicamente puede ser considerado como usuario PVD únicamente si emplea más de 2 horas frente a una interfaz gráfica.

En el análisis se debe considerar únicamente a aquellos que cumplen tal requerimiento debido a que usuarios por debajo de tal índice únicamente reducirán los índices.

P5) SEÑALE LAS CONFIGURACIONES QUE UTILIZA EN SU COMPUTADOR DE TRABAJO:

Tabla 18 Calidad- Filtros utilizados

Ajuste	Cantidad	Porcentaje
Brillo	164	70,1
Temperatura	52	22,2
Contraste	32	13,7
Saturación	0	0,0
Monocromático	20	8,5
Otros	4	1,7

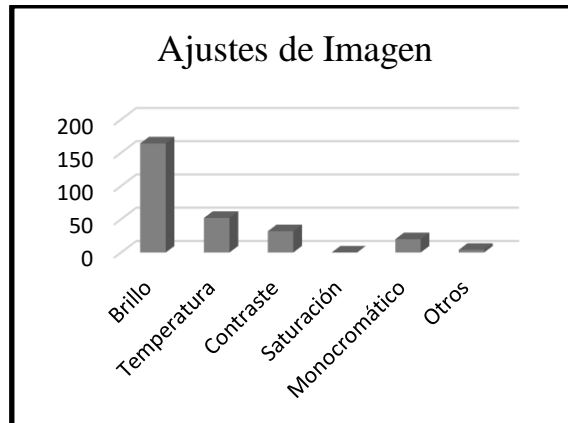


Figura 18 Ajustes de imagen de forma porcentual

P5) Análisis: El 70.1% de los encuestados utiliza el ajuste de brillo, es decir se limitan a la configuración promedio de los píxeles emitidos. Seguido del 22% de quienes utilizan filtros de luz azul o modo luz nocturna.

P6) SEÑALES ELEMENTOS FÍSICOS QUE UTILIZA PARA MITIGAR EL IMPACTO LUMINOSO:

Tabla 19 Elementos Mitigantes en receptor

Lentes	Cantida d	Porcentaj e
Antirreflejo	94	40,17
Filtro de color	4	1,71
Colirio humectante	39	16,67
Iluminación artificial	51	21,79
Iluminación natural	96	41,03
Ninguno	60	25,64

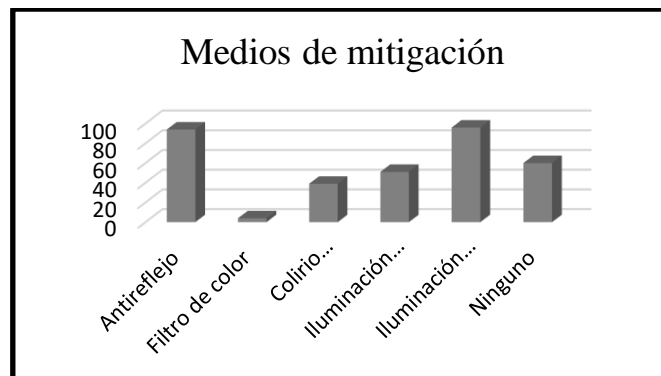


Figura 19 Medios de mitigación

P6) Análisis: El 41% ataca el medio mediante iluminación natural, mientras que el 40.2% utiliza lentes antirreflejo como protección en el receptor. Cabe resaltar que en la

Administración del Riesgo se ataca en orden jerárquico: a fuente, seguido del medio, y finalmente como última opción se da el equipamiento del usuario.

P7) ¿HA RECIBIDO CAPACITACIÓN SOBRE EL CUIDADO DE SU SALUD VISUAL, PARA DESEMPEÑARSE EN EL TRABAJO VIRTUAL?

Tabla 20 Capacitación

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Sí	21	8,97
No	213	91,03

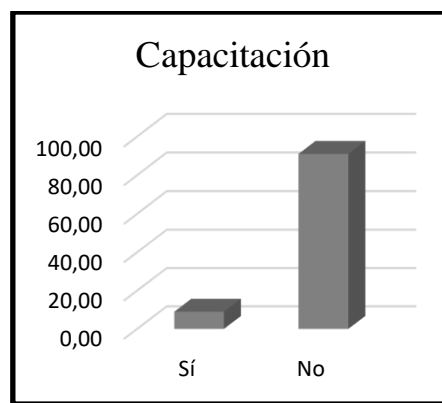


Figura 20 Capacitación docente

P7) Análisis: El 91% de los docentes afirman que la capacitación sobre el cuidado visual durante actividades virtuales ha sido inexistente por lo cual se hace evidente la difusión de directrices a generar mediante una capacitación. Tal dato confirma la inexistencia de regulaciones ante pandemias, debido a que no existen precedentes en el Ecuador.

P8) PADECE O CONSUME ALGUNA DE LAS SIGUIENTES OPCIONES:

Tabla 21 Potenciadores sistémicos

Padecimientos	Cantidad	Porcentaje
Diabetes	7	2,99
Hipertensión	20	8,55
Colesterol Alto	53	22,65
Tabaco	6	2,56
Artrosis	4	1,71

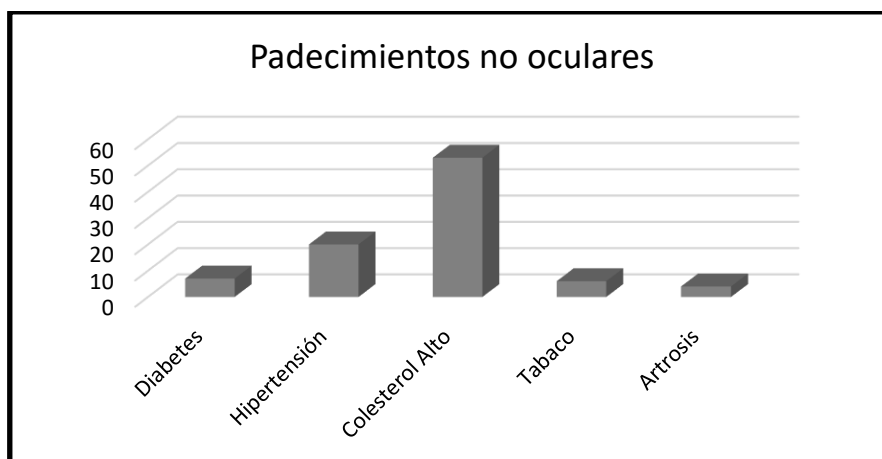


Figura 21 Padecimientos no oculares

P8) Análisis: Las afecciones sistémicas pueden potenciar las afecciones visuales, de igual forma el consumo de sustancias alcaloides estimula el cuerpo a nivel celular incluso hasta su destrucción. Posteriormente con las entrevistas a especialistas se confirmará que afecciones sistémicas potencian la degeneración ocular. La diabetes degenera la retina causando glaucoma o desprendimientos. La hipertensión sobre exige a los vasos sanguíneos dañando la conjuntiva. De Igual forma la artritis, influye en el daño del nervio óptico.

P9) SEÑALE MOLESTIAS QUE HAYA SENTIDO DEBIDO AL TRABAJO VIRTUAL, SELECCIONE SENSACIONES EXTRAOCULARES QUE HAYA SENTIDO DEBIDO AL TRABAJO VIRTUAL:

Tabla 22 Molestias iniciales en docentes

SÍNTOMA	# Personas	%
Ojo Seco	84	35,9
Fatiga	123	52,6
Cefalea	89	38,0
Enfoque Lento	63	26,9
Visión Borrosa	67	28,6
Irritación	170	72,6
Ardor	173	73,9
Dolor Ocular	41	17,5
Lagrimeo	65	27,8
Visión Doble	23	9,8
Fotofobia	80	34,2

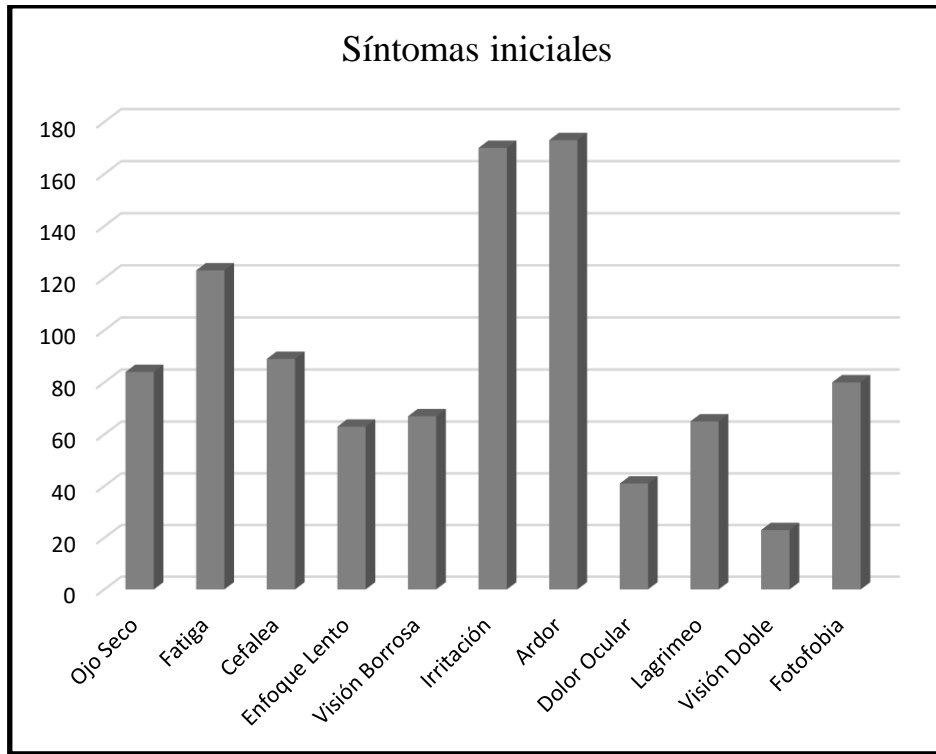


Figura 22 Síntomas iniciales

P9) Análisis: Las molestias iniciales pueden o no ser síntomas propios de una afección o molestias pasajeras asimilables por el sistema ocular. El 73.3% indica presencia de ardor, molestia vinculada con la conjuntivitis, y derivada de la falta de parpadeo y el área ocular expuesta. La resequedad en docentes de la UEG es potenciada debida al porcentaje de humedad de la serranía ecuatoriana.

P10) SEÑALE TRASTORNOS QUE HAYA SUFRIDO DEBIDO AL TRABAJO VIRTUAL

Tabla 23 Afecciones visuales en docentes

Tipo	Afección	Cantidad	%
Refracción	Miopía	118	50,43
	Hipermetropía	17	7,26
	Astigmatismo	98	41,88
	Presbicia	5	2,14
Daltonismo	Discromatopsia	4	1,71
Nervio	Glaucoma	20	8,55
	Cuerpos	3	1,28
	Cataratas	20	8,55
	Pterigión	2	0,85

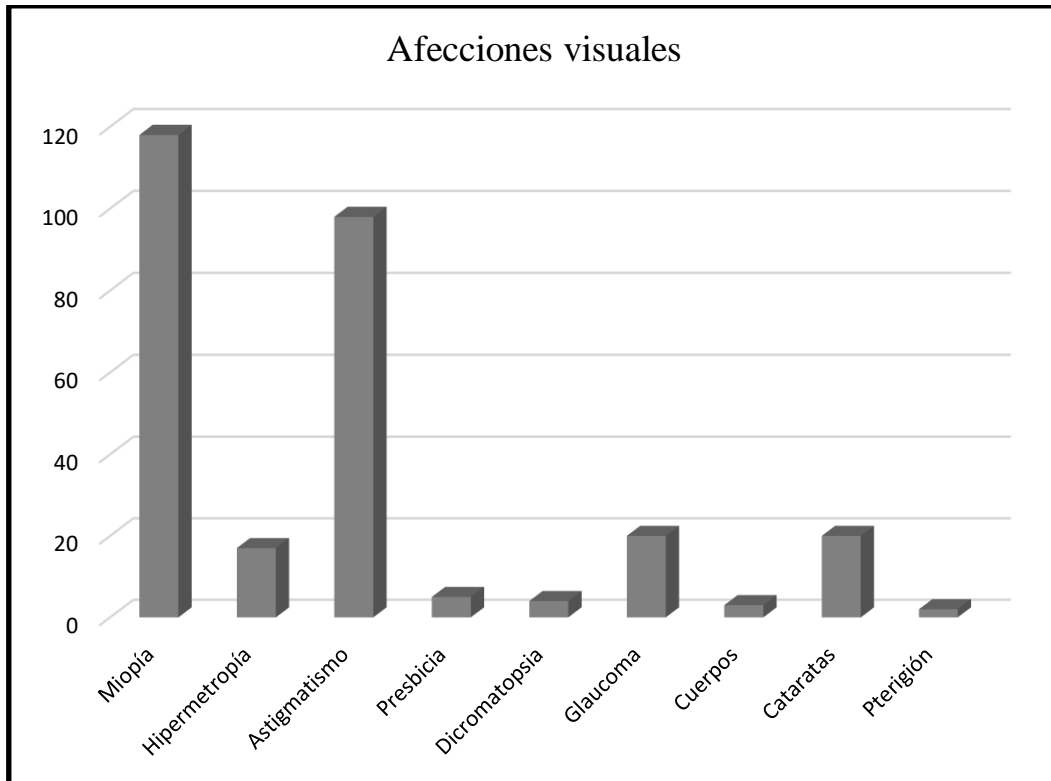


Figura 23 Afecciones visuales

P10) Análisis: Las principales afecciones visuales incluyen la miopía con 118 casos y el astigmatismo con 98 casos, esto debido a las actividades propias. La miopía causada principalmente por la lectura o visión a distancias cortas (<70cm); mientras que el astigmatismo se debe a la rugosidad del cristalino o córnea, propio de la degeneración por la edad.

Preguntas Especialistas

P1) ¿CÓMO HA INFLUIDO EL TRABAJO VIRTUAL EN SUS PACIENTES?

Tabla 24 Casos durante pandemia

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Incremento en los casos de miopía y síndrome de ojo seco.	Aumento del 35% en casos de miopía y astigmatismo. El uso de mascarilla promueve la resequead en los ojos.	Incremento en casos de alergias en esclerótica, casos de conjuntivitis.

P1) Análisis: Con la restricción domiciliaria, ha aumentado casos de miopía y ojo seco (uso de mascarilla), de igual forma astigmatismo, alergia en esclerótica y conjuntivitis.

P2) ¿SIRVEN LOS LENTES ANTIRREFLEJO?

Tabla 25 Respuesta a Lentes antirreflejo

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Sí, pero no son 100% efectivos contra la luz azul	Sí	Sí, pero deben ser complementados con corte azul.

P2) Análisis: El tinte anti reflejo únicamente varía la incidencia de destellos directos, más no elimina la luz azul. Por lo cual se requiere un lente con filtro azul.

P3) ¿SE DEBERÍA UTILIZAR GAFAS OSCURAS?

Tabla 26 Uso de lentes oscuros

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Sí, con capa de protección ultravioleta	No necesariamente, depende de la actividad a desarrollar.	Sí, debido a la ubicación de Tungurahua el sol y el frío seco resecan los ojos.

P3) Análisis: Durante el día los lentes oscuros ayudan al bloque de la cantidad de iluminación, de igual forma protege del aire seco.

P4) ¿CÓMO DEBERÍA SER UNA AULA DE CLASE?

Tabla 27 Diseño de un aula de clase

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Paredes y ventanas con relación 50% cada una.	Puede ser cerrada con iluminación artificial.	Tener buena iluminación, preferiblemente natural.

P4) Análisis: Los especialistas coinciden en que debe ser bien iluminada (natural o artificial). Sin embargo, Navas recomienda que la relación entre ventanas y paredes debe ser de 50%, y con incidencia de izquierda a derecha.

P5) ¿QUÉ FILTROS SE DEBERÍA USAR EN COMPUTADORA?

Tabla 28 Recomendaciones de filtros

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Filtro de luz azul + reducción de color.	Reducción de intensidad en el brillo.	Filtro de luz azul.

P5) Análisis: En conjunto se recomienda controlar el nivel de brillo, y la cantidad de luz azul. Únicamente Navas, recomienda la reducción de colores, en su explicación menciona la influencia del color en la memoria retiniana de las personas, así personas que tuvieron acceso únicamente a monitores monocromáticos tienen sueños sin color.

P6) ¿PUEDE LA LUZ ARTIFICIAL AFECTAR EL RITMO CIRCADIANO?

Tabla 29 Alteración en el ritmo circadiano

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Si, la prolongación de trabajo reduce el tiempo de descanso.	Sí, los periodos de actividad y descanso dependen de la estimulación de la luz azul.	Sí, el cerebro pierde sensibilidad a demasiados estímulos.

P6) Análisis: El ritmo circadiano depende totalmente de la luz azul, por lo cual una exposición prolongada elevará los niveles de cortisol. Lo cual afecta los picos creativos así como los espacios de descanso, en especial producción de la melanina para poder conciliar el sueño.

P7) ¿QUÉ AFECCIONES INFLUYEN AL DAÑO OCULAR?

Tabla 30 Afecciones no oculares

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Diabetes e hipertensión	Toda patología sistémica. La artrosis genera ojo seco, la diabetes afecta la retina al igual que la hipertensión.	La hipertensión causa ceguera; la insuficiencia renal.

P7) Análisis: Las afecciones sistémicas potencian el daño ocular, por lo cual dichas personas deberán llevar un cuidado superior.

P8) RECOMENDACIONES PARA CVS

Tabla 31 Recomendaciones CVS

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Usar lágrimas artificiales + lente de corte azul.	6-8 horas máximo, cumpliendo periodos de descanso 20-20-20.	Colirios + un uso de máximo 4 horas.

P8) Análisis: Una exposición controlada, sumado a una humectación continua, y filtros de luz azul.

El reposo 20-20-20, descansa la presión sobre músculos ciliares para el enfoque de córnea y cristalino.

P9) PRINCIPALES AFECCIONES

Tabla 32 Entrevista, principales afecciones

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Oclusiones vasculares retinianas		Queratitis, uveítis, escleritis. Queratocono, retinopatía diabética e hipertensiva.

P9) Análisis: Pese a la investigación bibliográfica, existen afecciones propias de la población de Tungurahua.

Adicionalmente a las preguntas, los especialistas indicaron las afecciones más comunes en la población de Tungurahua, así como los tratamientos generales en correspondencia a afecciones y síntomas iniciales.

Tabla 33 Afecciones Oculares

TIPO	AFECCIÓN	CAPA	CASOS	OPT	FAR	CIR
Refracción	Miopía	Fibrosa	118	X		
	Hipermetropía	Fibrosa	17	X		
	Astigmatismo	Fibrosa	98	X		
	Presbicia	Fibrosa	5	X		
Daltonismo	Discromatopsia	Nerviosa	4	X		
Nervio	Glaucoma	Nerviosa	20		X	
	Cuerpos	Nerviosa	3		X	
	Cataratas	Fibrosa	20			X
	Pterigión	Vascular	2		X	X

Tabla 34 Síntomas Iniciales

SÍNTOMA	CAPA	CASOS	OPT	FAR	CIR
Ojo Seco	Fibrosa	84		X	
Fatiga	Fibrosa	123		X	X
Cefalea	Fibrosa	89		X	
Enfoque Lento	Fibrosa	63	X		
Visión Borrosa	Fibrosa	67	X		
Irritación	Vascular	170		X	
Ardor	Vascular	173		X	X
Dolor Ocular	Nerviosa	41		X	
Lagrimo	Otra	65	X	X	
Visión Doble	Otra	23	X	X	
Fotofobia	Nerviosa	80		X	X
Carga Mental	Otra	-	-	-	-

P10) COMENTARIOS ADICIONALES

Tabla 35 Comentarios de especialistas

Dr. Eliomar Navas	Dr. Nelson Oviedo	Dra. María Díaz
Es imposible generar un tratamiento único para todo paciente con una misma afección. Dependiendo de su genética responderá de igual o mejor forma, o requerirá tratamiento adicional.	La capacidad de regeneración celular es intrínseca a la diversidad en el genoma de los padres. En el caso de los ojos, la magnitud de daño incrementa entre más interna sea la zona afectada, debido al orden anatómico proteico.	La estructura del ojo al igual que otros órganos es proteica externamente, vascular distribuida internamente y nerviosa internamente. Por lo cual el daño es más considerable en medida de su internalización.

P10) La cuantificación del daño no puede ser indicada directamente por las molestias o afecciones encontradas, pues la diferencia en la asimilación de cada persona es significativamente distinta por su herencia genética. Sin embargo, se puede dividir el impacto en función a los sistemas del ojo que hayan sido afectados así las capas fibrosa, vascular y nerviosa, en orden de internalización.

3.1.3) Desarrollo de la propuesta

OBJETIVO 1

DESCRIBIR COMPORTAMIENTO DE LUZ NO NATURAL, MECANISMOS DE LA FUNCIÓN VISUAL Y AFECCIONES OCULARES MÁS COMUNES

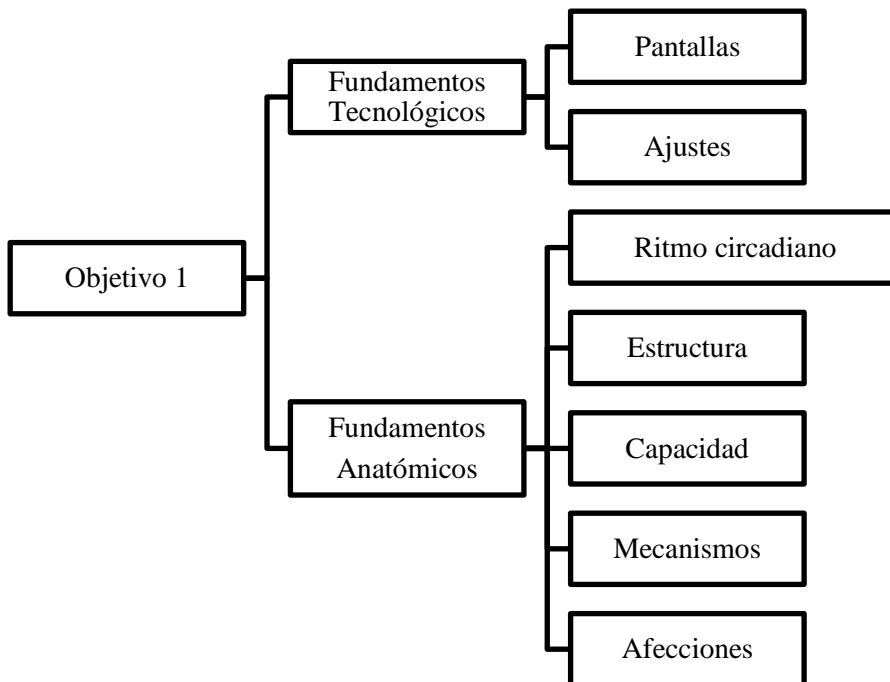


Figura 25 Objetivo 1

FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS

PANTALLAS DIGITALES

Monitor de Pantalla Plana - FPD (*Flat panel display*)

Interfaces de gráfica completa o de línea[68]. Las pantallas digitales se clasifican en 2 grupos principales: retroiluminación y emisión de luz. No dañan la imagen en esquinas debido a su geometría plana con píxeles activos[76].

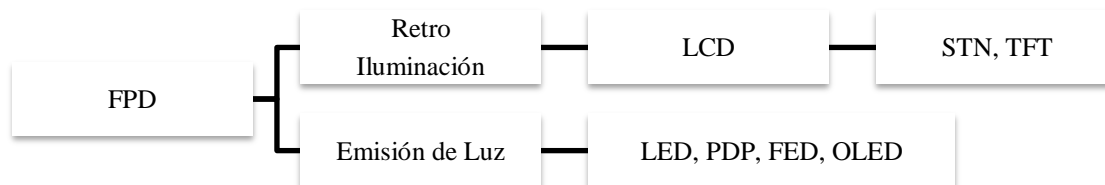


Figura 26 Pantallas digitales

Pantallas Retroiluminadas

Pantalla de Cristal Líquido - LCD (*Liquid cristal display*)

El LCD está formado por un filtro polarizador, un filtro de color, el cristal líquido, un segundo filtro polarizador, un vidrio posterior y por detrás la luz de iluminación sin polarizar [77]. Existen dos tipos de LCD: 1) *Matriz pasiva STN (Super twisted nematic)*: Dispositivos monocromáticos, algunas calculadoras incluso no requieren de retroiluminación [68]. 2) *Matriz activa TFT (Thin film transistor)*: dispositivo que tiene entre los polarizadores, capas de vidrio denominadas sustrato, y en medio de dichas capas se coloca el cristal líquido. [68].

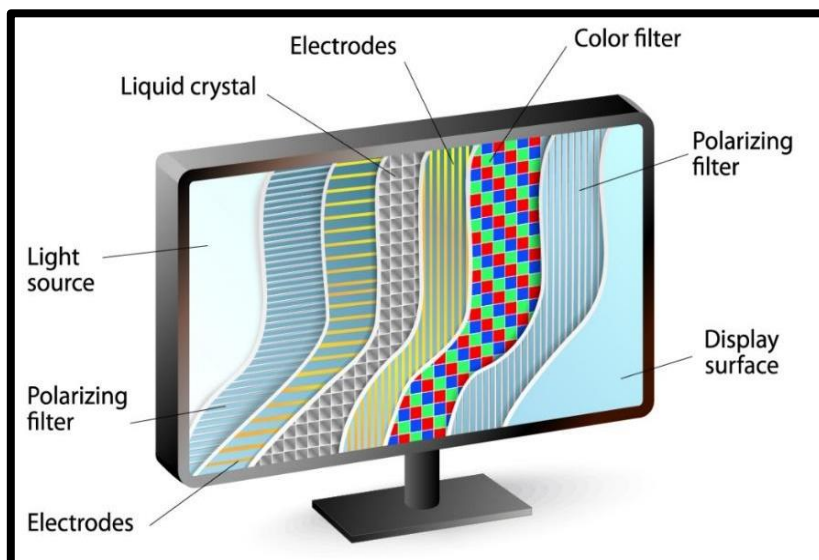


Figura 27 Partes de pantalla LCD, Fuente Samsung Smart TVs

Pantallas Emisoras de Luz

Diodo emisor de luz - LED (*Light emitter diode*)

Las pantallas led usan leds de distintos colores rojo, verde y azul que se encienden y apagan conforme la imagen lo requiera. Los leds son configurados en forma matricial; el color se genera en función del voltaje suministrado [78].

Plasma - PDP (*Plasma display panel*)

El plasma es un estado fluido similar al gaseoso en la cual las moléculas no poseen equilibrio electromagnético. Están formadas por celdas que contienen gas inerte (xenón, radón o neón). Cuando se genera una variación de voltaje, el gas se transforma en plasma; el gas estimulado emite radiación ultravioleta que excita el material fluorescente (óxido de magnesio) de las celdas [68].

Emisión de Campo - FED (*Field emission display*)

Usa electrones de campo para encender el fósforo en la imagen. Similares a las CTR, en lugar de disparar electrones desde un punto central; cada píxel dispone de un emisor pequeño capaz de emitir y atraer electrones a su sección [79].

Diodo orgánico emisor de luz - OLED (*Organic light emitting diode*)

Emplea elementos orgánicos (proteínas, enzimas) capaces de generar luz. Por su naturaleza tienen gran durabilidad en cuanto a colores rojo y verde, pero el azul tiene una vida corta. De igual forma en su resistencia es susceptible al agua [68].

AJUSTE DE IMAGEN

Conjunto de configuraciones propias para la imagen que da un dispositivo. De los ajustes en pantalla se pueden dividir en 3 aspectos fundamentales: La luminancia al ser una fuente de luz; la crominancia al emplear píxeles coloridos; y la nitidez.

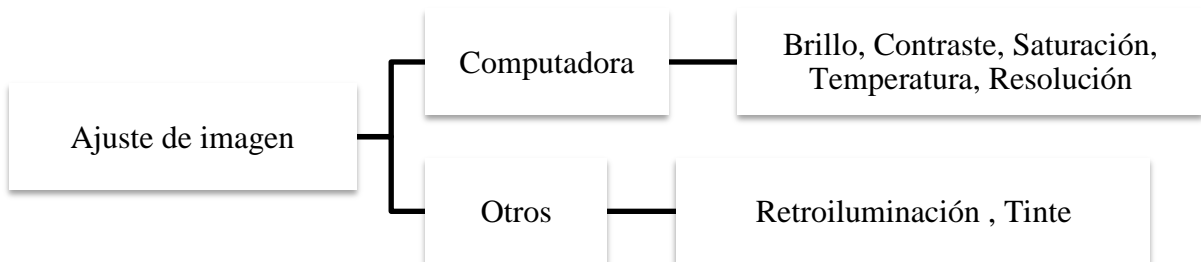


Figura 28 Ajustes de imagen

Brillo

Llamado control de negros, a diferencia de la retroiluminación que ocurre en la parte posterior de la pantalla actúa en la parte frontal. Es la luminancia de la pantalla; y se puede definir como el promedio de amplitud de los tres píxeles RGB[81]. En una computadora la creación de color se da un procesador de 8 bits, razón por la cual su rango RGB va desde 0 hasta 255 bits[82]. Una computadora tiene en promedio 750 nits de brillo, equivalente a 750 candelas/metro cuadrado; sin embargo el brillo al no ser un reflejo, debería ser considerada más propiamente como una Iluminancia, por lo cual los sensores datan unidades luxes [83].

$$\text{Brillo} = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (7)$$

Tabla 36 Luminancia por color RGB

Color	Rojo	Verde	Azul	Brillo	Luminancia
Blanco	1	1	1	1	255
Amarillo	1	1	0	0,89	226,95
Cian	0	1	1	0,7	178,5
Verde	0	1	0	0,59	150,45
Magenta	1	0	1	0,41	104,55
Rojo	1	0	0	0,3	76,5
Azul	0	0	1	0,11	28,05
Negro	0	0	0	0	0

Contraste

Llamada ganancia de video, es la diferencia entre la imagen más brillante y más oscura que se puede visualizar. En el caso de las imágenes en pantalla es la diferencia de luminancias entre un objeto y el fondo [80].

La *polaridad* es la configuración externa de contraste entre caracteres y fondo. La polaridad *positiva* tiene caracteres oscuros sobre fondo claro. La polaridad *negativa* dispone caracteres claros sobre fondo oscuro[84].

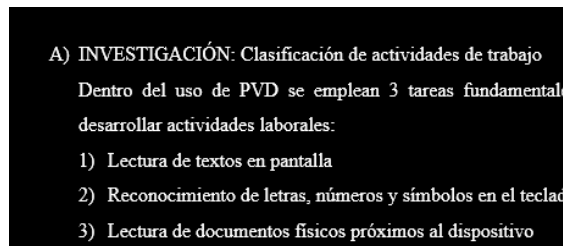


Figura 29 Polaridad negativa, por Andrés Salinas

Saturación

Llamado también color o grado de pureza, es el porcentaje energético que se aplica en el pixel para generar un color. La reducción de los colores no elimina la imagen, sino que genera una vista monocromática. La *cromaticidad* es la calidad de un color, independientemente de la luz a la que se exponga[85].

Comisión Internacional de Iluminación - CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*)

Representa matemática de 2 formas elementales en base a los leds usados [86]. La primera es la CIE xyz donde cada coordenada representa un color: rojo, verde y azul respectivamente. La segunda es la CIE xyY dónde **x** es rojo; **y** es verde; **Y** significa luminosidad.

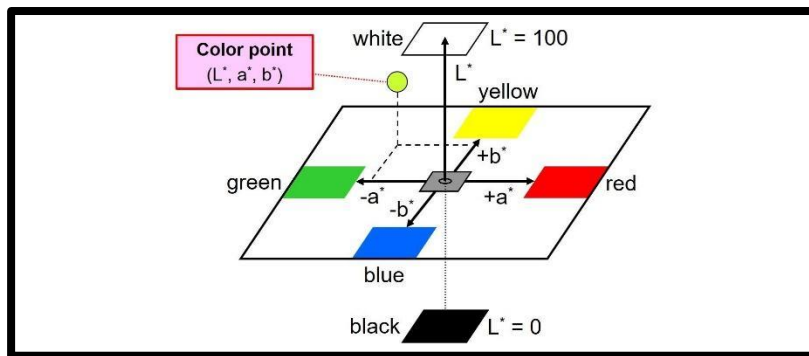


Figura 30 Modelo LAB, Fuente: Guía de Física Universidad del País Vasco

Temperatura

Es la configuración de la imagen de color diseñada para asimilar condiciones de calidez y frío perceptibles por el ojo humano. La temperatura corresponde al eje amarillo-azul del modelo LAB.

Park en su artículo “Efectos de la temperatura de color y el brillo en la actividad alfa del electroencefalograma en un diodo emisor de luz policromático”, establece que las condiciones de luz cálida relajan a los individuos, mientras que las tonalidades frías estimulan a los mismos[88].

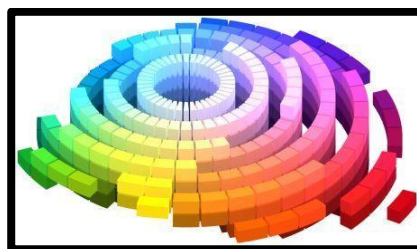


Figura 31 Ejemplos de colores, Fuente: Guía de Física del País Vasco

Nitidez

Llamada también resolución, es la configuración que atenúa los límites entre zonas oscuras y zonas iluminadas[89]. Su objetivo es difuminar líneas de separación entre objetos. Se define como el lujo de detalle espacial que tiene una pantalla, por lo cual sus unidades se miden en píxeles sobre unidades de longitud [90].

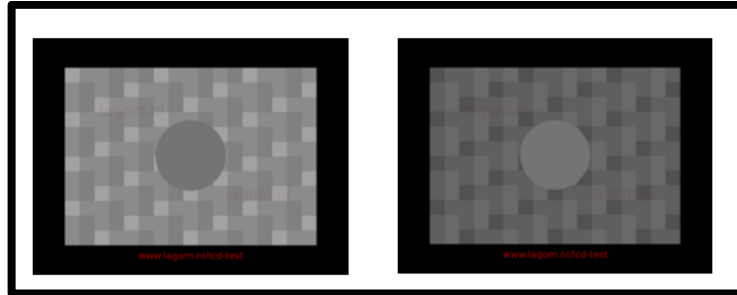


Tabla 37 Nitidez tonos, Fuente: Samsung Displays

Retroiluminación

Llamada también luz de fondo, a diferencia de las pantallas CTR que generan luz a partir de la fina capa de fósforo en su cristal; las pantallas planas requieren de una retroiluminación, que puede ser mediante lámparas fluorescentes o matrices [91].

Lámparas Fluorescentes de Cátodo Frío - CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp)

Emiten luz mediante una resonancia paramagnética electrónica. Tal resonancia emplea campos magnéticos que cambian el número cuántico spin de electrones[92].

Diodo Emisor de Luz – LED (Light emitting diode)

Usa diodos blancos que se basan en leds azules recubiertos de fósforo para dar la apariencia de blanco [68]. Existen distintas configuraciones: (*Edge*), distribución en forma rectangular alrededor del cuadro de imagen; (*Direct*), se localizan los leds matricialmente, pero con distancia entre ellos; (*Full Array*): Los leds se colocan de forma matricial[93].

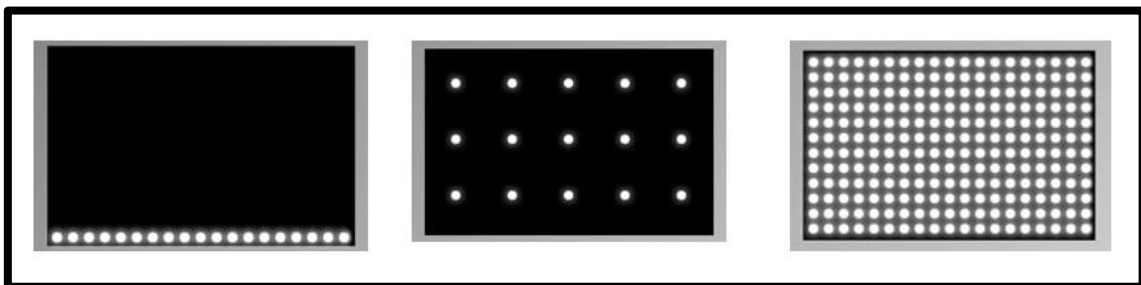


Figura 32 Leds Edge, Direct y Full, Fuente Samsung Displays

Tinte

Similar a la temperatura con un desfase de 90°. Mientras la temperatura se mueve sobre el eje amarillo-azul, el tinte o tono, es el desfase de la componente saturación a lo largo del eje rojo-verde.[86] [80].

Parpadeo

Es el tiempo de respuesta que tarda una célula en cambiar de estado activo a inactivo y nuevamente a activo. Se mide en milisegundos o en su defecto en Hertzios si se trata de la frecuencia [94].

FUNDAMENTOS ANATÓMICOS

RITMO CIRCADIANO

Es el conjunto de cambios físicos, psíquicos y de conducta que cumple el cuerpo humano en un lapso de 24 horas. Los ritmos circadianos dependen de la luz solar y actúan sobre la generación de hormonas, hábitos de alimentación y digestión, y la temperatura del cuerpo [19]. Los cambios pueden producir afecciones como sobrepeso, diabetes, hipertensión, afecciones mentales (estrés, ansiedad, depresión, bipolarismo, afección estacional)[95].

ESTRUCTURA DEL OJO

El ojo es el órgano que permite el proceso de visualización. Localizado en las cuencas oculares, evolutivamente se dispone de 2 en el caso de los mamíferos [36]. El globo ocular presenta una estructura casi esférica, con un radio de 12 mm en hombres, 8.5mm en niños y 10.5 en adolescentes [96]. El globo ocular está formado por 3 capas semipermeables principales [97]:

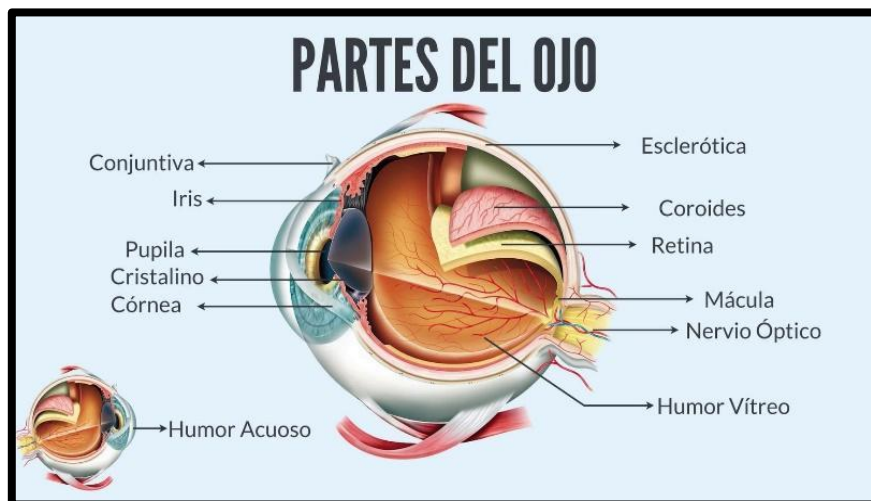


Figura 33 Partes del ojo humano, Fuente: Anatomía Juan García

Capa fibrosa

Es una cápsula que protege al ojo [96]. La *esclerótica* es la cápsula dura y opaca que encierra en contenido ocular. Su estructura se basa en tejidos fibrosos de colágeno (75%), que permiten una acción elástica ante la variación de presión intraocular. La *córnea* es una estructura de alta densidad de fibra, sus tejidos son distribuidos paralelamente para permitir el paso de luz. Internamente la córnea encierra el humor acuoso, y en el exterior es lubricada por lágrimas [100].

Capa vascular

La *coroides* es una capa marrón oscura que recubre la retina, se conecta a la esclerótica. Su color oscuro evita reflejos luminosos internos. El *cuerpo ciliar* es una extensión del iris, que se contrae y relaja para el proceso de acomodación. El *iris* es el diafragma que regula el paso de la luz hacia la retina por medio de un orificio central, la pupila; su forma no es plana sino abombada debido a la acción del cristalino.

Capa nerviosa

Es una capa nerviosa que se localiza dentro del globo ocular entre la coroides por fuera y la membrana hialoidea del cuerpo vítreo por dentro. En la parte trasera, la retina se une con el nervio óptico mediante la papila. A medida que la retina se acerca a la parte frontal, se vuelve más delgada hasta unirse con el cuerpo ciliar. Está formada por células fotorreceptoras (4-5 millones de conos y 80-100 millones de bastones)[96][51]. Las células fotorreceptoras están cubiertas de rodopsina para bastones y conopsina para conos, que son pigmentos sensibles a la luz presentes en los mamíferos [101]. La *mácula* es una zona oval de color amarillo, que incluye la fovea central donde se da la visión central[102].

Tabla 38 Porcentaje de conos

Tipo de Cono	Porcentaje	Pigmento
Rojo	64%	Cianolabe
Verde	32%	Clorolabe
Azul	2%	Critolabe

De igual forma para su movilidad el ojo cuenta con 6 músculos. Recto superior, recto inferior, recto lateral, recto interior, oblicuo superior y oblicuo superior.

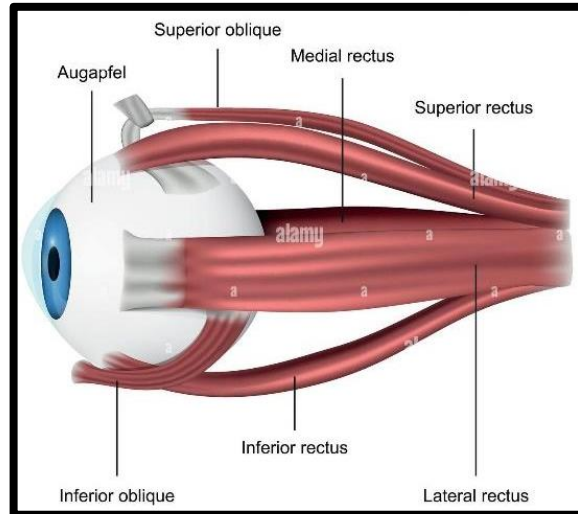


Figura 34 Músculos del ojo, Fuente: Medline Plus

CAPACIDAD VISUAL

Corresponde a las características propias de un ser para visualizar y enfocar objetos; tal capacidad depende de la especie y de la edad[104].

Agudeza visual

Es la habilidad de una persona para visualizar objetos iluminados adecuadamente. Se tiene 3 tipos de examen: distancia, cercanía y colores. Para optotipos a distancia se emplea una cartilla Snellen a una distancia de 6 metros (20 pies). Para optotipos cercanos, se emplea una cartilla a 33 cm[105].

Estereopsis

Cada ojo percibe un rango angular diferente, por lo cual no ven lo mismo. Sin embargo, el cerebro interpreta la conjunción de ambas percepciones (horóptero). Entonces se puede definir la estereopsis como el proceso de superposición de imágenes generadas por 2 ojos, que permite la percepción de la profundidad[106].

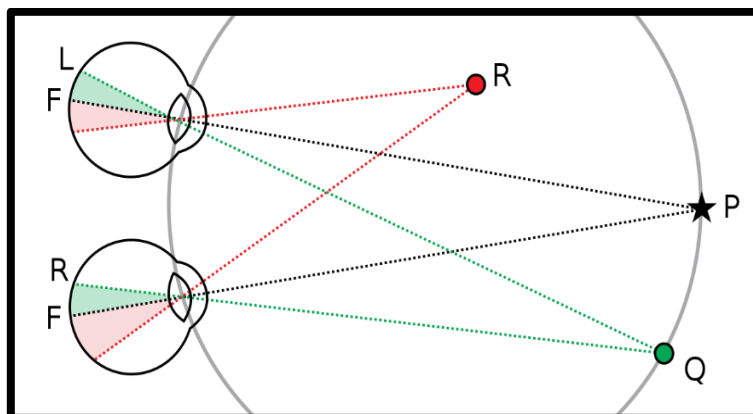


Figura 35 Visión estereoscópica, Fuente: Anatomía de Juan García

Campo visual

Son los espectros de percepción (longitudes angulares) que es capaz de percibir una persona mientras mantiene fija su visión central perpendicular al torso. Debido a que cada ojo percibe un lado específico, la visión central está limitada en un rango angular menor, en comparación con el rango total de percepción visual[107].

Plano Sagital

- Línea visual central [0°]
- Línea visual normal de pie [-10°]
- Rotación óptima del ojo [-30° a -25°]
- Límite de discriminación cromática [-40° a -30°].

Plano horizontal

- Agudeza visual máxima [$\pm 1.5^\circ$]
- Zona de Lectura [$\pm 10^\circ$]
- Reconocimiento de símbolos [$\pm 20^\circ$]
- Discriminación de colores [$\pm 30^\circ$]
- Visión binocular [$\pm 60^\circ$]
- Visión periférica monocular [0 a 94°].

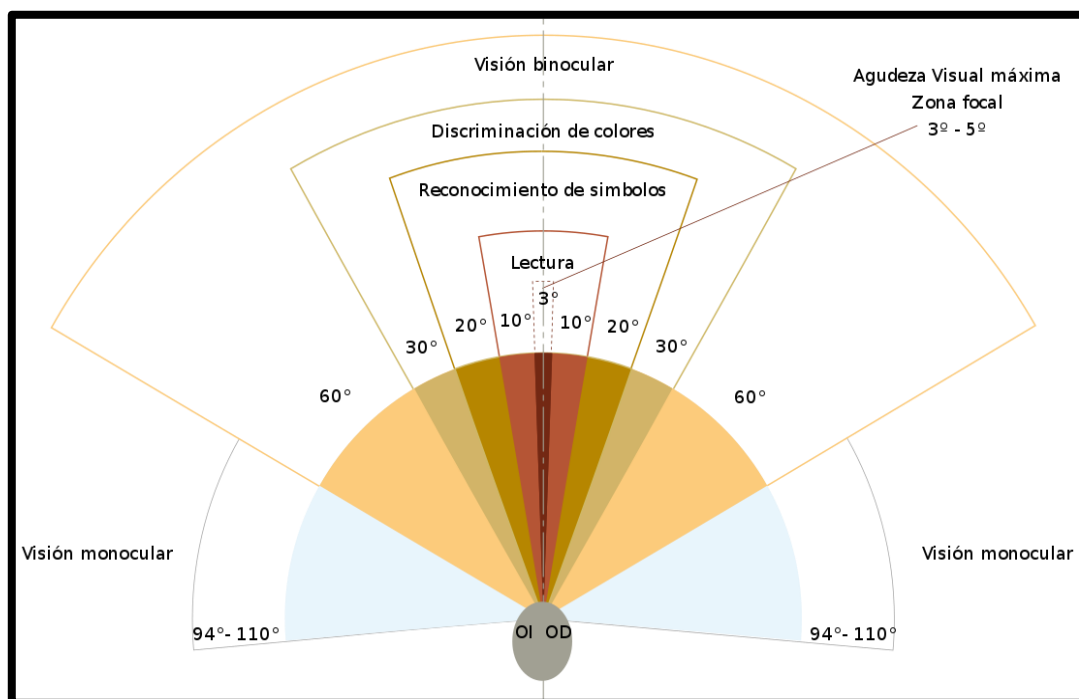


Figura 36 Campo horizontal, Fuente: Anatomía de Juan García

Sentido cromático

Capacidad de reconocer colores en función a la longitud de onda reflejada. Se pueden identificar los colores con aproximaciones estimadas[51]. El sistema visual humano percibe de 7 a 8 millones de colores. Las pantallas digitales generan 16,7 millones de colores[62][109].

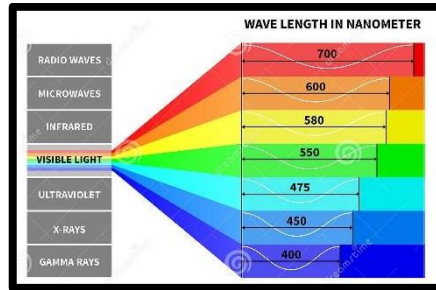


Figura 37 Rangos visibles, Fuente: Física 2 Serway

Sentido luminoso

Es la capacidad del ojo para adaptarse a la luz disponible. El regulador del paso de la luz en los ojos es el iris, que se cierra o expande dependiendo de la cantidad de luz incidente[110].

Tabla 39 Sentido luminoso

LUMINANCIA A candela/m ²	CÉLULAS	VISIÓN
100000	CONOS	FOTÓPICA
10000		
1000		
100		
10	COMBINACIÓN	MESÓPICA
1		
0,1		
0,01	BASTONES	ESCOTÓPICA
0,001		
0,0001		
0,00001		
0,000001		

MECANISMOS DE VISUALIZACIÓN

Sistema óptico

Llamado también dióptrico ocular es un conjunto de superficies con índices refractivos diferentes. Incluye la córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo, que en total actúan

como una lente de 60 dioptrías[60]. De igual forma que un lente de cristal, el ojo a su vez está formado por lentes con distintas formas[111].

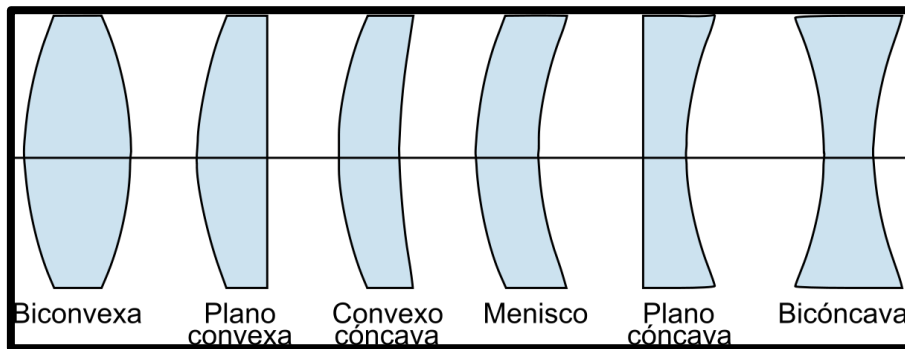


Figura 38 Tipos de Lentes, Fuente: Óptica Fisiológica, Universidad de Valencia

En la juventud el ojo presenta un radio de curvatura vertical menor que el horizontal, que va cambiando durante la vejez. Es por ello por lo cual la hipermetropía y la presbicia son más común en personas mayores.

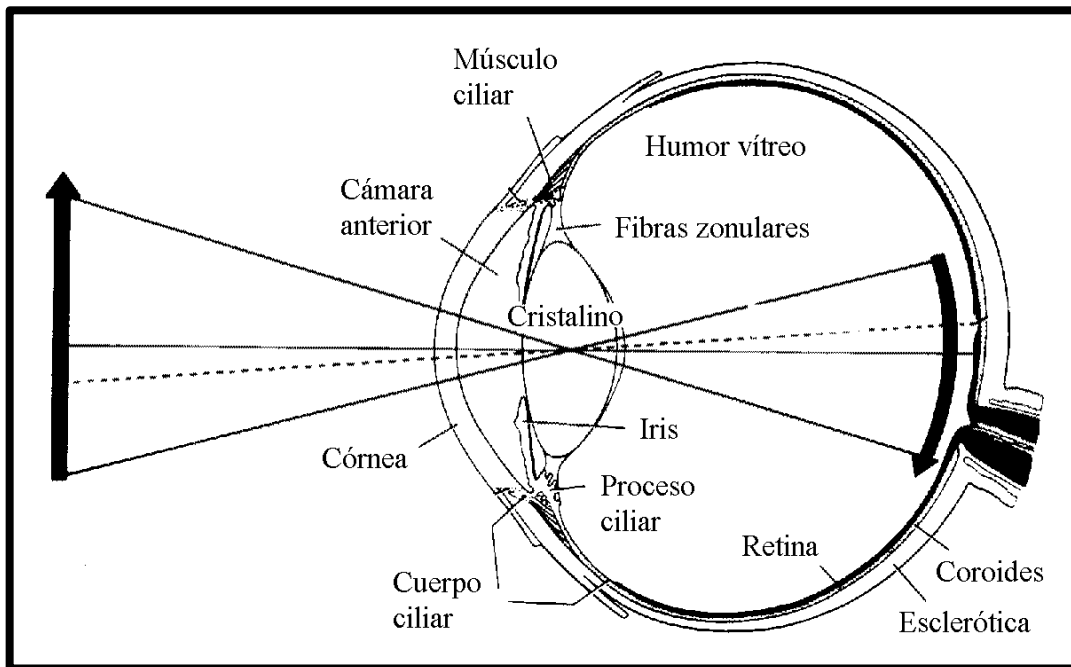


Figura 39 Sistema óptico, Óptica fisiológica, Universidad de Valencia

Potencia Equivalente

Es la habilidad del sistema para reflejar los rayos de incidencia [60]. Considerando el radio de curvatura, el índice de refracción del medio y de la curva, se puede determinar la potencia equivalente mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{n' - n}{r} \quad (8)$$

Pero en el caso de lentes con superficies dobles se presenta un espesor, mediante la siguiente ecuación [99]:

$$P = P1 + P2 - \frac{d}{n} P1 \cdot P2 \quad (9)$$

Dónde

d: espesor en metros

n: índice refractario frontal

Tabla 40 Propiedades Refractivas del ojo, Fuente Óptica Fisiológica, Universidad de Valencia

MEDIO	ÍNDICE REFRACTIVO	TIPO DE LENTE	REFRAC.	REFRAC. TOTAL	RAD.
Córnea Frontal	1.376	Convexo	48.2 dioptrías	43 dioptrías	7.8 mm
Córnea Posterior	1.336	Cóncavo	-5.8 dioptrías		6.8 mm
Cristalino Frontal	1.386-1.406	Convexo	8.3 dioptrías	22 dioptrías	10.2 mm
Cristalino Posterior	1.42	Convexo	13.7 dioptrías		6.1 mm
Humor Acuoso	1.336	Ninguno	-	-	-
Humor Vítreo	1.336	Ninguno	-	-	-

Filtro Regulador de luz

Iris es un diafragma que regula el paso de luz. La pupila es el área para variar, pero en realidad constituye un espacio vacío. El diámetro de la pupila puede variar entre 2 y 8 mm según las condiciones funcionales del ojo respecto a la intensidad de luz.

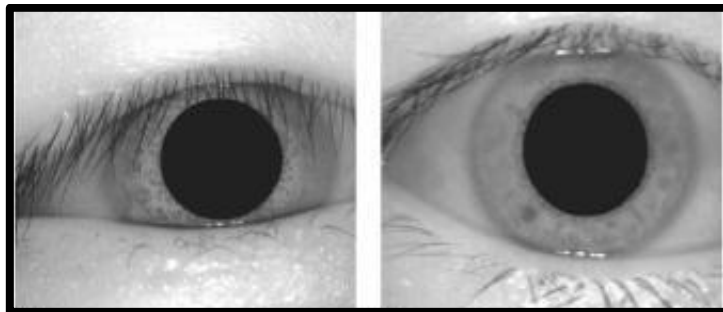


Figura 40 Variación del área del iris, Fuente: Anatomía de Juan García

El proceso de abrirse se denomina **midriasis** mientras que el cerrarse **miosis**. Cuando el objeto a visualizar está más cerca (vista próxima) se cierra lo que genera información más

precisa. El paso de luz también se ve reducido debido a la diferencia céntrica de la pupila de entrada y salida (aproximadamente 0.5mm).

Tabla 41 Diámetro de Iris por edad

Edad	Diámetro (Luz)	Diámetro (Oscuridad)
10	4.8mm	7.6mm
25	3mm	6mm
45	4mm	6.2mm
80	3.4mm	5.2mm

Creación de imagen

Los *Conos* perciben el color-luz diurna. Existen 3 tipos de conos rojo, verde y azul; con un porcentaje de 65%, 32% y 2% respectivamente. Por lo cual se puede inferir que el color rojo es el adecuado para la visualización, por contrapartida el azul es apenas perceptible[103]. Los *bastones* perciben forma-luz nocturna; son más abundantes que los conos (20:1) y pueden sentir hasta 3 fotones[113][60].

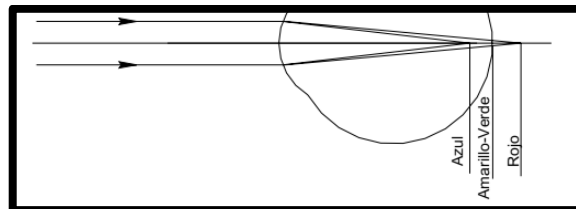


Figura 41 Dispersión de luz en el ojo, Fuente: Óptica Fisiológica, Universidad de Valencia

Debido al fenómeno de dispersión (Ley de Snell); el color óptimo para incidir sobre la mácula es el amarillo-verde natural. Evolutivamente se debe a los colores propios de la naturaleza verde en plantas y amarillo-ocre en tierra.

Por su parte el color azul cae por delante; esto debido a que la luz violeta tiene un índice de refracción mayor. El rojo por detrás, debido justamente a una longitud de onda más grande. El ojo emétrope se vuelve hipermétrope con la luz roja y el ojo se vuelve miope con luz azul.

- El individuo miope ve mejor los objetos sobre fondo rojo. Razón por la cual algunos cines llevan dicho color en sus asientos para mejorar la visión de la pantalla a distancia.
- El individuo hipermétrope lo hace con un fondo verde. De igual forma las cámaras cinematográficas en su mayoría son diseñadas para capturar imágenes a distancia

y amplias; pero si se requiere emplear CGI, es necesario una imagen cercana nítida por lo cual se usan fondos verdes, y azules para imágenes muy cercanas.

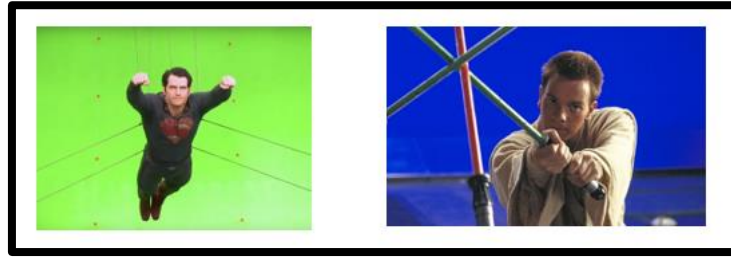


Figura 42 Fondo verde - media distancia y Fondo azul – corta distancia, Fuente CINEMARK

AFECCIONES VISUALES

Existen varias afecciones visuales[115]. En Ecuador específicamente en la Provincia de Tungurahua se encuentra que las afecciones más comunes son:

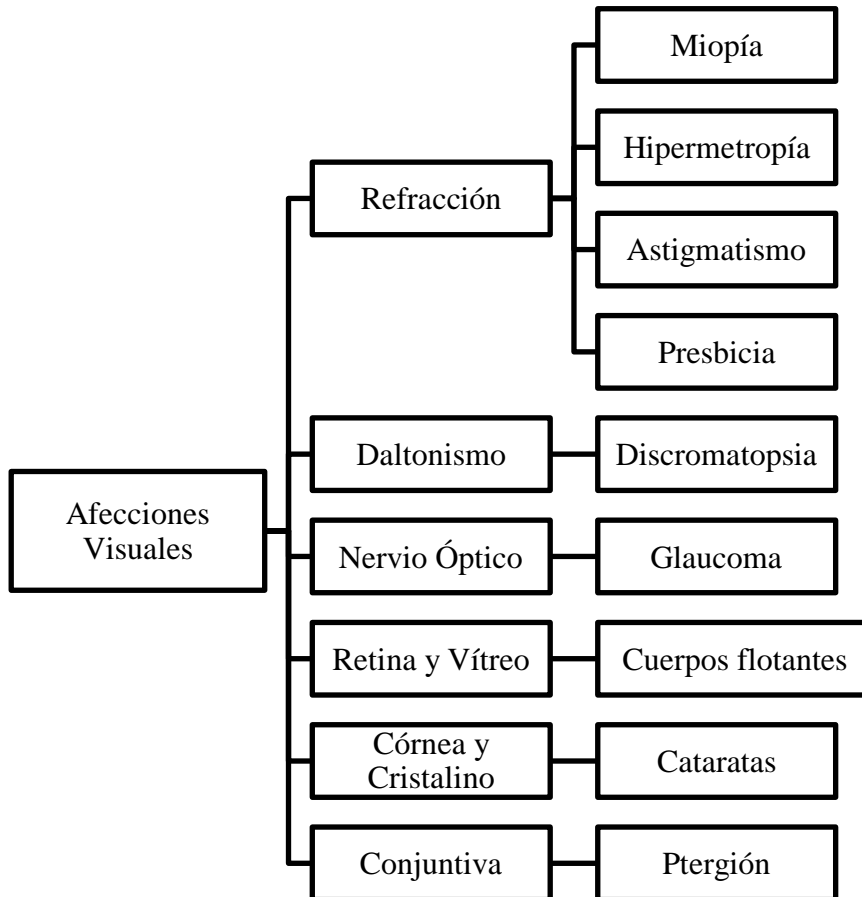


Figura 43 Afecciones Oculares

Miopía

Afección visual que dificulta la visión de objetos a distancia larga. El bulbo ocular se deforma alargada mente, la imagen proyectada recae al frente de la retina. Se corrige con lentes bicóncavas; por cada milímetro de desfase se requiere una corrección de 1.4

dioptrías. De acuerdo a la enciclopedia de la OIT, los exámenes para personas con afecciones refractivas deberían realizarse de 0.6 a 0.7 metros[51].

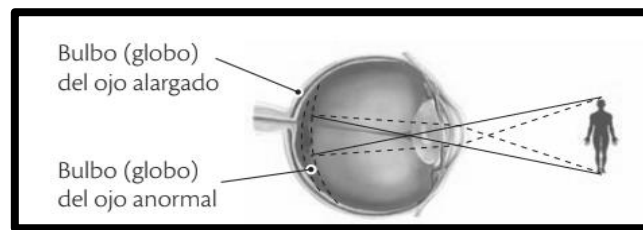


Figura 44 Ojo miope, Fuente Anatomía de Juan García

A nivel mundial menos del 2% de la población nace miope. Dicha afección es casi inexistente en sociedades sin educación (esquimales o tribus africanas); pero aumenta proporcionalmente a la cantidad de educación, debido al estrés en los músculos que controlan el cristalino y la presión que se acumula en el ojo.

Tabla 42 Miopía por edades

Edad	Porcentaje de Miopía
5-6 años	1.6%
7-8 años	4.4%
9-10 años	8.7%
11-12 años	12.5%
13-14 años	14.3%

Hipermetropía

Es una afección que limita la visión cercana; generalmente se da en la tercera edad, pero su origen es hereditario (los niños no lo sienten debido a la elasticidad del cristalino). Si el bulbo se deforma acortándose, la imagen recae detrás de la retina; se corrige con lentes biconvexas [116].

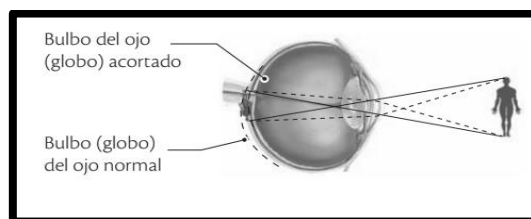


Figura 45 Ojo Hipermetrope, Fuente: Anatomía de Juan García

Astigmatismo

Se produce cuando la curvatura de la córnea o del cristalino no es uniforme, es decir las líneas de incidencia no tienen un mismo ángulo, respecto a la línea central. Se corrige con ayuda de lentes cilíndricas[117].

Presbicia

Similar al astigmatismo, es la dificultad para enfocar objetos cercanos; pero su causa es distinta. Mientras el astigmatismo se debe a una forma reducida propia del ojo, la presbicia se debe a la pérdida de elasticidad[118].

Daltonismo o Discromatopsia

Afección que impide la percepción de cierto tipo de color. Se debe a un fenómeno físico denominado aberración cromática, y se produce cuando la incidencia de rayos de luz sobre una lente descompone la luz en colores, pero éstos no recaen sobre un mismo punto[119].

Tabla 43 Discromatopsia en el mundo

Discromatopsia	Hombres	Mujeres
Protanopia	1.3%	0.02%
Deuteranopia	1.2%	0.01%
Tritanopia	0.001%	0.03%

Protanopía: Falta de conos retinianos receptores de color rojo. El eritrolabe se reemplaza por clorolabe, es decir se acentúa el color verde[120].

Deuteranopía: Falta de conos retinianos receptores de color verde. El clorolabe se sustituye por eritrolabe, por lo cual se puede apreciar más gamas de color rojo[120].

Tritanopía: Falta de conos retinianos receptores de color rojo. A diferencia de la Protanopía y la Deuteranopía, los conos azules no son reemplazados[120][121].



Figura 46 Discromatopsia, Fuente: Medline Plus

Glaucoma

Incremento continuo de la presión intraocular. Cuando la permeabilidad de la esclerótica se afecta, el líquido no puede salir y causa un aumento de volumen[122].



Figura 47 Vista de glaucoma, Fuente Medline Plus

Cuerpos o Miodesopsias

Similares a telarañas flotantes, son residuos que se desprenden de la capa de fibras colágenas del humor vítreo.

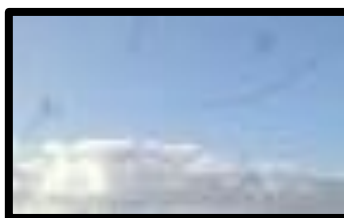


Figura 48 Cuerpos flotantes, Fuente: Medline Plus

Cataratas

Afección que opaca al cristalino. Principalmente se causa debido a la vejez o golpes que hayan degenerado el buen funcionamiento celular; al verse alteradas la síntesis de proteínas falla y por ende las nuevas células pierden transparencia[124][125].



Figura 49 Catarata. Fuente: Medline Plus

Pterigión

Tumor no cancerígeno que se forma desde los extremos de la conjuntiva y puede llegar a la córnea. Generalmente está alimentado de vasos sanguíneos visibles[100].

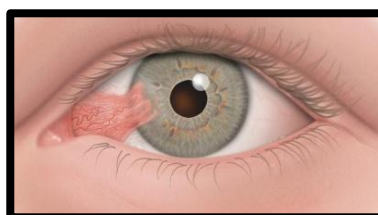


Figura 50 Pterigión, Fuente: Medline Plus

OBJETIVO 2
EVALUAR RIESGOS CAUSADOS POR LA SOBRECARGA DE
MAGNITUDES DE LUZ NO NATURAL SOBRE MECANISMOS DE LA
FUNCIÓN VISUAL
K1) INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN MÉDICA

Los datos médicos únicamente pueden ser aplicables si son de fuentes calificadas, en el caso del presente proyecto requiere de especialistas médicos; en cuanto a la clasificación del daño, pese a que una afección o molestia puede tener varios tratamientos se considerará el más grave (escenario pesimista) [126].

Afecciones Oculares

Primero se consideran las enfermedades reconocidas como tal, pues corresponden a los puntos finales más graves.

Tabla 44 Afecciones Oculares-Daño

TIPO	AFECCIÓN	LIGERO	DAÑINO	EXTREMO
Refracción	Miopía	X		
	Hipermetropía	X		
	Astigmatismo	X		
	Presbicia	X		
Daltonismo	Discromatopsia	X		
Nervio	Glaucoma		X	
	Cuerpos		X	
	Cataratas			X
	Pterigión			X

Análisis: Los daños de cada afección son dados por la entrevista a especialistas, en aquellos casos cuyo daño varía entre dos magnitudes, se considera la más grave debido a la exigencia pesimista de KOLLURU.

Tabla 45 Afecciones Oculares-Probabilidad

TIPO	AFECCIÓN	CASOS	%	PROB.	BAJA	MEDIA	ALTA
Refracción	Miopía	118	50,43	0,504			X
	Hipermetropía	17	7,26	0,073		X	
	Astigmatismo	98	41,88	0,419			X
	Presbicia	5	2,14	0,021		X	
Daltonismo	Discromatopsia	4	1,71	0,017		X	
Nervio	Glaucoma	20	8,55	0,085		X	
	Cuerpos	3	1,28	0,013		X	
	Cataratas	20	8,55	0,085		X	
	Pterigión	2	0,85	0,009		X	

Análisis: Las probabilidades de ocurrencia de afecciones provienen de las encuestas a

docentes y son calculadas mediante su índice (tanto por uno), posteriormente clasificadas mediante los índices de Dizam.

Tabla 46 Afecciones Oculares-Impacto

		DAÑOS		
		LD	D	ED
PROBABILIDAD	B			
	M	Hipermetropía, Presbicia, Discromatopsia,	Glaucoma, Cuerpos Flotantes	Cataratas, Pterigión
	A	Miopía, Astigmatismo		

Análisis: Al combinar los datos anteriores en una matriz de doble entrada, se puede representar el impacto que tienen las afecciones en la salud de los docentes.

Síntomas iniciales

Una molestia toma el nivel de síntoma cuando conjuntamente con otras molestias degeneran en una afección. De igual forma la carga mental no puede ser cuantificada por oftalmólogos pues se debería recurrir a otras especialidades como la psiquiatría.

Tabla 47 Síntomas Iniciales-Daño

SÍNTOMA	LIGERO	DAÑINO	EXTREMO
Ojo Seco		X	
Fatiga			X
Cefalea		X	
Enfoque Lento	X		
Visión Borrosa	X		
Irritación		X	
Ardor			X
Dolor Ocular		X	
Lagrimeo		X	
Visión Doble			X
Fotofobia			X

Análisis: De forma similar a las afecciones se clasifica su daño en función al más pesimista dado por el especialista.

Tabla 48 Síntomas Iniciales-Probabilidad

SÍNTOMA	CASOS	%	PROBABILIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
Ojo Seco	84	35,9	0,359			X
Fatiga	123	52,6	0,526			X
Cefalea	89	38,0	0,380			X
Enfoque Lento	63	26,9	0,269			X
Visión Borrosa	67	28,6	0,286			X
Irritación	170	72,6	0,726			X
Ardor	173	73,9	0,739			X
Dolor Ocular	41	17,5	0,175			X
Lagrimeo	65	27,8	0,278			X
Visión Doble	23	9,8	0,098		X	
Fotofobia	80	34,2	0,342			X

Análisis: Los datos de probabilidad corresponden al tanto por uno de las encuestas a docentes. De igual forma su clasificación depende de lo estipulado por Nizam.

Tabla 49 Síntomas Iniciales-Impacto

		DAÑOS		
		LD	D	ED
PROBABILIDAD	B			
	M			Visión Doble
	A	Enfoque Lento, Visión Borrosa	Ojo Seco, Cefalea, Irritación, Dolor Ocular, Lagrimeo	Fatiga, Ardor, Fotofobia

Análisis: En la matriz impacto, se identifica que como aspectos a corregir inmediatamente se encuentra la fatiga, el ardor y la fotofobia.

INVESTIGACIÓN TÉCNICA

Tipo de actividades

Las actividades presenciales de docencia presencial han debido cambiarse. Los docentes de la Unidad Educativa Guayaquil emplean las PDV para visualización de clases dirigidas, la introducción y procesamiento de textos; adicionalmente los alumnos y docentes deben emplear textos impartidos por el Ministerio de Educación[127]. Dentro del uso de PVD se emplean 3 tareas fundamentales al momento de desarrollar actividades laborales[62]:

- Lectura de textos en pantalla
- Reconocimiento de letras, números y símbolos en el teclado
- Lectura de documentos físicos próximos al dispositivo

Por lo cual se debe considerar el continuo cambio contraste al pasar entre la pantalla, el teclado y los documentos. Generando una variación constante en la luminancia de visión central, así como el acomodamiento de cristalino.

Por su parte el desarrollo de actividades digitales de la UEG está regido por las disposiciones del Ministerio de Educación, por lo cual el sistema operativo oficial es Windows 7 o superior[128]. De tal forma que las directrices estarán destinadas para tal sistema. Paralelamente las directrices podrán ser aplicables bajo modificaciones a dispositivos móviles con sistemas operativos Android.

Ajustes de imagen

Las pantallas laptop carecen de la configuración sobre retroiluminación y tinte. Por lo tanto, el estudio se centrará en aquellas configuraciones accesibles para los usuarios de ordenadores[77].

Tabla 50 Ajustes de imagen existentes, por Samsung GC

AJUSTE	TELEVISIÓN	LAPTOP	CELULAR
Retroiluminación	X		
Brillo	X	X	X
Contraste	X	X	X
Saturación de color	X	X	
Tinte	X		
Temperatura	X	X	X
Nitidez o Resolución	X	X	

Análisis: En base a los datos obtenidos por encuesta a docentes se tiene que los ajustes de imagen más usados por los encuestados son: brillo y temperatura. La nitidez (resolución) en su mayoría viene dada por configuración de fábrica (suele ser la máxima), por lo cual no se considerará para el estudio[90]. De igual forma la opción Monocromaticidad corresponde a una variación de la saturación con composición vectorial (0,0,0).

En consecuencia, se considerará las configuraciones Brillo, Temperatura, Contraste y Saturación de color. Aunque los dispositivos como celulares y tabletas electrónicas no disponen de una configuración para calibrar el color directamente; existen aplicaciones que permiten tal configuración[129]. En cuanto a las demás configuraciones cuya existencia es predominante en televisores, se descarta debido a que su uso no es indispensable en las actividades de docencia en la UEG.

INVESTIGACIÓN RELACIONAL

Los síntomas iniciales pueden ser simples molestias o precursores de una posible afección ocular. Tal aspecto puede ser determinado únicamente por el especialista en una historia clínica, por lo cual su relación con los ajustes de imagen no puede ser directa, sino que se pueden vincular mediante las zonas (capas) que se ven afectadas; tales zonas especificadas en la investigación médica también indican la susceptibilidad.

La luz no natural emitida por una computadora se basa principalmente en la cantidad de luz que es capaz de emitir. Para que tal cantidad de luz pueda ser variada el usuario dispone de ajustes. En cuanto a los ajustes de imagen que pueden ser controlados por el

usuario se tiene brillo, contratación, saturación y temperatura. En base a los datos obtenidos por encuesta se puede tabularlos en orden descendente del porcentaje utilizado.

Tabla 52 Justificación de daño por zona

	%	ZONA	JUSTIFICACIÓN
Brillo	70,1	Fibrosa y Vascul ar	<p>La cantidad de iluminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Influye sobre la apertura del iris, así como de la córnea. ● Al existir un desbalance de iluminaciones se reduce la frecuencia de parpadeo lo que reseca la conjuntiva. ● Al no existir humectación, el organismo lo compensa mediante mayor suministro de sangre lo que degenera en enrojecimiento del ojo, y una sobrecarga de los vasos sanguíneos.
Contraste	13,7	Fibrosa y Vascul ar	<p>Similar al brillo, controla la cantidad de iluminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Controla la cantidad de píxeles positivos y negativos. ● Una polaridad positiva puede causar deslumbramiento ● Al igual que el brillo, la mayor cantidad de iluminación reduce el parpadeo. ● Si no lleva concordancia con el medio iluminado, existirá una sobrecarga en las secciones del iris.
Saturación	8,6	Nervio sa	<p>Los colores dependen plenamente de la excitación de células retinianas, que tienen porcentajes distintos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● La saturación depende del eje rojo-verde ● Por lo cual una sobreexposición a colores aditivos puede degenerar células nerviosas. ● Si se expone a colores de baja densidad celular como el azul o verde-azulado, tal carga causa fatiga en el tejido. ● De igual forma una iluminación de zona central, creará fatiga en la visión periférica.
Temp.	22,2	Nervio sa	<p>De forma similar a la saturación</p> <ul style="list-style-type: none"> ● La temperatura oscila en el eje azul-amarillo que interviene en el ritmo circadiano. ● Considerando que el porcentaje destinado a dichos colores es mínimo, el uso de colores azules sobrecarga la visión. ● De igual forma influye en el impulso sanguíneo al ojo.

Tabla 51 Daño de zona por componente

AJUSTE	% CASOS	ZONA	LIJ	DAÑ	EXT
Brillo	70,1	Fibrosa y Vascular	X	X	
Contraste	13,7	Fibrosa y Vascular	X	X	
Saturación	8,6	Nerviosa			X
Temperatura	22,2	Nerviosa			X

Análisis: El brillo y el contraste afectan las zonas vasculares y fibrosas, de igual forma La saturación y la temperatura afectan la zona nerviosa. De tal forma se relaciona el aspecto tecnológico (ajuste) con el anatómico (capas).

K2) EVALUACIÓN DE RIESGOS

K2.1) Evaluación de datos e Identificación del peligro

Calidad de los datos

La cantidad y calidad de luz, fue tomada por encuesta a docentes para que reflejen la exposición a la que se sometían, por lo cual su veracidad puede ser discutible en función de la personalidad del encuestado. Por su parte la información médica es más aceptable debido al grupo reducido, y al grado de especialización de los entrevistados.

Agentes de preocupación

Fuente: ¿existe una fuente de daño? Sí, la luz no es natural al ser una radiación constante, aunque no ionizante. Debido a su composición de luminancias, sería considerada como una fuente de iluminación sin embargo no cumple con las recomendaciones de ubicación indirecta[51]. Una pantalla emite en promedio 750 nits (candelas/metro²)[83]. Tal iluminación supera ampliamente las recomendaciones sobre iluminancia indirecta.

Examen de concentración

Se realiza un análisis de la concentración (cantidad) de la luz a la cual está sometida toda la muestra. En éste punto no se descartan usuarios que no cumplan con el perfil de usuarios.

Análisis de Tabla CONENTRACIÓN EN DÍAS: Como primer indicio se dispone de una exposición promedio de **5.64** días por semana (1320 días /234 docentes). Se presenta un exceso del 12.8% sobre la cantidad de 5 días por semana según NTP-1150, para ser considerada como trabajador usuario.

Tabla 53 Concentración en días

INTERVALO DÍAS	AL MENOS	CASOS	DÍAS
0 a 2	0	0	0
1 a 2	1	2	2
2 a 3	2	2	4
3 a 4	3	7	21
4 a 5	4	0	0
5 a 6	5	45	225
todos	6	178	1068
TOTAL (días por semana)			1320

Tabla 54 Concentración en horas

INTERVALO HORAS	AL MENOS	CASOS	HORAS
0 a 1	0	1	0
1 a 2	1	0	0
2 a 3	2	8	16
3 a 4	3	35	105
4 a 5	4	0	0
5 a 6	5	75	375
6 a 7	6	0	0
7 a 8	7	115	805
TOTAL (horas por día)			1301

Análisis de Tabla: En cuanto a las horas de exposición reflejan un promedio de **5.56** horas de exposición diaria (1301 horas/234 docentes). Se presenta un exceso del 39% sobre la cantidad de 4 horas diarias según NTP-1150, para ser considerados como trabajadores usuarios.

Resumiendo, del análisis anterior se entiende que la muestra de docentes, cumplen las cantidades de tiempo (horas, días) estipuladas por NTP-1150; por lo tanto, los elementos de la muestra sí son trabajadores usuarios.

Identificación

La fuente de peligro puede ser considerada como tal al conjuntarse las zonas oculares de afección, la identificación de un individuo como elemento receptor (usuario).

FUENTE DE PELIGRO	
Fuente de peligro	FOTO
Luz no natural de PVD	
Tipo de Riesgo	
Riesgo físico y ergonómico	
Detalle:	
1) Riesgo físico: La luz no natural es una fuente de energía constante, perteneciente al espectro electromagnético.	
2) Riesgo ergonómico: La didáctica virtual implica el uso de colores, negando la libre elección a configuraciones alternativas.	

Figura 52 Ficha de Peligro – Luz no natural (Disponible en Anexos)

K2.2) Evaluación de dosis/toxicidad

Jerarquía de las fuentes de datos

Pese a que se estableció en la sección K2.1 que la investigación médica es más aceptable; los datos por cantidad jerárquicamente son superiores, aquellos obtenidos por encuesta. Definiendo a la toxicidad como la capacidad de un agente para generar efectos negativos sobre un ser vivo[51]. Las radiaciones del espectro electromagnético son agentes tóxicos debido a los efectos capaces de generar daños fototóxicos:

- *Fotomecánico*: Causado por radiaciones láser. Considerando un láser como un dispositivo que amplifica los haces de luz (200nm-1mm).
- *Fototérmico*: Debido a exposiciones esporádicas que incrementan la temperatura ocular, generando un golpe de calor.
- *Fotoquímico*: Causado por una exposición prolongada a ondas de alta frecuencia, principalmente azul-violeta[130]. Puede causar reducción temporal o permanente de la visión[51].

Más acertadamente el daño fotoquímico, se entiende como un daño bioquímico causado por la sobreexposición a luz no natural. Tal alteración se da en la composición de tejidos, así como la variación en cantidad de neurotransmisores.

K2.3) Evaluación de la exposición

Establecimiento de la exposición y receptores potenciales

Receptor: ¿quién puede ser dañado? Innegablemente el usuario de las PVD, siempre y cuando cumpla con la definición de usuario establecida por la nota NTP-139[5].

Viabilidad: ¿cómo puede ocurrir el daño? El cambio brusco de luminancias, al pasar de una PVD a documentos físicos, a teclado o ratón; implica una sobrecarga en la capacidad de enfoque del cristalino[51]. Las distintas longitudes de onda (colores), sobreexcitan

células retinianas, cuya función natural no corresponde a visualizar luz no natural[8]. El uso de sistemas cromáticos estimulantes altera el ritmo circadiano de una persona, influyendo en zonas de descanso y pico creativo. Generando afecciones nerviosas o mentales[19].

De acuerdo al modelo Kolluru, se debe considerar la cantidad y concentración del posible agente: Si un usuario debe cumplir con una exposición de 2 a 4 horas. Cualquier tiempo superior a 4 horas se considera una sobreexposición.

Naturaleza del daño. Si bien toda afección ocular debe ser considerada y tratada, el impacto que presenta debe ser dividido de acuerdo al modelo Kolluru en dos tipos de puntos finales: cancerígeno y no cancerígeno. Las afecciones presentadas en el estudio no son de orden cancerígeno por lo cual se debe disponer de otra división de consecuencias.

Tratamiento, en medicina se define el tratamiento o terapia como el conjunto de cuidados, acciones y tiempos de recuperación para tratar determinada afección[131]. De igual forma existen diferentes tipos de tratamiento aplicables para afecciones visuales:

- No invasivos: No producen ruptura de tejidos
 - Óptico: Corrige los problemas refractivos mediante la adición de lentes.
 - Gafas: Corrección sin contacto
 - Contacto: Corrección directa con el ojo
 - Farmacología: emplea medicamentos
 - Directa: se aplica sobre el tejido afectado
 - Indirecta: se aplica mediante sistemas de absorción digestiva, tópico.
- Invasivos: Producen ruptura de tejidos
 - Cirugía: Requiere incisiones para el acceso a zona afectada, requiere tiempo de recuperación prolongado.

De acuerdo con los médicos especialistas se puede diferenciar el nivel de daño en función del tratamiento requerido. Por lo cual el tratamiento óptico es el de menor daño (Ligeramente dañino); el tratamiento farmacológico presenta un daño intermedio (dañino); dejando a la cirugía como el daño más grave (extremadamente dañino).

Ajuste, la relación entre ajustes de imagen y zonas de afección se puede estimar en función a la externalización de la capa. Por lo cual en orden ligero, dañino y extremo; se tiene en las capas fibrosa, vascular y nerviosa.

El periodo de recuperación también debe considerarse: tejidos con contenido superior al 75% de colágeno se regeneran entre 5 y 7 días; fibras vasculares tardan de 15 a 30 días; y fibras nerviosas requieren de varios meses, aunque en casos de dado extremo su regeneración es poco probable.

Tabla 55 Componentes-Daño

AJUSTE	ZONA	LIJ	DAÑ	EXT
Brillo	Fibrosa y Vascular		X	
Contraste	Fibrosa y Vascular		X	
Saturación	Nerviosa			X
Temperatura	Nerviosa			X

Análisis: El daño se basa en la identificación de zonas afectadas por componente de luz no natural, dada en la investigación relacional.

Tabla 56 Componentes-Probabilidad

AJUSTE	% CASOS	PROB. USO	PROB. NO USO	BAJA	MEDIA	ALTA
Brillo	70,1	0,701	0,299			X
Contraste	13,7	0,137	0,863			X
Saturación	8,6	0,086	0,914			X
Temperatura	22,2	0,222	0,778			X

Análisis: La probabilidad es determinada por los porcentajes de docentes que no utilizan tales filtros, con valores dados en las encuestas.

Tabla 57 Componentes-Impacto

		DAÑOS		
		LD	D	ED
PRO B.	B			
	M			
	A		Brillo, Contraste	Saturación, Temperatura

Análisis: En la matriz impacto se identifica que la saturación y la temperatura deben ser erradicados inmediatamente. Por su lado el brillo y el contraste deben ser regulados en menor medida.

Sendas y rutas de exposición

El medio por el cual se propaga la luz no natural corresponde a un elemento atmosférico que no presenta refracción. Sin embargo, la luz complementaria influye directamente en la intensidad con la que dicha luz llega al receptor, debido a la naturaleza sustractiva de la luz.

Si bien durante el día una persona tolera cantidades de 10000 luxes, en un medio oscuro la luz de computadora no puede contrarrestarse. Tal efecto se debe a que la luz presenta características cancelarias (interferencia destructiva).

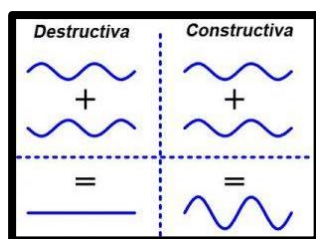


Figura 53 Interferencia de Ondas, Fuente: Física 2 de Serway

Destino y transporte contaminante

Partes del cuerpo a ser afectadas. Ojos: Estructura externa e interna, mecanismos de visualización. Músculos Oculares: Tejidos fibrosos que producen el movimiento ocular. En cuanto al motor de la emisión se debe a la radiación, propiedad intrínseca de la luz.

Cuantificación de la exposición

Una vez establecida los elementos de la muestra como usuarios, la exposición se limitará a aquellos casos de elementos que superen las cantidades de trabajador usuario. Debido a que valores inferiores únicamente reducirán índices, mientras que el modelo Kolluru se enfoca en un modelo pesimista.

Tabla 58 Cantidad en días

INTERVALO DÍAS	AL MENOS (días)	CASOS	DÍAS
0 a 1	0	0	0
1 a 2	1	2	2
2 a 3	2	2	4
3 a 4	3	7	21
4 a 5	4	0	0
5 a 6	5	45	225
todos	6	178	1068
TOTAL (días por semana)			1293

Análisis de Tabla: En una población de 223 docentes (95.3%), con una fuerza laboral máxima de 1115 días por semana, se tiene una carga de 1293 días por semana; es decir un exceso del 16%. Con una carga promedio de **5.79** días por semana.

Tabla 59 Cantidad en horas

INTERVALO HORAS	AL MENOS (horas)	CASOS	HORAS
0 a 1	0	1	0
1 a 2	1	0	0
2 a 3	2	8	16
3 a 4	3	35	105
4 a 5	4	0	0
5 a 6	5	75	375
6 a 7	6	0	0
7 a 8	7	115	805
TOTAL (horas por día)			1180

Análisis de Tabla: En una población de 190 docentes (81.19%), con una fuerza laboral máxima de 760 horas por día, se tiene un exceso de 420 horas; es decir un exceso del 55%. Con un promedio de **6.21** horas por día.

Resultados de la evaluación de la exposición

De los índices anteriores se puede concluir que existe una sobreexposición a las PVD por parte del cuerpo docente de la UEG. Lo cual lleva a identificar la luz no natural de computadoras como una fuente de peligro; con lo cual se puede continuar con el proceso para la evaluación de riesgos.

K3) CARACTERIZACIÓN DE RIESGO

El cociente de peligro relaciona la exposición al agente y la concentración de referencia; si bien no existen concentraciones de referencia de la luz no natural (componentes), si existe una recomendación de tiempo estipulada en la nota técnica NTP-1150. (Considerando que HQ es Coeficiente de peligro; RfD es Concentración de referencia).

Riesgo de Cáncer

Como tal el cáncer de ojos es una de las enfermedades cancerígenas más raras. E incluso el 75% de los casos se generan en zonas extra oculares (párpados y nervios aledaños); el cáncer intraocular es más raro. Incluso en las entrevistas a especialistas no existen

registros de caso referentes, por lo cual el estudio no incluirá análisis referentes a casos de cáncer.

Peligros no cancerosos

Dentro de los peligros no cancerosos se encuentran las molestias, así como las afecciones oculares. Si bien ya se han estipulado las afecciones más comunes existirán muchas más conocidas y otras que aún no han sido descubiertas.

Umbrales de riesgo y umbrales aceptables

De acuerdo a la nota técnica NTP-903 “Radiaciones ópticas artificiales: criterios de evaluación”, existen límites para la exposición a distintas longitudes de onda[132]. Se puede identificar que para un intervalo de longitud de onda [300-700] nm existe un riesgo de lesión fotoquímica en un tiempo superior a 10000 segundos (2.77 horas). Con tal umbral se calcula el índice de exposición.

$$HQ = \frac{\text{exposición diaria}}{RfD}$$

$$HQ = \frac{6.21 \text{ horas}}{2.77 \text{ horas}}$$

$$HQ = 2.24$$

Tabla 60 Valores límites por NTP 903

Longitud de Onda (nanómetros)	Riesgo	Ángulo Subtendido	Tiempo de exposición
300-700	Lesión fotoquímica retina (luz azul)	$\alpha \geq 11 \text{ mrad}$	$t \leq 10^4 \text{ S}$
			$t > 10^4 \text{ S}$
		$\alpha < 11 \text{ mrad}$	$t \leq 10^4 \text{ S}$
			$t > 10^4 \text{ S}$
380-1400	Lesión térmica retina	$1,7 \leq \alpha \leq 100 \text{ mrad}$	$10 \mu \text{ S} \leq t \leq 10 \text{ S}$
780-1400		$\alpha \leq 11 \text{ mrad}$	$t > 10 \text{ S}$
780-3000	Lesión térmica córnea y cristalino		$t \leq 1000 \text{ S}$
			$t > 1000 \text{ S}$

Lo cual se refleja una sobreexposición superior al doble de la dosis umbral. Exposiciones a altas frecuencias produce un daño bioquímico de la constitución en la capa nerviosa.

Análisis de incertidumbre y sensibilidad

La incertidumbre está presente en cada aspecto de la evaluación de riesgos. Existen fuentes que causan dicha incertidumbre, así: la variabilidad natural, la veracidad del modelo.

Característica del sitio: El lugar de trabajo no puede ser definido, debido a la movilidad de los dispositivos digitales por lo cual las condiciones de iluminación no son constantes. De igual forma el empleo de la luz natural para contrarrestar efectos de la iluminación por pantalla se ve limitado a la hora del día, variaciones en el clima (nubosidades).

Evaluación de exposiciones: Sin duda aquí se presenta la mayor cantidad de limitaciones, debido a la incertidumbre de individuos receptores presentes o futuros; y la viabilidad de un nuevo confinamiento.

Caracterización de riesgos: Teóricamente los efectos de distintos agentes son aditivos, pero en la práctica sus efectos podrían ser aditivos, antagonicos o sinérgicos.

Análisis de sensibilidad: Existen cambios en parámetros individuales de los agentes, imperceptibles por el observador. Lo cual cambiaría totalmente los modelos generados.

Estimación de riesgos probabilísticos: Errores en la medición de casos debido justamente al criterio de los especialistas o la sintomatología de los individuos.

Incetidumbre y variabilidad: Errores en la estimación de la exposición y el riesgo, debida a elementos ajenos a las mediciones como las características propias de un individuo (genética, estado físico, alergias, etc.)

OBJETIVO 3

GENERAR DIRECTRICES RECOMENDABLES Y AÑADIRLAS AL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL

K4) ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

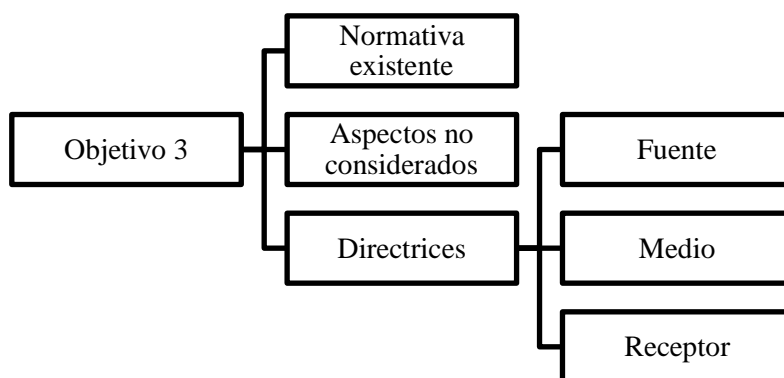


Figura 55 Actividades del objetivo 3

NORMATIVAS YA EXISTENTES

En **Ecuador** se dispone de la normativa dada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. Así la NTE INEN-ISO 9241. Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD).

- Parte 1: Introducción general. (ISO 9241-1:1997)
- Parte 6: Requisitos ambientales. (ISO 9241-6:1999)

En **España** se emplean normativas aplicadas de la Unión Europea, acoplada a las necesidades ibéricas. Así el REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril, sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización”. También la UNE-EN ISO 9241 sobre “Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PDV)”; de la cual se derivan las siguientes notas técnicas:

- 602. El diseño ergonómico del puesto de trabajo con pantallas de visualización: el equipo de trabajo. (INSHT, 2001)
- 678. Pantallas de visualización: tecnologías (I). (INSHT, 2004).
- 694. Pantallas de visualización: tecnologías (II). (INSHT, 2004).
- 1150. Riesgos ergonómicos en el uso de las nuevas tecnologías con pantallas de visualización (2020).
- 903. Radiaciones ópticas artificiales: Criterios de evaluación

A nivel **mundial** las normativas incluyen las dadas por la Organización Internacional de Estandarización. Así como la ISO 9241:2010, “Estándar internacional para la industria digital”.

Debido a que el tema a tratar requiere de dispositivos tecnológicos también se identifica a entidades como la ANSI (*American National Standards Institute*) y la ISA (*International Society of Automation*). Así la ANSI/ISA-101.01-2015, “*Human Machine Interfaces for Process Automation Systems*”, que establece la recomendación de colores baja en tonalidades cromáticas.

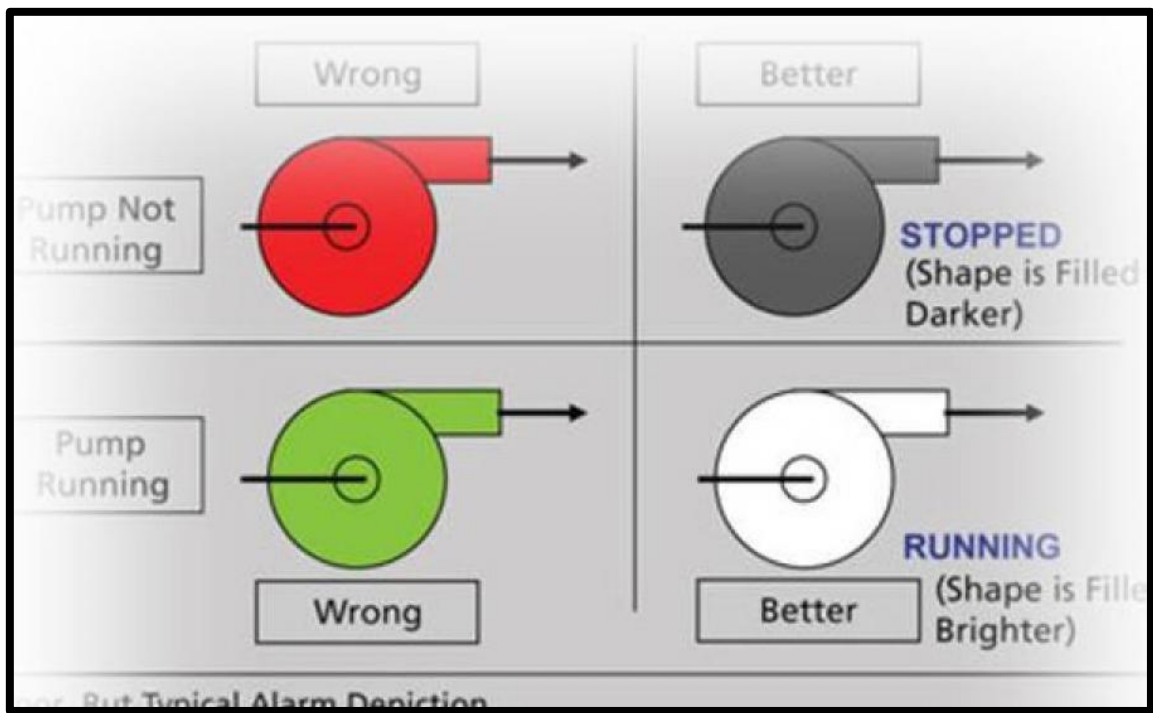


Figura 56 Ejemplo de ISA 101, Fuente: ISA-MX

ANSI/ISA 101 reduce la carga cromática, en función a un mejor desempeño visual; los colores resultan llamativos y la visión de éstos genere una percepción central; al reducir los colores el canal visual se amplía y permite identificación del movimiento, es decir una vista más amplia de la estación[6].

Debido al costo que representa la adquisición de las normativas antes expuestas, el análisis comparará las notas técnicas de prevención del INSST, que a su vez están basadas en la norma UNE-EN ISO 9241.

Tabla 61 Aspectos existentes en NTPs

NTP	B	C	S	T	OTROS
139					distancia, ángulo, inclinación de pantalla, iluminación, fatiga
211	X				sensibilidad ocular, agudeza, campo, magnitudes iluminación, deslumbramientos
252	X	X			equilibrio de luminancias o contraste
602					distancia, tipografía, ángulo, filtros, exclusión
678					tipos de pantalla, resolución, frecuencia de parpadeo
694	X	X	X		ángulo
790					agudeza, acomodación, ángulos
903					exposición a luz visible, daños fotoquímicos por luz azul
1150					fatiga visual

ASPECTOS NO CONSIDERADOS

Si bien las recomendaciones en notas técnicas de prevención señalan aspectos generales, como tal no indican configuraciones aplicables a dispositivos sin importar el sistema operativo del que dispongan.

Tabla 62 Aspectos no considerados en NTPs

NTP	OTROS
139	No considera la variación de la iluminación durante el día
211	No considera a la luz no natural como un deslumbramiento continuo
252	No indica forma alguna de medir la luminancia, adecuada de acuerdo al entorno.
602	Los filtros señalados son de tipo hardware
678	
694	Al ser una fuente deslumbrante, el ángulo no debería estar por debajo de la línea horizontal
790	No considera que la agudeza visual por Snellen varía con respecto al uso de ordenadores.
903	No se recomienda la eliminación de luz azul.
1150	

DIRECTRICES

Para facilitar el manejo de contenido, se ha empleado la misma división jerárquica de leyes empleadas en el sector público[133]. Siendo en orden descendente: Libro, Título, Capítulo, Sección, Artículo, Párrafo, Apartado, Fracción, Inciso. Debido a que el plan de seguridad ya está definido, el contenido a incorporar será un capítulo adicional.

CAPÍTULO SALUD VISUAL

A) SECCIÓN CONCEPTOS GENERALES

1) Art. Capas Oculares

1.1) Fibrosa: Capa más externa y elástica, incluye la esclerótica y la córnea

1.2) Vascular: Capa que suministra el flujo sanguíneo, incluye la coroides, el cuerpo ciliar y el iris.

1.3) Nerviosa: Capa más interna del ojo, incluye todas las terminaciones nerviosas de la retina. Es la capa más sensible.

2) Art. Agudeza Visual

Capacidad de distinción de caracteres en una tabla Snellen a 6 metros de distancia. Tal exploración oftalmológica no debe ser determinante en aspectos de seguridad y salud ocupacional[51].

3) Sentido Luminoso

Capacidad del ojo para adaptarse a las condiciones de iluminación

4) Art. Deslumbramiento

Sobreexcitación de células retinianas debido al cambio brusco de iluminación [1000-12000 cd/m²]. Causada por luz incidente proveniente de un ángulo de 45° por debajo de la visión horizontal.

Cuando se ha generado un deslumbramiento las células sobre excitadas envían al cerebro una sensación de luz continua, denominada imagen residual. Dependiendo de la longitud de onda, tal imagen varía de color:

- Luz azul, parece blanca (30 seg) y después roja brillante (2-3 min)
- Luz roja-naranja, parece rosa (10-15 seg), luego naranja, amarilla, y finalmente verde.

SECCIÓN FUENTE SOFTWARE

5) Art. Definición

Se entenderá como fuente a toda interfaz hombre-máquina necesaria, por el cuerpo docente de la UEG, para el desarrollo de actividades educativas.

6) Art. Brillo

3.1) El ajuste de brillo recomendable será del 50%, siempre y cuando la iluminación no limite la visibilidad.

3.2) De acuerdo con la nota NTP-694, la luminiscencia debe ser controlada en función a la iluminación[134].

Tabla 63 Recomendaciones de brillo

Iluminación	Brillo	
	Luminancia	Porcentaje
[lux]	[cd/m ²]	-
0	20	3
50	128	17
300	178	24
500	214	29

7) Art. Contraste

- 4.1) La configuración recomendable para toda actividad, será el contraste en polaridad negativa.
- 4.2) La relación entre las luminancias de pantalla debe cumplir la relación dada por la Comisión Internacional de Iluminación CIE.

Tabla 64 Recomendaciones de contraste

	Mínimo	Máximo	Óptimo
CIE n°60	3:1	15:1	5:1- 10:1
DIN 66234	3:1	15:1	6:1 -10:1

- 4.3) Como referencia se tiene la relación de contraste existente entre los fondos blanco-negro y las fuentes con colores RGB[135].

Tabla 65 Relaciones de contraste

FONDO	FUENTE	RELACIÓN	Conformidad texto pequeño	Conformidad texto grande
Negro	Rojo	5.25:1	2	3
	Verde	15.3:1	3	3
	Azul	2.44:1	0	0
Blanco	Rojo	3.99:1	0	2
	Verde	1.37:1	0	0
	Azul	8.59:1	3	3

8) Art. Saturación

- 5.1) La configuración de saturación recomendable implica la reducción total de los porcentajes RGB.
- 5.2) El uso de colores únicamente deberá emplearse en softwares o actividades que realmente lo requieran.
- 5.3) La configuración de color deberá ser realizada en el mismo porcentaje de células retinianas mediante la configuración *Calibrador de Color*.

Tabla 66 Porcentajes de conos retinianos

CONO	PORCENTAJE DE CÉLULAS
Rojo	64
Verde	32
Azul	2

- 5.4) En caso de no ser necesario el uso de color se debe desactivar colores en pantalla, mediante el filtro de color *Escala de Grises*.
- 5.5) Se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones: El ojo sano se transforma en hipermetrope con la luz roja; el ojo sano se transforma en miope con luz azul
- 5.6) De igual forma se considerará que el individuo miope ve mejor los objetos sobre fondo rojo; el individuo hipermetrope lo hace con un fondo verde.

9) Art. Temperatura

La temperatura deberá configurarse en función a la iluminancia del entorno.

Tabla 67 Recomendaciones de temperatura

ILUMINANCIA	TEMPERATURA			
	Luxes	Cálido	Intermedio	Frío
<=500	agradable	neutra	sensación de frío	
500-1000				
1000-2000	estimulante	agradable	Neutra	
2000-3000				
>=3000	no natural	estimulante	Agradable	

10) Art. Resolución

- 10.1) La configuración de resolución recomendable será la máxima.
- 10.2) En caso de ser requerida por necesidades energéticas, la configuración de resolución dependerá del tipo de actividad a realizar.

Tabla 68 Recomendaciones de resolución

RESOLUCIÓN	
Lectura	640x480
Gráficos	800x600
Proyecto	1024x768

11) Art. Parpadeo

- 8.1) La frecuencia adecuada de trabajo será de 60 Hz.

- 8.2) En caso de existir una mayor frecuencia se optará por la máxima, para una mejor lectura.
- 8.3) En caso de necesidades energéticas, la configuración de frecuencia podrá ajustarse a las necesidades.

Tabla 69 Recomendaciones de frecuencia

	Baja	Óptima	Alta
Frecuencia	45 Hz	60 Hz	70 Hz

- 8.4) Las pantallas TFT disponen de 50Hz por lo cual son poco productivas para editores de vídeo.

12) Art. Pantallas de televisión

- 12.1) Si se emplean monitores de televisión, se recomienda configurarlo de acuerdo a las recomendaciones LG.
- 12.2) La luz de fondo deberá pertenecer al intervalo [80%-100%].
- 12.3) El brillo deberá ser del 50% sin importar las condiciones de iluminación.
- 12.4) El contraste deberá pertenecer al intervalo [85%-100%].
- 12.5) La saturación deberá pertenecer al intervalo [50%-70%].
- 12.6) El tinte deberá mantenerse en un valor de 0.
- 12.7) La nitidez deberá pertenecer al intervalo [10%-30%].

Tabla 70 Recomendaciones de ajuste

Ajuste	ILUMINACIÓN		
	Luz Natural (vívido)	Luz Artificial (estándar)	Oscuridad (cine)
Luz de Fondo	100	80	80
Brillo	50	50	50
Contraste	100	85	85
Color o Saturación	70	50	50
Tinte	0	0	0
Temperatura	C50	C20	0
Nitidez	30	25	10

13) Art. Tipografía

La tipografía empleada deberá ser visualmente amigable. Se recomienda Andika, que es una tipografía simple, de fácil asimilación e incluso ventajosa para lectores con dificultades como la dislexia[136].

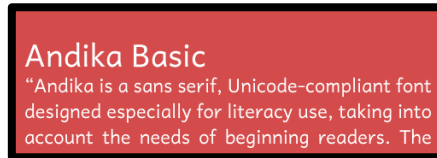


Figura 60 Ejemplo de tipografía Andika, Fuente: Dislexia.org

14) SECCIÓN FUENTE HARDWARE

15) Art. Tamaño de pantalla

15.1) El tamaño de pantalla deberá ser acorde a la actividad principal a realizar.

Tabla 71 Recomendaciones de tamaño

ACTIVIDAD	TAMAÑO
Lectura	14"
Gráficos	17"
Proyecto	20"

15.2) En caso de presentaciones se podrá recurrir a pantallas de televisión o proyectores que cumplan los ajustes de imagen estipulados en la sección software.

16) Art. Ángulo de pantalla

La posición angular de la pantalla deberá pertenecer al intervalo $[15^{\circ}-25^{\circ}]$ con la horizontal de mesa para acoplar el contraste con la iluminación local.

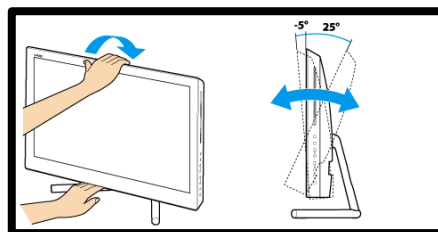


Figura 61 Ángulo de Pantalla: Fuente NTP 1150

17) Art. Protectores de pantalla

17.1) En caso de su disponibilidad, se podrá utilizar capas filtro en la superficie del monitor.

17.2) Las capas filtro podrán ser rígidas o de igual forma auto-adheribles al contacto.

17.2) Su composición podrá ser rígida de cristal cerámico o flexible de compuesto sintético.

18) SECCIÓN MEDIO

19) Art. Fondo

La pared posterior debe ser lo más opaca posible. Se recomienda una luminancia menor a 200 cd/m².

20) Art. Iluminarias

14.1) Se deben incluir luminarias naturales o artificiales en función a la tarea por realizar.

14.2) La línea de visión debe ser paralela a las lámparas

Tabla 72 Recomendación de luminancia: Fuente NTP 1150

ZONAS DONDE SE EJECUTAN TAREAS CON:	LUXES
Bajas exigencias	100
Moderadas	200
Altas	500
Muy altas	1000
Locales de uso ocasional	50
Locales de uso habitual	100
Circulación ocasional	25
Circulación habitual	50

21) Art. Iluminación vertical

15.1) Se entenderá como hm a la distancia perpendicular y vertical desde la mesa de trabajo hasta la iluminación principal.

15.2) La luminaria principal no deberá estar por encima de la cabeza del usuario.

15.3) Las luminarias laterales deberán localizarse a 0.77hm

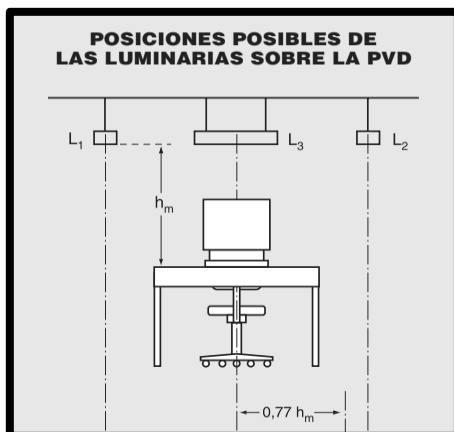


Figura 63 Altura de Luminarias; Fuente NTP-1150

22) Art. Iluminación horizontal

- 16.1) La pantalla deberá colocarse a $0,57 h_m$ desde el borde del escritorio, que guarda contacto con el usuario.
- 16.2) La luminaria principal deberá colocarse a $0,66 h_m$ detrás del borde del escritorio.

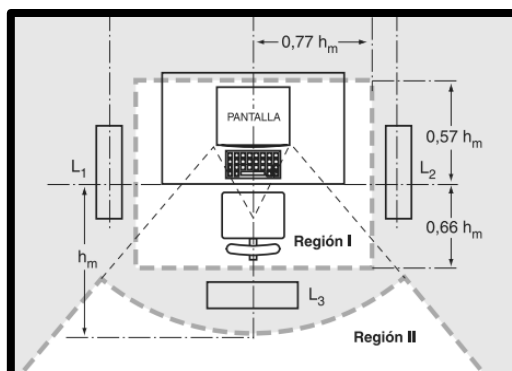


Figura 64 Distribución horizontal de luminarias. Fuente NTP-1150

- 16.3) En caso de existir ventanas deberán colocarse lateralmente. Siendo la luz natural incidente por derecha o izquierda.

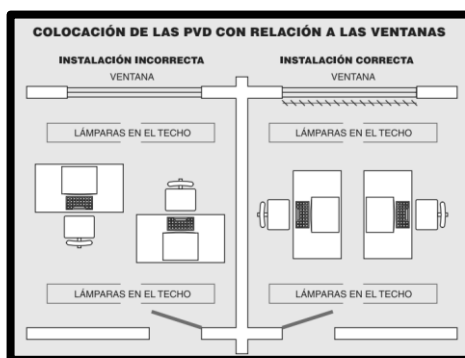


Figura 65 Distribución lateral de luminarias. Fuente NTP-1150

23) SECCIÓN RECEPTOR

24) Art. Ángulo de visión

17.1) Debido a la consistencia de las pantallas, el ángulo horizontal máximo se dará en función del tipo de pantalla para poder visualizar el contenido.

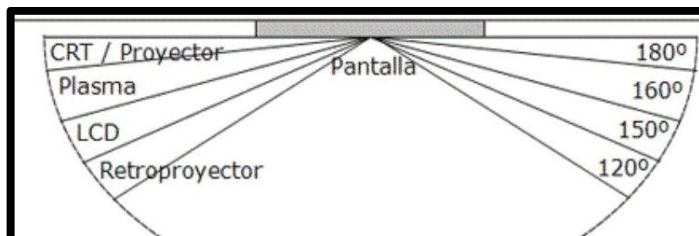


Figura 66 Ángulo de visión de pantallas. Fuente NTP-1150

17.2) La vista del operador debe oscilar entre $[10^{\circ}-20^{\circ}]$ por debajo de la horizontal[5].

25) Art. Distancia de visión

18.1) Desde los ojos hasta el centro de pantalla debe ser $[450-550\text{mm}]$ o 700mm en caso de personas con hipermetropía[98].

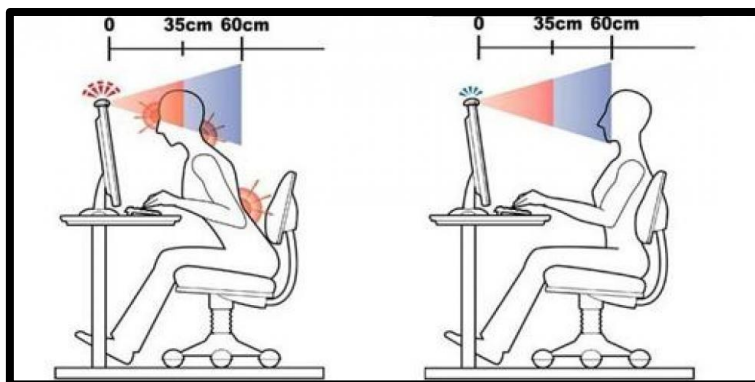


Figura 67 Distancia de visión, Fuente NTP-1150

18.2) La distancia considera únicamente el aspecto visual, la ergonomía de cuello y espalda debe ser evaluada por separado.

26) Art. Lentes

19.1) Los lentes de tinte amarillo bloquean la luz azul e incrementan el contraste de colores rojo y verde. Sin embargo no son recomendables durante el día pues la luminosidad adicional puede ser perjudicial[137].

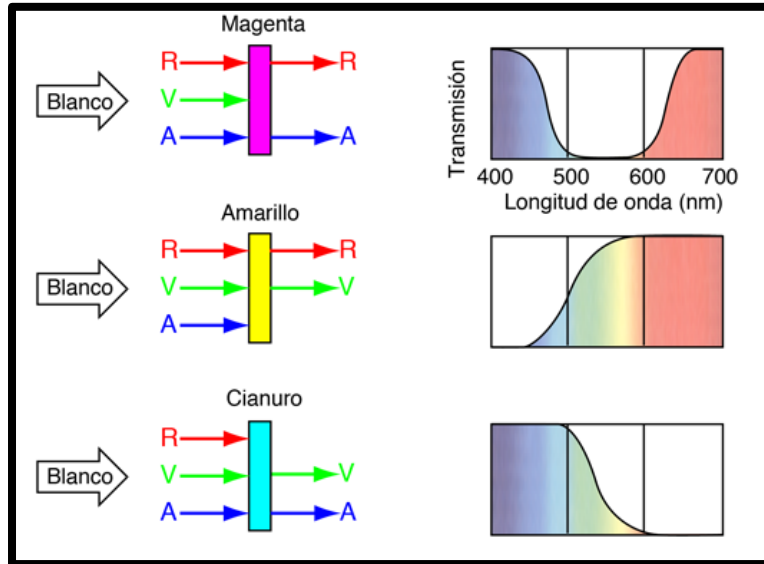


Figura 68 Filtros de color de 1 lente, Fuente Optometría Universidad de Valencia

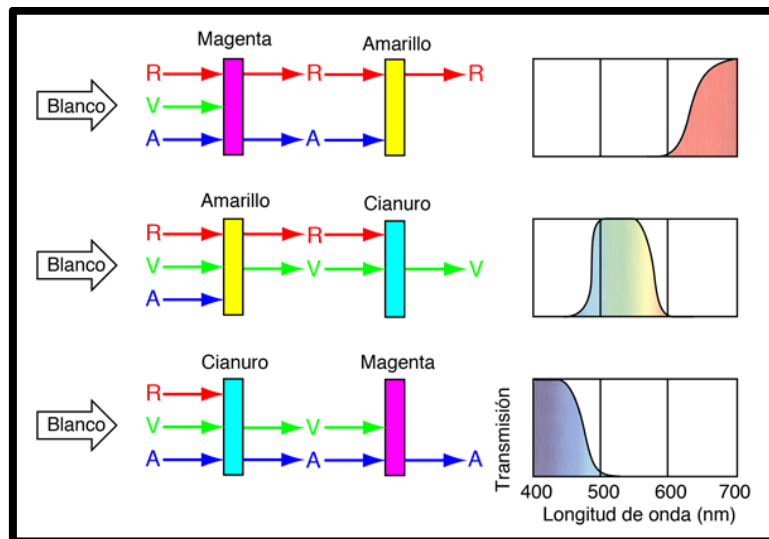


Figura 69 Filtros de color de 2 lentes. Fuente Optometría Universidad de Valencia

OBJETIVO 4

VALIDAR DIRECTRICES GENERADAS MEDIANTE PLAN PILOTO CON DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL E INCLUIRLAS AL PLAN DE SEGURIDAD

SELECCIÓN

Para la selección de un grupo piloto, primero se define la cantidad. Según Gustav Díaz en su investigación “Metodología del estudio piloto”, recomienda emplear la misma metodología que en un estudio de investigación con las siguientes consideraciones.

- Aumentar el valor de significancia estadística >0.05 (recomendada 0.10)
- Disminuir el valor de poder <0.8 (recomendada 0.15)

De forma más práctica se recomienda la calculadora de grupo piloto “*Calculation of sample size in pilot studies*”[138].

Calculation of sample size in pilot studies

Confidence	Probability
0.8	0.15
Sample size	
9.9	Calculate

Figura 70 Cálculo de grupo piloto

El Lcdo. Fiallos, rector de la Unidad Educativa Guayaquil, facilitó el acercamiento con 10 docentes del bachillerato técnico en electrónica. Todos los miembros del grupo piloto señalan utilizar dispositivos digitales por un tiempo superior a 4 horas diarias. Debido a que la información es únicamente de orden estadístico se mantendrá la confidencialidad de nombres de docentes.

ENTREVISTA PREVIA

La entrevista previa se realizó el día 8 de junio de 2022. El desempeño de las directrices se mide subjetivamente por el nivel de cansancio presentado por los usuarios, y de forma objetiva por la presencia de molestias a nivel ocular. Como factor independiente se toma en cuenta los filtros utilizados antes de la capacitación. Las preguntas son las mismas de

la entrevista a docentes por lo cual su viabilidad, confiabilidad y estructura ya son confirmadas.

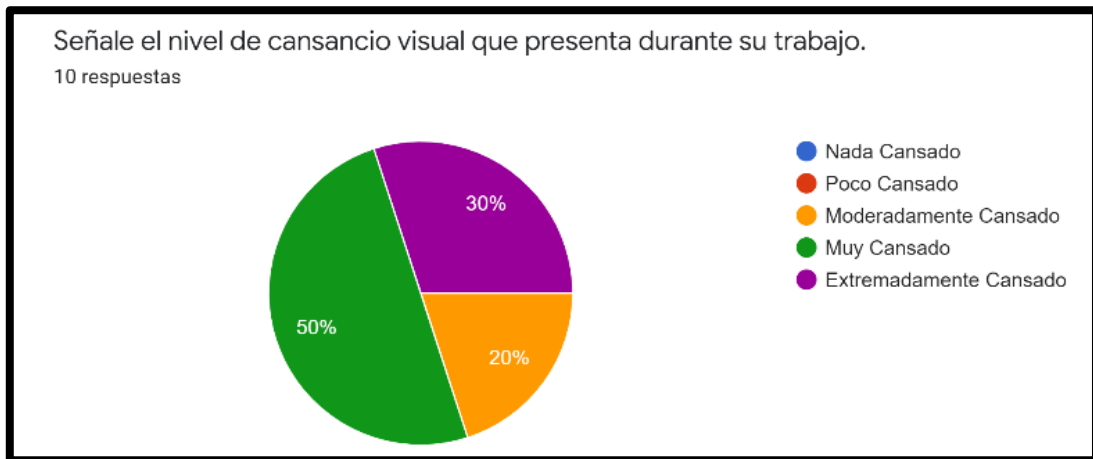


Figura 71 Previo - Nivel de Cansancio



Figura 72 Previo - Molestias iniciales

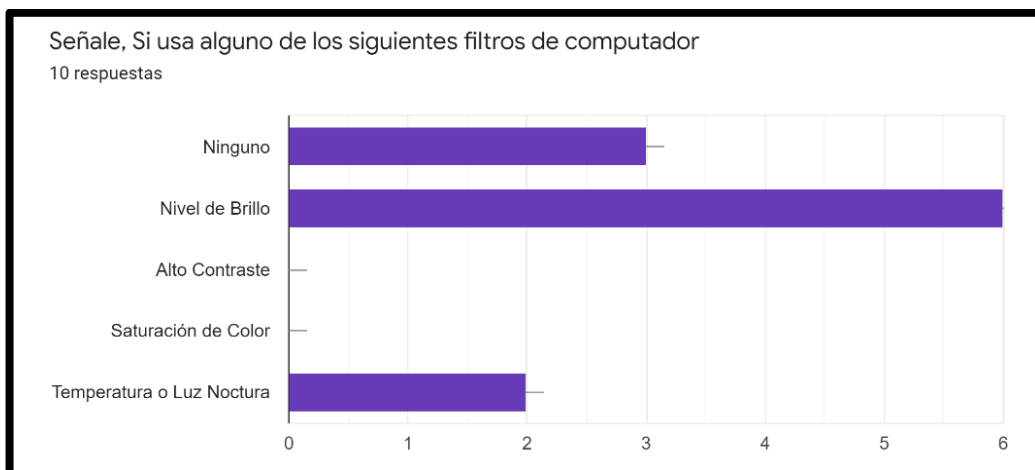


Figura 73 Previo - Filtros utilizados

PERIODO DE PRUEBA

El periodo de prueba está dado por la naturaleza regenerativa de las células afectadas. Corresponde a 1 semana laborable debido al índice de regeneración de la capa fibrosa, la más externa al medio, que puede regenerarse en tal periodo, y puede ser percible por el encuestado.

Partiendo con la capacitación a docentes en directrices; si bien las directrices incluyen recomendaciones en el diseño de puestos de trabajo, las indicaciones para el plan piloto se han reducido para la configuración de accesibilidad capaz de ser modificada por el usuario. Retomando la evaluación de riesgos, se consideran 4 ajustes (Brillo, Contraste, Saturación y Temperatura).

BRILLO

“El nivel de brillo se mantendrá en 50%, debido a que la luminancia también se reducirá por el contraste y saturación”.

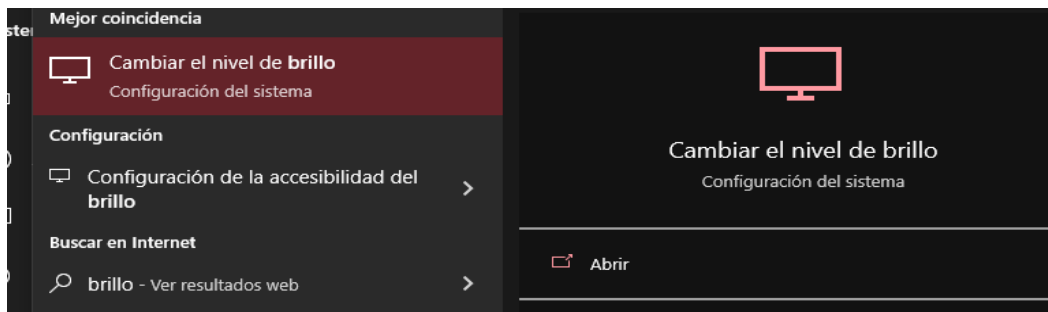


Figura 74 Buscar “Cambiar nivel de brillo”

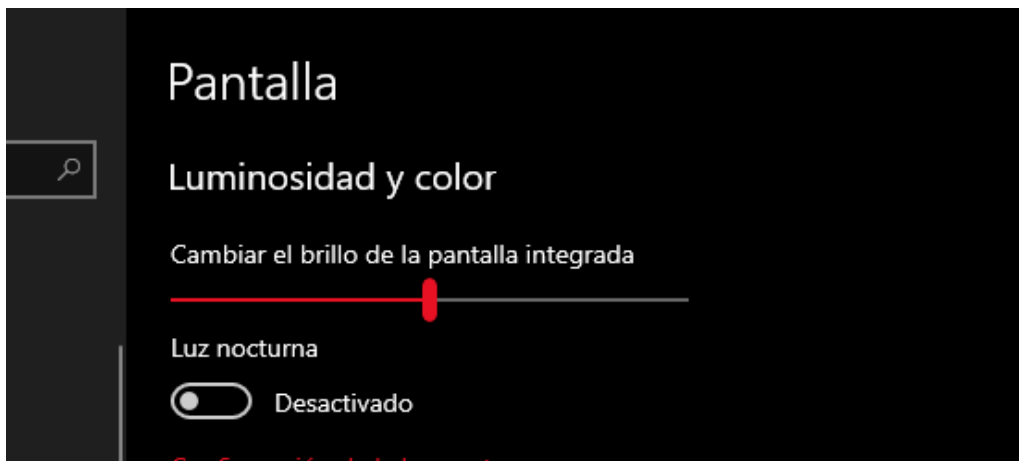


Figura 75 Configurar el brillo al 50%

CONTRASTE

“El contraste será configurado como Negro en alto Contraste”

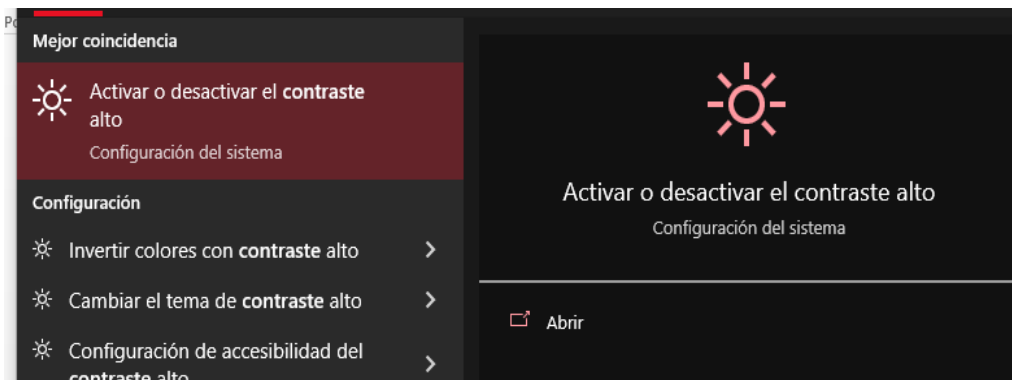


Figura 76 Buscar "Activar o desactivar el contraste alto"



Figura 77 Activar Alto Contraste



Figura 78 Seleccionar Negro en alto contraste

SATURACIÓN

“La saturación deberá cumplir con la configuración retiniana RGB (64,32,2); en relación porcentual se definiría como (100%;50%;1%)”

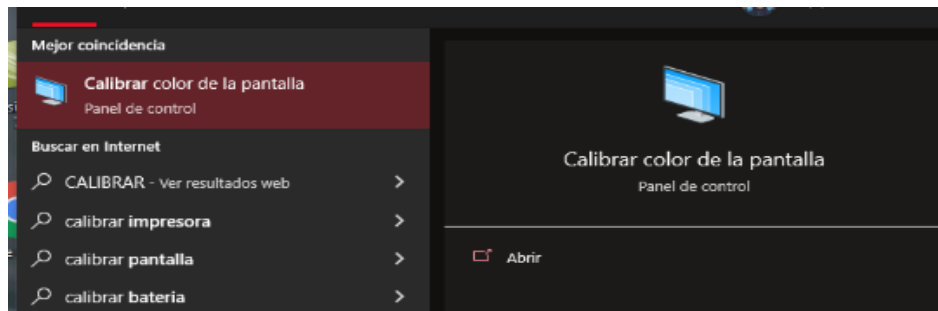


Figura 79 Buscar "Calibrador de color"

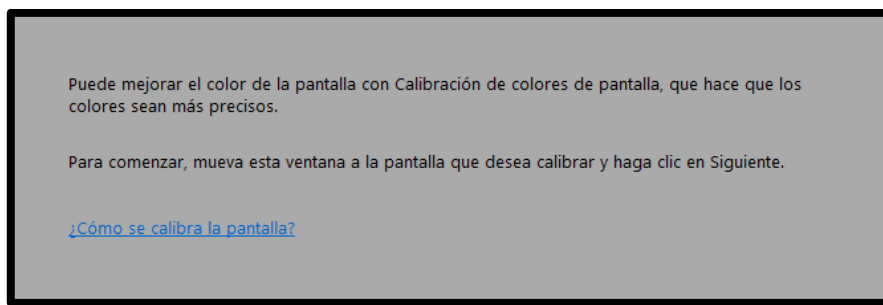


Figura 80 Inicio de calibración de color



Figura 81 Balances de color



Figura 82 Configuración porcentual de cada color RGB

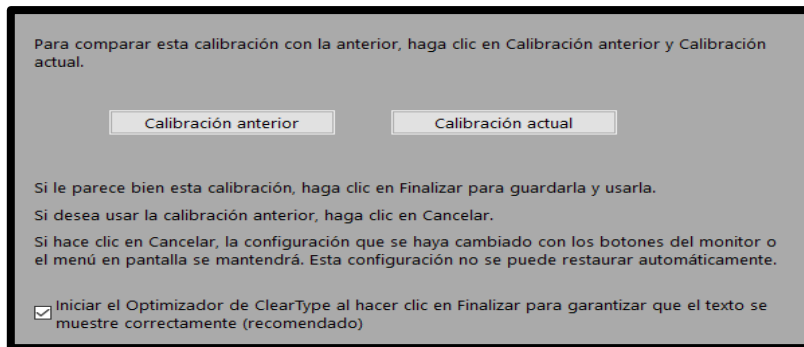


Figura 83 Comparación de ajustes actual y anterior

TEMPERATURA

“La luz nocturna se configurará de la siguiente forma”

0% durante el día --- 25% durante el alba y atardecer --- 75% durante la noche con iluminación artificial --- 100% durante la noche (oscuridad total)

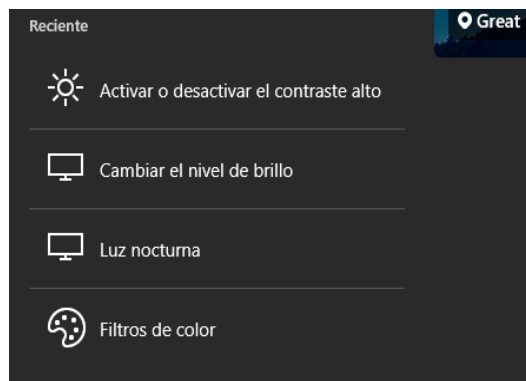


Figura 84 Buscar "Luz nocturna"

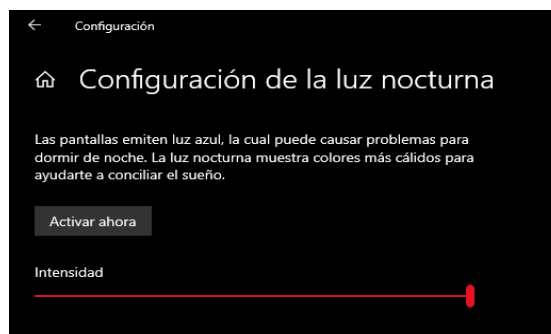


Figura 85 Activar luz nocturna

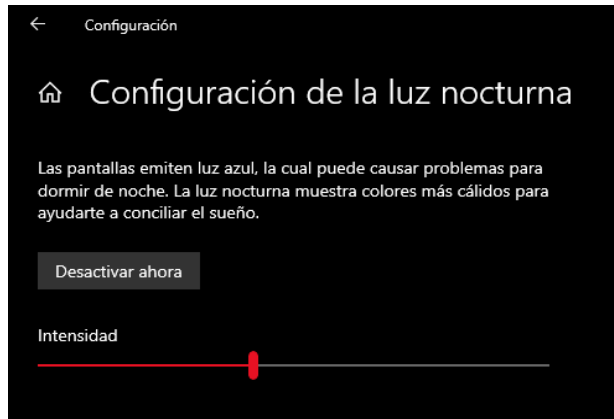


Figura 86 Regular porcentaje dependiendo de las condiciones

ENCUESTA POSTERIOR

La encuesta se realizó el día 15 de junio de 2022. Empleando las mismas preguntas de la encuesta previa.

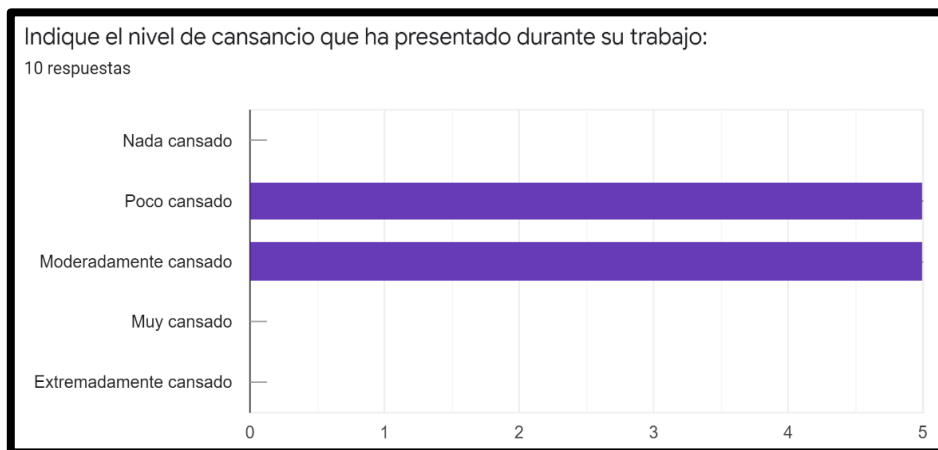


Figura 87 Posterior - Nivel de cansancio

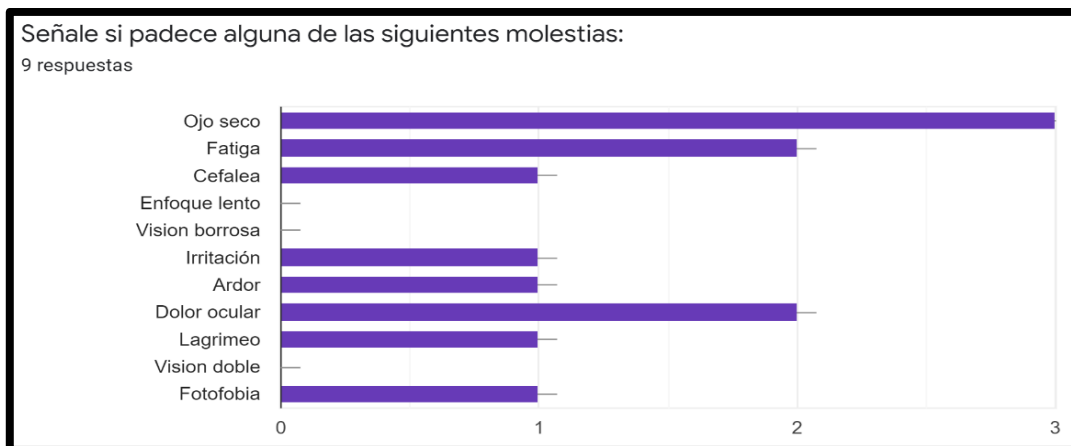


Figura 88 Posterior - Molestias iniciales

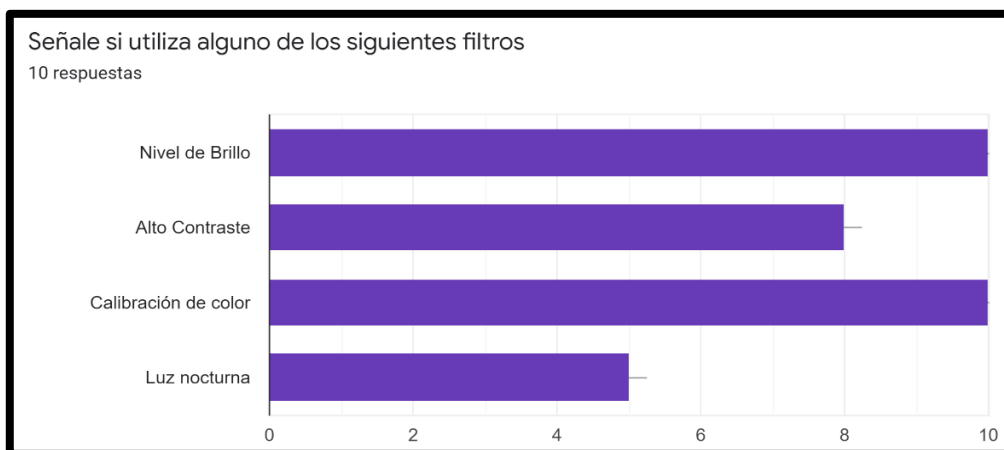


Figura 89 Posterior - Filtros utilizados

REVISIÓN DE EFICACIA

Tabla 1 Nivel de cansancio

NIVEL DE CANSANCIO	PREVIO	POSTERIOR	VARIACIÓN
Nada			-
Poco		5	Incremento
Moderadamente	2	5	Incremento
Muy	5		Eliminación
Extremadamente	3		Eliminación

Análisis: Los niveles muy y extremo se han eliminado completamente, lo cual refleja un incremento en la ergonomía de uso de las PDV. Los casos se han distribuido uniformemente en niveles poco y moderado.

Tabla 2 Variación en molestias

MOLESTIA	PREVIO	POSTERIO R	% REDUCCIÓN
Ojo Seco	8	3	62,50
Fatiga	7	2	71,43
Cefalea	5	1	80,00
Enfoque Lento	4	0	100,00
Visión Borrosa	5	0	100,00
Irritación	5	1	80,00
Ardor	6	1	83,33
Dolor Ocular	7	2	71,43
Lagrimo	6	1	83,33
Visión Doble	4	0	100,00
Fotofobia	8	1	87,50
PROMEDIO			83,59

Análisis: Los casos más numerosos previo a la capacitación (ojo seco y fotofobia) se han reducido en más del 60%. De igual forma los secundarios (dolor ocular y fatiga) se han reducido en más del 70%.

Tabla 3 variación en filtros

FILTROS	PREVIO	POSTERIOR	% AUMENTO
Brillo	6	10	40
Contraste	0	8	80
Saturación	0	10	100
Temperatura	2	5	30
PROMEDIO			62,5

Análisis: Con el aumento de 40% en brillo, 80% en contraste, 100% en saturación y 30% en temperatura correspondiente a un aumento del 62.5% de ajustes se ha reducido el 83.59% de molestias oculares en docentes expuestos a tales exposiciones.

CONSIDERACIONES

- Cabe resaltar que el tiempo de exposición considerado es superior a 2 horas, y menor a 4 horas; debido a la modalidad presencial que se ejecuta en la UEG debido a la masificación de vacunas en docentes y alumnos.
- Se redujo 2 de las molestias que tienen mayor impacto: fatiga y fotofobia
- Pese a las indicaciones, únicamente 5 docentes utilizaron la temperatura. Tal efecto se debe al incremento de tinte rojo en todos los pixeles.

CAPÍTULO IV - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1) CONCLUSIONES

5.1.1) Conclusión

Se describió los principales mecanismos de visualización, las magnitudes físicas de la luz, luminosidad y cromaticidad. Las afecciones más comunes en Ambato son: Miopía 50.43%, hipermetropía 7.26%, Astigmatismo 41.88%, Presbicia 2.14%, Discromatopsia 1.71%, Glaucoma 8.55%, Cuerpos Vitrales 1.28%, Cataratas 8.55% y Pterigión 0.85%.

5.1.2) Conclusión

Se evaluó los riesgos en salud mediante el modelo Kolluru, con relación entre aspectos tecnológicos y anatómicos. Se identificó el nivel de impacto que tiene cada componente de ajuste sobre las zonas oculares, generando como resultado niveles de riesgo importantes.

5.1.3) Conclusión

Se generó un conjunto de directrices vinculadas a la iluminación, al hardware y al software, de fácil asimilación y distribución. Para lo cual se comparó normativas existentes identificando existencias y carencias.

5.1.4) Conclusión

Se validó tales directrices a través de un plan piloto con 10 docentes. Mediante 3 etapas: encuesta previa, capacitación y tiempo de prueba, y encuesta posterior. Obtenido una reducción del 83.59 % en molestias iniciales.

5.2) RECOMENDACIONES

5.2.1) Recomendación

El estudio llevó registros de docentes con antecedentes de enfermedades sistémicas, por lo cual se recomienda un estudio dedicado plenamente a personas con dichas afecciones.

5.2.2) Recomendación

Durante la dispersión de las directrices se debe también incluir la capacitación de sistemas para la medición de niveles de iluminación.

5.2.3) Recomendación

Se recomienda promover directrices en sectores educativos e industriales para incrementar el enfoque visual dentro de planes de seguridad. Debido justamente al incremento del uso de computadoras en todas las instancias laborales. Como fundamento se puede señalar que las molestias músculo esqueléticas únicamente corresponden a un

20%, mientras que las molestias visuales rodean el 88%. Es decir, es más necesario el confort visual que el muscular.

5.2.4) Recomendación

Se recomienda un estudio adicional con dispositivos móviles de menor tamaño, y con sistemas operativos diferentes para una ampliación del presente estudio.

5.2.5) Recomendación

Se recomienda realizar un estudio del cambio de la capacidad visual de los docentes en función del tiempo.

5.2.6) Recomendación

Se recomienda realizar un estudio de las condiciones ambientales propias de la zona central del Ecuador (provincia de Tungurahua) y su impacto sobre la lubricación ocular en docentes. Principalmente en zonas de alto índice eólico y suelo semi-árido, pues sus condiciones provocan molestias como la resequedad ocular.

5.2.7) Recomendación

Realizar un programa de descanso (pausa activa) destinado a la carga ocular, principalmente que promueva la re-humectación, así como la movilidad de músculos oculares. Tal recomendación se debe a que el uso de dispositivos fuerza continuamente los músculos inferiores, atrofiando a los superiores. Por lo cual se puede realizar un plan de entrenamiento estresor para dichos músculos.

5.2.8) Recomendación

Realizar estudios separados de las configuraciones de imagen (brillo, contraste, saturación y temperatura), para poder identificar de mejor manera los porcentajes influyentes de dichos ajustes sobre las molestias generadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Cronología de la actuación de la OMS ante Covid-19,” *Organización Mundial de la Salud*, 2020. <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>.
- [2] M. Terneró, “El gobierno suspende eventos masivos y las actividades educativas en todo el Ecuador por el covid-19,” *El Comercio*, 2020. <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/suspendidos-eventos-masivos-ecuador-covid.html>.
- [3] “Boletín de prensa #36: Institutos técnicos y tecnológicos públicos inician sus clases de manera virtual,” *Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2020. <https://www.educacionsuperior.gob.ec/institutos-tecnicos-y-tecnologicos-publicos-inician-sus-clases-de-manera-virtual/>.
- [4] M. de Educación, “La jornada laboral docente rige desde el 18 de mayo y se aplica para las instituciones educativas fiscales,” *Gobierno del Ecuador*, 2018. <https://educacion.gob.ec/la-jornada-laboral-docente-rige-desde-el-18-de-mayo-y-se-aplica-para-las-instituciones-educativas-fiscales/> (accessed Nov. 23, 2021).
- [5] S. Royo, “NTP 139: El trabajo con pantallas de visualización,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2021. <https://studylib.es/doc/8464948/ntp-139--el-trabajo-con-pantallas-de-visualización> (accessed Sep. 06, 2021).
- [6] S. Morales, “Características del Estándar ANSI/ISA-101.01-2015: HMI para Sistemas de Automatización de Procesos,” *ISA México*, Mar. 2019. <https://www.isamex.org/intechmx/index.php/2019/02/12/caracteristicas-del-estandar-ansi-isa-101-01-2015-interfaces-humano-maquina-para-sistemas-de-automatizacion-de-procesos/> (accessed Oct. 21, 2021).
- [7] C. Davis, “Sustainability: Shining Light on What Natural Light Does For Your Body,” *North Carolina State University*, 2016. <https://sustainability.ncsu.edu/blog/changeyourstate/benefits-of-natural-light/> (accessed Nov. 09, 2021).
- [8] Contín, Benedetto, Quintero, and Guido, “Light pollution: the possible consequences of excessive illumination on retina,” *The Scientific Journal of the Royal College of Ophthalmologists*.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4763120/> (accessed Nov. 09, 2021).
- [9] L. Trahtemberg, “El impacto previsible de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la organización escolar,” *Revista Iberoamericana de Educación*. <https://rieoei.org/historico/documentos/rie24a02.htm> (accessed Oct. 24, 2021).
- [10] S. García, “Salud Mental: el verdadero reto del trabajo a distancia,” *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*, 2020. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/teletrabajo-bienestar> (accessed Oct. 24, 2021).
- [11] A. García, “Cómo afecta el estrés a la visión,” *Revista Sanitas*, 2020. <https://muysaludable.sanitas.es/mente-sana/como-afecta-el-estres-a-la-vision/> (accessed Oct. 24, 2021).
- [12] H. Giomar, “Grandes pandemias de la historia,” *National Geographic*, 2020. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/grandes-pandemias-historia_15178.
- [13] “Epidemias en la historia del Ecuador: desde la fiebre amarilla del siglo XIX hasta el coronavirus de la era digital,” *El Universo*, 2020. <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/03/21/nota/7789680/epidemias-historia-ecuador-fiebre-amarilla-siglo-xix-hasta/>.
- [14] “Por qué las escuelas por internet son peores que las tradicionales,” *BBC News*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/11/151104_educacion_online_interne_t_peor_lb (accessed Oct. 24, 2021).
- [15] “¿Cómo gestionar la seguridad y salud en el trabajo?,” *Organización Internacional del Trabajo*, 2020. <https://www.ilo.org/global/topics/labour-administration-inspection/resources-library/publications/guide-for-labour-inspectors/how-can-osh-be-managed/lang--es/index.htm> (accessed Oct. 24, 2021).
- [16] “Política de seguridad y salud para el Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional SECAP,” *Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional*, 2017. <https://www.secap.gob.ec/wp-content/PUBLICACIONES/otros/Politica-2.pdf> (accessed Oct. 24, 2021).
- [17] J. Sabaté, “Cómo calibrar en ocho pasos tu televisor para conseguir la mejor imagen,” *El Diario de España*, 2017. https://www.eldiario.es/consumoclaro/consumo-digital/como-ajustar-calibrar-imagen-televisor_1_1899069.html (accessed Oct. 24, 2021).

- [18] A. Ishc, “Acuerdo Ministerial Nro- MDT-2020-181: Expedir las directrices para la aplicación del teletrabajo en el código del trabajo, conforme lo establecido en la ley orgánica de apoyo humanitario para combatir la crisis sanitaria derivada del covid-19,” *Ministerio del Trabajo*, 2020. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/AM-MDT-2020-181-TELETRABAJO-14.09.2020-signed.pdf?x42051> (accessed Oct. 24, 2021).
- [19] “Ritmos circadianos,” *National Library of Medicine*, 2020. <https://www.nlm.nih.gov/education/fact-sheets/Pages/circadian-rhythms-spanish.aspx> (accessed Oct. 24, 2021).
- [20] L. Vargas, “Por qué el ciclo circadiano es importante para la salud,” *Universidad Nacional Autónoma de México*, 2019. <https://www.c3.unam.mx/noticias/noticia79.html> (accessed Oct. 24, 2021).
- [21] N. Tubay, “Las carreras técnicas también van a lo virtual, pero difiriendo las prácticas,” *Expresó*, 2020. <https://www.expreso.ec/guayaquil/carreras-tecnicas-virtual-difiriendo-practicas-9831.html> (accessed Nov. 23, 2021).
- [22] V. Heredia, “Postura, pérdida de audición, daños en la visión, ansiedad... El impacto de las clases virtuales en la salud; ¿qué hacer?,” *El Comercio*, 2020. <https://www.elcomercio.com/tendencias/sociedad/estudiantes-salud-clases-virtuales-teleeducacion.html> (accessed Nov. 23, 2021).
- [23] “Agenda Digital 2021-2022,” *Ministerio de Telecomunicaciones*, 2021. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Agenda-Digital-del-Ecuador-2021-2022-222-comprimido.pdf>.
- [24] “Recomendaciones para el cuidado de su salud visual,” *Ministerio de Salud*, 2020. <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Recomendaciones-para-el-cuidado-de-su-salud-visual.aspx> (accessed Jan. 04, 2022).
- [25] J. Landeta, “Que lo virtual no sea un medio de aprendizaje,” *El Comercio*, 2021. <https://www.elcomercio.com/cartas/virtual-medio-aprendizaje-cartas-direccion.html> (accessed Sep. 06, 2021).
- [26] R. Chavarría, “NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2021. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_211.pdf/e12d5914-642c-4f07-8938-6029c4fff94e (accessed Nov. 11, 2021).
- [27] T. Trautner, “The benefit of daylight: What does natural light play in developing

- the vision of our young children?,” *Michigan State University*, 2016. https://www.canr.msu.edu/news/the_benefit_of_daylight_for_our_eyesight (accessed Oct. 25, 2021).
- [28] A. Domínguez, “¿Es útil el filtro para luz azul de los lentes intraoculares y aéreos para mejorar la salud visual?,” *Rev. Mex. Oftalmol.*, vol. 94, no. 1, pp. 23–38, Feb. 2021, doi: 10.24875/RMO.M 20000104.
- [29] “Por qué poner la pantalla de tu teléfono en blanco y negro puede ayudarte a depender menos de tu celular,” *BBC News*, 2018. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44332326> (accessed Oct. 25, 2021).
- [30] R. María y D. Saura, “Estudio bibliográfico de los efectos de la luz azul relacionados con la prevención de riesgos laborales,” *Universidad Miguel Hernández*, 2019. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/5605/1/DÍAZ SAURA%2C ROSA TFM.pdf> (accessed Nov. 09, 2021).
- [31] “Óptica física y geométrica,” *Junta de Andalucía*, 2020. .
- [32] “Física Cuántica,” *Inst. Educ. Secund. El Clot - Univ. Val.*, 2017.
- [33] H. Young, *Física*, Pearson.
- [34] “La ley de Snell de la refracción,” *Universidad del País Vasco*, 2017. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/snell/snell.htm> (accessed Dec. 14, 2021).
- [35] R. Serway, *Física 2*, McGraw Hil. .
- [36] T. Álvarez, “NTP 1150: Riesgos ergonómicos uso nuevas tecnologías con pantallas,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2021. <https://www.insst.es/documents/94886/706209/NTP+1150+Riesgos+ergonómicos+en+el+uso+de+las+nuevas+tecnologías+con+pantallas+de+visualización+-+Año+2020.pdf/0ce76d93-5654-ae2f-2951-1918026c5133?version=1.0&t=1609344399238> (accessed Sep. 05, 2021).
- [37] “El espectro electromagnético,” *Universidad del País Vasco*, 2021. http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/cuantica/experiencias/espectro/espectro.html (accessed Dec. 28, 2021).
- [38] J. Rodríguez, “Polarización de la luz: conceptos básicos y aplicaciones en astrofísica,” *Revista Brasileira Ensino de Física*, 2018. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/MLGprs97gC59rknLtMMb5gP/#>.
- [39] M. Olmo, “Subtractive Color Mixing: Filters,” *Hyperphysics*, 2021. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/vision/filter.html#c1> (accessed Dec.

- 06, 2021).
- [40] Adriana Lira Oliver, “Irradiancia y Radiancia,” *Universidad Nacional Autónoma de México*, 2017. .
- [41] “Fundamentos físicos de la teledetección,” *Universidad de Murcia*, 2017. .
- [42] E. Gómez, “Radiometría y Fotometría,” *Universidad de Sevilla*, 2017. <http://laplace.us.es/campos/optica/general/opt-guia2.pdf>.
- [43] J. García, “Magnitudes y unidades de medida.,” *Universidad Politécnica de Cataluña*, 2018. <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html> (accessed Sep. 06, 2021).
- [44] M. Olmo, “Brightness and Night/Day Sensitivity,” *Hyperphysics*, 2021. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/vision/bright.html#c1> (accessed Dec. 06, 2021).
- [45] “Iluminación en el puesto de trabajo”, Instituto *Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2017. <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Iluminacion+en+el+puesto+de+trabajo/9f9299b8-ec3c-449e-81af-2f178848fd0a>.
- [46] M. Bestratén, *Ergonomía*.
- [47] W. Laurig and J. Vedder, “Ergonomía, Herramientas y Enfoques,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2018. .
- [48] R. Kolluru, *Manual de Evaluación y Administración de Riesgos*, McGraw Hil. .
- [49] “Evaluación de Riesgos,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2016. https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d.
- [50] M. B. Belloví y F. P. Malagón, “NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2017. .
- [51] J. Stellman, *Enciclopedia OIT*, Chantal Du. .
- [52] N. Damani, “Gestión de riesgos,” 2020.
- [53] M. Zuk and I. Ize, “5 La caracterización del riesgo al evaluar un riesgo para la salud humana.”
- [54] “Pantallas de visualización de datos,” *Universidad Complutense de Madrid*. .
- [55] E. Caballero, “Pantallas de visualización,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud*

- e Higiene en el Trabajo, 2021. https://www.insst.es/documents/94886/509319/DTE_PVD-guiaTecnica.pdf/09375e8b-1de6-4793-9d07-c06f0dc16f1c (accessed Sep. 05, 2021).
- [56] A. Mosley, “El tiempo frente a una pantalla y los efectos negativos de este en adultos y niños,” *Valleywide Health*, 2020. <https://blog.valleywisehealth.org/es/efectos-negativos-del-tiempo-de-pantalla-adultos-ninos/> (accessed Dec. 03, 2021).
- [57] “Síndrome de visión por computadora,” *American Optometric Association*, 2021. <https://www.aoa.org/healthy-eyes/eye-and-vision-conditions/computer-vision-syndrome?sso=y> (accessed Dec. 13, 2021).
- [58] F. De *et al.*, “Riesgo de CVS,” *Universidad Nacional de Loja*, 2017. .
- [59] S. E. Saldarriaga, D. G. Ochoa, L. L. García, P. A. M. Cardona, L. M. LLano, and E. M. V. Trespacios, “Síndrome de Visión por Computador: una revisión de sus causas y del potencial de prevención,” *CES Salud Pública*, Nov. 22, 2012. https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/2312 (accessed Jan. 20, 2022).
- [60] C. Puell, *Óptica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular*, Universidad. 2016.
- [61] R. Chou, T. Dana, C. Bougatsos, S. Grusing, and I. Blazina, “Screening for impaired visual acuity in older adults: Updated evidence report and systematic review for the US preventive services task force,” *JAMA - J. Am. Med. Assoc.*, vol. 315, no. 9, pp. 915–933, Mar. 2016, doi: 10.1001/jama.2016.0783.
- [62] J. Anshel, *Visual Ergonomics Handbook*, Taylor & F. .
- [63] “Síndrome visual informático,” *Colegio Nacional de Ópticos Optometristas*, 2020. <https://www.cnoo.es/salud-visual/sindrome-visual-informatico> (accessed Sep. 05, 2021).
- [64] “Ardor en los ojos”, *American Academy of Ophthalmology*, 2022. <https://www.aaopt.org/salud-ocular/sintomas/ardor-en-los-ojos> (accessed Jan. 20, 2022).
- [65] “Fotofobia,” *National Library of Medicine*, 2022. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003041.htm> (accessed Jan. 20, 2022).
- [66] “Fatiga ocular,” *Clínica Mayo*, 2022. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases->

- conditions/eyestrain/symptoms-causes/syc-20372397 (accessed Jan. 20, 2022).
- [67] “Dolor de ojos,” *Clínica Mayo*, 2022. <https://www.mayoclinic.org/es-es/symptoms/eye-pain/basics/causes/sym-20050744> (accessed Jan. 20, 2022).
- [68] L. Prat, “Dispositivos electrónicos,” *Universidad Politécnica de Cataluña*, 2017. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/189647/7.-_pantallas_electronicas_y_proyectores_de_video-4826.pdf.
- [69] F. M. M. Verdú, “Implementación de la modalidad b-learning en la asignatura optativa Ergonomía Visual,” *Cons. Super. Investigar. Científicas*, vol. 185, no. Extra, pp. 125–138, Sep. 2016, doi: 10.3989/ARBOR.2009.EXTRAN1210.
- [70] L. Herrera, A. Naranjo, and G. Naranjo, *Tutoría de la Investigación Científica*. .
- [71] O. Sánchez, *Probabilidad y Estadística*, Mc Graw Hi. .
- [72] “IESS ofrece a los asegurados más de 30 procesos en línea,” *Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social*, 2021. https://www.iess.gob.ec/es/sala-de-prensa/-/asset_publisher/4DHq/content/iess-ofrece-a-los-asegurados-mas-de-30-procesos-en-linea/10174?redirect=https://www.iess.gob.ec/es/sala-de-prensa%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_4DHq%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnorma (accessed Jan. 10, 2022).
- [73] “Cómo ver y administrar las respuestas de los formularios,” *Ayuda de Editores de Docs*, 2020. [https://support.google.com/docs/answer/139706?hl=es-419#zippy=%2c Consulta-las-respuestas-por-pregunta](https://support.google.com/docs/answer/139706?hl=es-419#zippy=%2c%20Consulta-las-respuestas-por-pregunta) (accessed Nov. 17, 2021).
- [74] “¿En qué consiste una matriz de riesgos?,” *ISO Tools Calidad*. <https://www.isotools.org/2015/08/06/en-que-consiste-una-matriz-de-riesgos/> (accessed Nov. 17, 2021).
- [75] “Unidad Educativa Guayaquil de Ambato,” *Info Escuelas Ecuador*, 2020. <https://www.infoescuelas.com/ecuador/tungurahua/unidad-educativa-guayaquil-en-ambato/> (accessed Nov. 30, 2021).
- [76] X. Quintana, “Las nuevas pantallas planas,” *Universidad Politécnica de Madrid*, 2017. https://www.researchgate.net/publication/242539330_Las_nuevas_pantallas_planas (accessed Dec. 16, 2021).
- [77] “Descripción de funcionamiento de un LCD,” *Samsung*, 2020. <https://www.samsung.com/latin/support/tv-audio-video/how-does-the-lcd-display-work/> (accessed Oct. 21, 2021).

- [78] “Pantallas LED modernas: Características, tecnologías, razones para elegir,” *Revista Screens*. <http://www.screens.ru/es/2012/1.html> (accessed Oct. 21, 2021).
- [79] A. A. Talin, K. A. Dean, and J. E. Jaskie, “Field emission displays: A critical review,” *Solid-State Electronics*, 2017. https://www.researchgate.net/publication/222364608_Field_emission_displays_A_critical_review (accessed Dec. 16, 2021).
- [80] “Ajuste de Imagen,” *Biblioteca de Ayuda LG*, 2021. <https://www.lg.com/cl/soporte/ayuda-producto/CT20106005-20151084302301> (accessed Dec. 15, 2021).
- [81] M. Scholand, “Medición del control automático del brillo en televisores: fundamental para la formulación de políticas eficaces,” *European Council foran Energy Efficiency Economy*, 2017. https://www.ecee.org/library/conference_proceedings/ecee_Summer_Studies/2017/7-appliances-products-lighting-and-ict/measurement-of-automatic-brightness-control-in-televitions-critical-for-effective-policy-making/ (accessed Dec. 15, 2021).
- [82] “Tecnología de los Contenidos Multimedia,” *Universidad Nacional de Educación a Distancia*, 2017. .
- [83] “MacBook Pro de 14 pulgadas,” *Apple Info*, 2021. <https://www.apple.com/la/macbook-pro-14-and-16/specs/> (accessed Dec. 28, 2021).
- [84] “Modo oscuro, la función que permite poner la pantalla en negro para ahorrar batería y cuidar tus ojos,” *BBC News*, 2019. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48357226> (accessed Dec. 28, 2021).
- [85] J. Herrera, “Análisis de la composición cromática del tejido residencial de la ciudad de Madrid,” *Universidad Politécnica de Madrid*, 2017. https://oa.upm.es/39180/1/JORDANA_HERRERA_MEJIA.pdf.
- [86] D. A. Kerr Issue, “The CIE XYZ and xyY Color Spaces,” *Stanford University*. .
- [87] “2. Cualidades del color. Tono, saturación, luminosidad. |.” https://www.lanubeartistica.es/dibujo_artistico_1/Unidad4/DA1_U4_T2/2_cualidades_del_color_tono_saturacin_luminosidad.html (accessed May 05, 2022).
- [88] J. Y. Park, R. Y. Ha, V. Ryu, E. Kim, and Y. C. Jung, “Effects of Color Temperature and Brightness on Electroencephalogram Alpha Activity in a

- Polychromatic Light-emitting Diode,” *Clin. Psychopharmacol. Neurosci.*, vol. 11, no. 3, p. 126, Dec. , doi: 10.9758/CPN.2013.11.3.126.
- [89] “Nitidez - Prueba LCD Lagom,” *Lagom*, 2021. <http://www.lagom.nl/lcd-test/sharpness.php> (accessed Dec. 16, 2021).
- [90] “Cambiar la resolución de pantalla,” *Microsoft Support*, 2021. <https://support.microsoft.com/es-es/windows/cambiar-la-resolución-de-pantalla-5effef3-2eac-e306-0b5d-2073b765876b> (accessed Dec. 16, 2021).
- [91] M. Dierks, “Electroluminescence,” *FH Münster University of Applied Sciences*, 2017. https://www.fh-muenster.de/ciw/downloads/personal/juestel/juestel/Electroluminescent_Light_Sources_Michael_Dierks_.pdf.
- [92] F. J. Azcondo and R. Zane, “Low Frequency Architecture for Multi-Lamp CCFL Systems With Capacitive Ignition,” *IEEE/OSA Journal of Display Technology*. https://www.researchgate.net/publication/224407465_Low_Frequency_Architecture_for_Multi-Lamp_CCFL_Systems_With_Capacitive_Ignition (accessed Dec. 15, 2021).
- [93] C. Scheuer *et al.*, “Disentangling inclusion in physical education lessons: Developing a resource toolkit for teachers,” *Phys. Educ. Sport Child. Youth with Spec. I Need Res. – Best Pract. – Situat.*, pp. 343–354, 2021, doi: 10.2/JQUERY.MIN.JS.
- [94] “¿Qué significa “tiempo de respuesta de la pantalla LCD”,” *Phillips*, 2021. <https://www.philips.es/c-f/XC000007475/¿qué-significa-“tiempo-de-respuesta-de-la-pantalla-lcd> (accessed Dec. 02, 2021).
- [95] N. Sadari *et al.*, “NPY and VGF immunoreactivity increased in the arcuate nucleus, but decreased in the nucleus of the tractus solitarius, of type-II diabetic patients,” *PLoS ONE*, Jul. 11, 2017.
- [96] J. García, *Anatomía*, McGraw Hil. .
- [97] B. Higashida, *Ciencias de la Salud*, McGraw Hil. Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.
- [98] A. Hernández, “NTP 252: Pantallas de Visualización de Datos: condiciones de iluminación,” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2018. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_252.pdf/46bfe27b-0c6a-4691-9d1e-a676dff98936 (accessed Oct. 21, 2021).

- [99] A. Felipe, “Óptica Fisiológica: El ojo teórico,” *Universidad de Valencia Diplomatura en Óptica y Optometría*, 2017. <https://www.uv.es/afelipe/Temasof/tema2.pdf>.
- [100] L. Hirst, “Pterygium,” *Cornea*, Sep. 01, 2021.
- [101] “Rodopsina. Diccionario médico,” *Universidad de Navarra*, 2021. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/rodopsina> (accessed Dec. 06, 2021).
- [102] T. J. Heesterbeek, L. Lorés-Motta, C. B. Hoyng, Y. T. E. Lechanteur, and A. I. de Hollander, “Risk factors for progression of age-related macular degeneration,” *Ophthalmic Physiol. Opt.*, vol. 40, no. 2, pp. 140–170, Mar. 2020, doi: 10.1111/OPO.12675.
- [103] “Rods and Cones,” *Hyperphysics*, 2021. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/rodcone.html>.
- [104] J. Arévalo, “Capacidad Visual,” *Asociación Española Centro de Reconocimiento de Conductores*, 2021. <https://centros-psicotecnicos.es/informacion-medica/capacidad-visual>.
- [105] L. Lara, “Agudeza Visual,” *Biblioteca Virtual de Salud Honduras*, 2017. .
- [106] “Estereopsis,” *Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante*, 2017.
- [107] “Prueba de campo visual,” *American Academy of Ophthalmology*, 2021. <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/prueba-de-campo-visual> (accessed Dec. 14, 2021).
- [108] A. Álvarez Valdivia, “NTP 694: Pantallas de visualización: tecnologías (II),” *Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo*, 2019. .
- [109] I. Abramov, J. Gordon, O. Feldman, and A. Chavarga, “Sex and vision II: Color appearance of monochromatic lights,” *Biol. Sex Differ.*, vol. 3, no. 1, doi: 10.1186/2042-6410-3-21.
- [110] “Sentido luminoso y conducción,” *Fundación Mapfre*, 2017. .
- [111] “Lentes convergentes y divergentes,” *Educaplus*, 2019. <http://www.educaplus.org/luz/lente1.html> (accessed Dec. 11, 2021).
- [112] “El ojo,” *National Library of Medicine*, 2020. https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/1094.htm (accessed Oct. 18, 2021).
- [113] A. P. Serrano, D. Jini, T. Camas Benítez, D. Rocío, D. Carmen, and S. Fonseca,

- “Fototransducción visual,” *Revista Mexicana de Oftalmología*, 2017. .
- [114] “Visión cromática,” *Clínica Novovisión*, 2021. <https://www.clinicasnovovision.com/blog/vision-cromatica/>.
- [115] “Enfermedades de los ojos,” *National Library of Medicine*, 2021. <https://medlineplus.gov/spanish/eyediseases.html> (accessed Jan. 20, 2022).
- [116] “Hipermetropía,” *Clínica Mayo*, 2021. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/farsightedness/symptoms-causes/syc-20372495> (accessed Dec. 14, 2021).
- [117] “Astigmatismo,” *American Academy of Ophthalmology*, 2021. <https://www.aaopt.org/salud-ocular/enfermedades/astigmatismo>.
- [118] “Presbicia,” *Clínica Mayo*, 2021. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/presbyopia/symptoms-causes/syc-20363328> (accessed Dec. 14, 2021).
- [119] R. Flores, “Estudio de Discromatopsia,” *Boletín Sociedad Peruana de Medicina Interna*, 2017. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v12n2/estudio.htm> (accessed Dec. 14, 2021).
- [120] C. Puell, “Anomalías de la visión del color,” *Universidad Complutense de Madrid*, 2020. .
- [121] M. García, “Los colores de la vida,” *Academia Mexicana de Ciencias*, 2018. https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/69_2/PDF/ColoresVida.pdf.
- [122] “Glaucoma,” *Clínica Mayo*, 2021. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/glaucoma/symptoms-causes/syc-20372839> (accessed Dec. 14, 2021).
- [123] “Cuerpo ciliar,” *National Library of Medicine*, 2021. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002319.htm> (accessed Dec. 06, 2021).
- [124] “Catarata,” *Clínica Mayo*, 2021. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/cataracts/symptoms-causes/syc-20353790>.
- [125] “Cataratas,” *American Academy of Ophthalmology*, 2021. <https://www.aaopt.org/salud-ocular/enfermedades/que-son-las-ataratas>.
- [126] World Health Organization, “World report on vision,” *World health Organization License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.*, 2019. https://www.who.int/health-topics/blindness-and-vision-loss#tab=tab_1 (accessed Apr. 28, 2022).
- [127] “Libros de texto – Ministerio de Educación,” *Ministerio de Educación*, 2021.

- <https://educacion.gob.ec/libros-de-texto/> (accessed Dec. 18, 2021).
- [128] M. de Educación, “SISTEMA INTEGRAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA ESCUELA Y LA COMUNIDAD-SITEC QUITO, OCTUBRE DEL 2015,” 2015.
- [129] “Cómo cambiar el modo de pantalla o ajustar el color de la pantalla según tus preferencias | Samsung México,” 2022. <https://www.samsung.com/mx/support/mobile-devices/how-to-change-the-screen-mode-or-adjust-the-display-color-to-your-preference/> (accessed May 02, 2022).
- [130] “Luz Azul,” *Óptica Larrera*, 2021. <http://opticalarrea.com.uy/informacion-luzazul2.html> (accessed Dec. 26, 2021).
- [131] “Tratamiento. Diccionario médico. Clínica Universidad de Navarra,” 2022. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tratamiento> (accessed Apr. 30, 2022).
- [132] B. D. Segura, M. José, and R. Calvo, “Notas Técnicas de Prevención Radiaciones ópticas artificiales: criterios de evaluación.”
- [133] “División jerárquica judicial,” *UNAM*, 2017. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2926/13.pdf>.
- [134] Q. Tian, L. Ran, C. Zhao, Z. Zhou, and H. Wu, “Effects of Screen Brightness on Visual Performance Under Different Environments,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 955, pp. 155–163, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-20227-9_15.
- [135] “Color y Contraste,” *Universidad Complutense de Madrid*, 2021. <https://biblioteca.ucm.es/edicionweb/contraste-y-color> (accessed Dec. 20, 2021).
- [136] “Accesibilidad en Penn State,” *Pennsylvania State University*, 2021. <https://accessibility.psu.edu/legibility/fontface/> (accessed Dec. 19, 2021).
- [137] B. Redondo, J. Vera, A. Ortega-Sánchez, R. Molina, and R. Jiménez, “Effects of a blue-blocking screen filter on accommodative accuracy and visual discomfort,” *Ophthalmic and Physiological Optics*, Nov. 01, 2020. .
- [138] G. Díaz, “Calculadora piloto,” 2022. <https://www.crutzen.net/n.htm>.

ANEXOS




Anexo 1 Capacitación a docentes



Anexo 2 Presentación entrega de proyecto a rector de la UEG

FICHA PARA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE PELIGRO

Datos de Generales					
Razón Social:	Unidad Educativa Guayaquil	Representante Legal	Marco Fiallos		
Evaluador:	Andrés Danilo Salinas Vargas				
Localización:	Ambato, Tungurahua	Código	UEG-GR-IFP-1		
Fecha de Realización:	18/11/2018	Ficha N°:	1	de	1
Identificación de la fuente de peligro					
PROCESO PRODUCTIVO	Clases virtuales impartidas por docentes de la Unidad Educativa Guayaquil				
PUESTO DE TRABAJO	Docente titular para bachillerato de la Unidad Educativa Guayaquil				
SUBPROCESO O ACTIVIDAD	Clases de forma virtual				
FUENTE DE PELIGRO					
Fuente de peligro		FOTO			
Luz no natural de PVD					
Tipo de Riesgo					
Riesgo físico y ergonómico					
Detalle:					
<p>1) Riesgo físico: La luz no natural es una fuente de energía constante, perteneciente al espectro electromagnético.</p> <p>2) Riesgo ergonómico: La didáctica virtual implica el uso de colores, negando la libre elección a configuraciones alternativas.</p>					
Normativas de Referencia					
REAL DECRETO 488/1997 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización”					
NTP 139: El trabajo con pantallas de visualización					
NTP 232: Pantallas de visualización de datos (PVD)					
NTP 1150: Riesgos ergonómicos en el uso de las nuevas tecnologías para pantallas de visualización					
Fatiga visual es una molestia reversible debido al uso prolongado de PVD					
El tiempo prolongado de uso de PVD se define como el uso continuo de 2 horas					
Los trabajadores usuarios son aquellos que utilizan PVD por 4 horas diarias o 20 semanales					
Revisión # 01					
REVISADO POR:	Ing. Fernando Urrutia Mg.	FECHA DE ÚLTIMA REVISIÓN	18/12/2021		
APROBADO POR:	Ing. Fernando Urrutia Mg.	FECHA DE APROBACIÓN	18/12/2021		



Memorando Nro. IESS-HG-AM-DIN-2022-0013-M

Ambato, 06 de enero de 2022

PARA: Sr. Dr. Santiago Vicente Pallo Sarabia
Director Médico del Hospital General - Ambato, Encargado

ASUNTO: AUTORIZACION PARA ENCUESTA EN EL ÁREA DE
OFTALMOLOGIA AL SR. SALINAS VARGAS ANDRES DANILO

De mi consideración:

En respuesta a la sumilla inserta 14-26 (estudiar, proceder) en oficio S/N de fecha 22 de diciembre de 2021, me permito indicar que una vez revisado el documento se autoriza la ejecución de la encuesta dirigida a médicos especialistas en el área de Oftalmología como parte del trabajo de investigación con el tema "***DISEÑO DE DIRECTRICES ANTE EMISIONES DE LUZ NO NATURAL PARA CUIDADO EN SALUD VISUAL DE DOCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA GUAYAQUIL DENTRO DE SU PLAN DE SEGURIDAD***", por lo que solicito muy comedidamente se autorice al servicio correspondiente se brinde las facilidades para que la estudiante pueda realizar su trabajo de investigación.

Cabe mencionar que una vez terminado el proceso debe entregar a esta dependencia una copia del mismo debidamente legalizado.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Dr. Fabián Eduardo Yépez Yerovi
**RESPONSABLE DE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN, HOSPITAL
GENERAL-AMBATO**

Anexo 4 Carta aceptación del IESS para desarrollo de entrevistas a especialistas

Encuesta Exploratoria

Encuesta exploratoria a muestra de 234 docentes

1. Indique su rango de edad

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- 20-30
- 30-40
- 40-50
- Más de 50

2. ¿Cuántos días por semana utiliza el computador en actividades laborales?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- 0 a 1
- 1 a 2
- 2 a 3
- 3 a 4
- 4 a 5
- 5 a 6
- todos los días de la semana

3. ¿Cuántas horas al día utiliza el computador para actividades laborales?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- 0 a 1
- 1 a 2
- 2 a 3
- 3 a 4
- 4 a 5
- 5 a 6
- 6 a 7
- 7 a 8

4. ¿Utiliza el computador sin interrupciones por más de 2 horas seguidas?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Sí
 No

5. Señale las configuraciones que utiliza en computador de trabajo

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Brillo
 Temperatura
 Contraste
 Saturación
 Monocromático
 Otros

6. Señale elementos físicos que utilice para mitigar el impacto luminoso:

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Antirreflejo
 Filtro de color
 Colirio humectante
 Iluminación artificial
 Iluminación natural
 Ninguno

7. ¿Ha recibido capacitación sobre el cuidado visual para el trabajo virtual?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Sí
 No
 Opción 3

8. ¿Padece o consume alguna opción?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Diabetes
- Hipertensión
- Colesterol Alto
- Tabaco
- Artrosis

9. 9) Señale molestias que haya sentido debido al trabajo virtual, seleccione sensaciones extraoculares que haya sentido debido al trabajo virtual

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Ojo Seco
- Fatiga
- Cefalea
- Enfoque lento
- Visión borrosa
- Irritación
- Ardor
- Dolor ocular
- Lagrimeo
- Fotofobia

10. 10) Señale trastornos que haya sufrido debido al trabajo virtual

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Miopía
- Hipermetropía
- Astigmatismo
- Presbicia
- Dicromatopsia
- Glaucoma
- Cuerpos
- Cataratas
- Pterigi3n

Encuesta Previa

1. Señale, si padece alguna de las siguientes molestias.

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Ojo Seco
- Fatiga
- Cefalea
- Enfoque Lento
- Visión Borrosa
- Irritación
- Ardor
- Dolor Ocular
- Lagrimeo
- Visión Doble
- Fotofobia

2. Señale el nivel de cansancio visual que presenta durante su trabajo.

Marca solo un óvalo.

- Nada Cansado
- Poco Cansado
- Moderadamente Cansado
- Muy Cansado
- Extremadamente Cansado

3. Señale, Si usa alguno de los siguientes filtros de computador

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Ninguno
- Nivel de Brillo
- Alto Contraste
- Saturación de Color
- Temperatura o Luz Nocturna

Encuesta Posterior

1. Indique el nivel de cansancio que ha presentado durante su trabajo:

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Nada cansado
- Poco cansado
- Moderadamente cansado
- Muy cansado
- Extremadamente cansado

2. Señale si padece alguna de las siguientes molestias:

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Ojo seco
- Fatiga
- Cefalea
- Enfoque lento
- Vision borrosa
- Irritación
- Ardor
- Dolor ocular
- Lagrimeo
- Vision doble
- Fotofobia

3. Señale si utiliza alguno de los siguientes filtros

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Nivel de Brillo
- Alto Contraste
- Calibración de color
- Luz nocturna