

ação ergonômica volume 4, número 1

EFECTOS DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN, TIPOGRAFÍA Y CONTRASTE DE COLOR ENTRE TEXTO/FONDO EN LA ASTENOPIA PROVOCADA POR LECTURA CON PANTALLAS DE CRISTAL LÍQUIDO

Rosa María Reyes Martínez

Universidad de Guadalajara, Jalisco, México
e-mail: rosyreyes2001@yahoo.com

Lilia Roselia Prado León

Universidad de Guadalajara, Jalisco, México
e-mail: ailil_p@yahoo.com.mx

Resumen: Neste El objetivo del estudio fue analizar los efectos de los factores tiempo de exposición en 2, 4 and 6 horas, los tipos de tipografía para Times New Roman, Courier y Arial y el contraste de color entre texto/fondo casos blanco/negro, blanco/azul y amarillo/azul, en la fatiga visual entre sujetos realizando lectura con pantallas de cristal liquido (LCD). La tarea experimental consistió en lectura de material electrónicos. Síntomas de ojo seco como indicador de astenopia fueron medidas por un equipo de 6 optometristas, quiénes utilizaron la prueba de Fluoresceína para la medición del tiempo de ruptura de la película lagrimal. Los resultados demostraron significancia estadística en las interacciones Tiempo de exposición* tipografía ($p=0.012$), y Tiempo de exposición* tipografía * contraste de color texto/fondo ($p=0.000$). La conclusión principal sugiere que el tiempo de exposición en la actividad de lectura con LCD no exceda 2 horas de lectura continua, cuando los lectores utilicen los tipos de tipografía y contrastes de color entre texto/ fondo analizados en esta investigación.

Palabras clave: Fatiga visual, Ojo seco, Tiempo de Rompimiento de Película lagrimal, Pantallas de cristal líquido

Abstract: The aim of this study was to analyze the effects of exposition time (2, 4 and 6 hours), the font types (Times New Roman, Courier and Arial) and text/background color combination (white/black, white/blue and, yellow/blue) on visual fatigue related to subjects performing reading task with Liquid Cristal Display (LCD). The experimental task consisted of reading electronics materials. Symptoms of dry eye as indicator of astenopia were measured by a team of six optometrists; they used the Measurement of Fluorescein Tear Film Break-up Time tests. The results of this study showed significant effect between interactions of exposition time* font types ($p=0.012$), and exposition time* text/background color combination* font types ($p=0.000$). The main conclusion suggests that exposition time in reading conditions task with LCD should not be greater than 2 continues reading hours, when readers using font type and text/background color combination which was analyzed in the current research.

Keywords: Visual fatigue, dry eye, Tear Film Break-up Time, Liquid Cristal Displays.

1. INTRODUCCIÓN

As El uso de la computadora en el centro de trabajo ha aumentado considerablemente en los últimos 20 años. En los Estados Unidos, de acuerdo con los datos del Census Bureau's Current Population realizado en septiembre de 2001, aproximadamente 76 millones de trabajadores con edades superiores a los 18 años usaban la computadora en su trabajo (Anshel 2006). Este incremento trajo consigo un aumento en los problemas visuales y musculoesquelétales (Turville, Psihogios, Ulmer y Mirka, 1998; Anshel, 2007) .

Los problemas visuales se han reflejado en la atención a la salud visual. En este sentido, la Asociación Americana de Optometría (AOA) realizó un estudio mediante una encuesta de opinión. Entre los resultados más relevantes reportó que 10 millones de exámenes visuales de atención primaria se realizaban anualmente en los Estados Unidos a causa de problemas asociados con el uso de la computadora. (Sheedy y Parsons, 1990).

La mayoría de los estudios relacionados con los problemas de visión indican que los síntomas de problemas visuales ocurren en más de un 75% de los usuarios de computadoras (Dain, McCarthy, y Chan-Ling, 1988; Smith, Cohen, y Stammerjohn, 1981; Anshel, 2007; Leavitt, 1995; AOA, 1995; Tamez, Ortiz y Martinez, 2003). Entre los problemas reportados con mayor frecuencia se mencionan: vista cansada, visión borrosa, dolor de cabeza, ojo

seco o irritado, dolor de cuello o espalda, fotofobia, y visión doble.

Un estudio respecto a los riesgos y daños a la salud entre los trabajadores pertenecientes a un diario informativo, quienes estuvieron expuestos por el uso de pantallas visuales encontraron que el padecimiento más frecuente fue la fatiga visual con una prevalencia del 85% ligeramente superior a las reportadas en otras poblaciones de usuarios (Tamez et al, 2003; Sánchez et al, 1996; Gobba, Broglia, Sarti, Luberto y Cavalleri, 1988)

Tyrrell y Leibowitz (1990)describen la condición de vista cansada como una incomodidad poco precisa la cual puede ser localizada en ojos o cabeza y la incluyen en una categoría más grande denominada fatiga visual. Estos autores definen la fatiga visual como algún síntoma o sufrimiento visual de naturaleza subjetiva, como resultado de la demanda del sistema visual.

El problema de vista cansada es frecuentemente provocado por una actividad prolongada que demanda al individuo el uso de la visión cercana cuando ejecuta un trabajo. Es consecuencia de que la acomodación del ojo para lograr el enfoque visual obliga a músculos oculomotores y ciliares a realizar la función de contracción y a mantenerla. La vista cansada puede ser resultado de la utilización de la computadora por períodos prolongados (Clark, 2006; U.S.Department of Labor, 2004).

La vista cansada, o astenopia conocida como fatiga visual, puede clasificarse en 2 tipos: uno de naturaleza interna que consiste en sensaciones de cansancio y dolor en el interior del ojo a causa del esfuerzo de acomodación y los mecanismos de convergencia, y otro de tipo externo compuesto de sensaciones de resequead e irritación en la parte frontal de los ojos provocado por las condiciones en el entorno de visualización. El síntoma de las sensaciones externas de resequead en los ojos se presenta debido a la contracción de la porción del músculo orbicular oculi propiciando entrecerrar el parpado en un intento por mejorar la visión, dando como resultado una reducción en el parpadeo, característica de una condición de ojo seco.(Sheedy 2007; Clark, 2006; U.S. Department of Labor, 2004).

La fatiga visual como tópico de estudio cobra importancia después de 1970 con la introducción de las unidades de pantallas de computadora (VDT's) en las oficinas (Ukai y Howarth, 2008; Ong, Koh y Phoon, 1988). Un intento para reducir este problema ha sido realizado por la Organización Internacional para Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) institución que ha publicado recomendaciones para realizar trabajo con VDT's y reducir la fatiga visual ISO 9241-3 (1992). Sin embargo aun con esta medida en nuestros días muchas personas sufren de fatiga visual.

El uso de computadoras ha aumentado tanto en oficinas como en el hogar; y ha

propiciado un incremento en la lectura de material electrónico Mayes, Sims y Koonce (2001).La fatiga visual en la lectura de material electrónico puede presentarse cuando: se realiza un trabajo de precisión, se da lectura a un texto cuya legibilidad es pobre y las imágenes de la computadora son de mala calidad , la lectura se realiza con iluminación inadecuada, se expone al parpadeo de luces y cuando la persona presenta una ametropía incorrecta (Ukai y Howarth, 2008) .

Existen algunos factores que influyen en el desempeño y la fatiga visual de las personas. Algunos estudios previos mencionan que la iluminación ha sido uno de los factores más importantes que afectan el desempeño e influyen en la fatiga visual de los trabajadores en centros de trabajo con pantallas visuales (Lin, Hwang, Jeng y Liao, 2008; Sheedy, Smith y Hayes, 2005).Se ha discutido el efecto de la iluminación sobre la legibilidad y los efectos del tamaño de los caracteres bajo el ambiente de iluminación y las fuentes de luz sobre la legibilidad (Wang y Chen 2003; Anshel ,2007).

La iluminación puede degradar la legibilidad, a causa de un encandilamiento no deseado. Algunos investigadores revelan, que la legibilidad de un artículo electrónico aumenta con un nivel de iluminación en un rango de 200-1500 luxes, pero disminuye a niveles mayores de 1500 luxes como consecuencia de un aumento en el encandilamiento. (Kim y Koga,

2004; Lin et al, 2008; Sanders y McCormick, 1993)

Otro de los factores que contribuyen a la incidencia de la fatiga visual es el tiempo de exposición, en este sentido Knave et al (1985) citado por Howarth y Bullimore en Wilson y Corlett (2005)han reportado que un grupo de sujetos expuestos más de cinco horas de trabajo con pantallas visuales registraron mayores síntomas de incomodidad visual como resultado de un estudio de casos y controles. Desafortunadamente, los investigadores no hablan de las condiciones en las que los grupos fueron estudiados.

La combinación del color entre textos y fondos ha sido considerada por los investigadores como un factor que influye en la fatiga visual, cuando se utilizan las pantallas visuales. Investigadores mencionan que el uso inapropiado del color podría resultar en un pobre desempeño y una alta incidencia de incomodidad visual (Wang y Chen, 2003; Matthews, 1987). Ellos sugieren que en el texto se eviten los colores rojo y azul. Mientras que Sanders y McCormick (1993)recomiendan como los altos contrastes entre texto/ fondo las combinaciones blanco/negro y negro/ blanco.

El objetivo del estudio consistió en analizar los efectos de los factores tiempo de exposición, tipografía y contraste de color entre texto y fondo en la fatiga visual externa

provocada durante la actividad de lectura con pantallas de cristal líquido entre jóvenes de 18 a 24 años, mediante la prueba de Fluoresceína para medición del Tiempo de Ruptura de la Película Lagrimal (FBUT, por sus siglas en inglés) ,como un indicador para evaluar la resequedad del ojo, síntoma de fatiga visual.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se utilizó un diseño experimental factorial (Hernández, Fernández y Baptista, 2005). Se analizó el efecto de los factores tiempo de exposición, tipografía y contrastes de color entre texto/fondo en la presencia de fatiga visual tipo externa provocada por la lectura de material electrónico con pantallas de cristal líquido (LCD) La fatiga visual fue medida por un grupo de seis médicos optometristas pertenecientes a una prestigiada cadena de ópticas en Cd Juárez, Chih quienes realizaron las pruebas FBUT de calidad de lágrima.

2.1 Sujetos Participantes

Participaron en el estudio un total de 27 jóvenes, estudiantes voluntarios del Instituto Tecnológico de Cd Juarez, 10 mujeres y 17 hombres, el promedio de edad de las mujeres fue de 21 años mientras que los hombres presentaron una edad promedio de 22.5 años. La selección de la muestra fue realizada de un total de 150 estudiantes que acudieron a las ópticas a someterse a una revisión visual. Para participar

en el estudio fue necesario que los sujetos tuvieran una visión emétrepe con una agudeza visual 20/20, no utilizar anteojos y no presentar diagnóstico médico del problema visual de ojo seco.

2.2 Equipo Utilizado

En la ejecución de la tarea experimental, la cual consistió en la lectura de material electrónico se utilizó una sala de computo equipada con 27 equipos Lenovo 3000 J110 con pantallas de cristal liquido AOC193P. En la medición de la variable de respuesta se utilizó un Kit para prueba FBUT de calidad de lágrima. El material electrónico utilizado en la actividad de lectura consistió de libros electrónicos con temas de entretenimiento. El procesamiento de información se realizó con el paquete estadístico SPSS 15. La iluminación fue medida con un luxómetro EXTECH modelo 401025.

2.3 Diseño Experimental

Se utilizó un arreglo experimental. La variable dependiente fue el tiempo de rompimiento de la película lagrimal (TRPL) medida con la prueba de FBUT, antes y después de la realización de la tarea experimental. Los factores estudiados (variables independientes) fueron el tiempo de exposición en los niveles 2,4 y 6 horas, la tipografía a los casos de tipo de letra: Courier, Times New Roman y Arial y el contraste del color entre texto/ fondo; este último factor se analizó con las combinaciones negro / blanco (N/B), blanco/ azul (B/A) y

amarillo/ azul (A/A). La tonalidad utilizada para el color azul fue seleccionada mediante un sondeo previo de los azules utilizados en el diseño de páginas web, la tonalidad seleccionada fue la mezcla RGB 0,102,255.

La tarea experimental consistió en la lectura de libros electrónicos con temas de esparcimiento, para evitar el aburrimiento en los participantes (figura 1). Las condiciones de lectura fueron: una distancia de visión a 60 centímetros de la pantalla al ojo, la iluminación se mantuvo en un rango de 200-1500 luxes (para evitar el encandilamiento) y un tamaño de letra a 12 puntos. La lectura se llevó a cabo en posición sentado.

La velocidad de lectura no fue un aspecto importante en la ejecución de la tarea. Los sujetos participantes tuvieron libertad de establecer su propio ritmo de avance en el material de lectura. Sin embargo con el propósito de que los participantes mantuvieran sus ojos sobre la pantalla durante el tiempo de exposición se les pidió que contaran el número de veces que se repetía una determinada palabra en cada una de las páginas del material electrónico y posteriormente la registraran en un cuadro ubicado al final de la página.



Figura 1 - Sujetos Participantes durante la tarea experimental.

Los optometristas realizaron mediciones a cada sujeto antes y después de la tarea experimental (figura 2). Las combinaciones de las nueve condiciones experimentales fueron diseñadas con anterioridad, y su asignación a cada uno de los participantes se hizo mediante la aleatorización. Los participantes fueron ubicados en las 27 estaciones de cómputo y se les proporcionaron instrucciones para mantener la distancia de visión a 60 cms.

El modelo estadístico utilizado fue ANOVA. Se seleccionó un diseño factorial, un arreglo de 3k (tres factores con tres niveles), 27 observaciones para cada ojo (antes y después de la tarea experimental). El análisis estadístico se realizó con el paquete SPSS 15.

Los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas del modelo ANOVA fueron validados. La prueba de Kolmogorov-smirnov fue utilizada para probar normalidad en los datos y la de Bartlett para igualdad de

varianzas. no escopo deste trabalho, são requisitos funcionais de um sistema de informação que irão dar suporte crítico às atividades cognitivas do operador ao longo da execução de seu trabalho. Isto significa que estes requisitos serão fundamentais para a construção de sistemas de informação capazes de amplificar a capacidade de percepção situacional, tomada de decisões e planejamento de ações do operador.



Figura 2 - Médico optometrista realizando la prueba de FBUT.

3. RESULTADOS

Los resultados de la aplicación del modelo ANOVA para la fatiga visual tipo externa analizada mediante la prueba de calidad de lagrimea (FBUT), son mostrados en la tabla 1. Como se puede observar el modelo corregido explica el 73.3% de la variación observada significativa en la variable dependiente (TRPL).

Tabla 1- Análisis de Varianza para el Tiempo de Rompimiento de la Película Lagrimal

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	30.850(a)	26	1.187	2.849	0.004*
Tiempo de exposición	0.436	2	0.218	.523	0.599
Contraste	1.300	2	0.650	1.560	0.228
Tipografía	0.563	2	0.282	0.676	0.517
Tiempo de exposición * Contraste	1.105	4	0.276	0.663	0.623
Tiempo de exposición * Tipografía	6.524	4	1.631	3.916	0.012*
Contraste * Tipografía	3.908	4	0.977	2.346	0.080
Tiempo de exposición * Contraste * Tipografía	18.937	8	2.367	5.684	0.000*
Error	11.245	27			
Total	1017.725	54			

En relación a los efectos principales, el análisis de varianza mostró que los diferentes tiempos de exposición, los tipos de tipografía y los contrastes de color entre texto/fondo no presentaron un efecto significativo sobre el (TRPL).

La tabla 1 muestra los resultados de los efectos de interacción entre: Tiempo de exposición* Tipografía y Tiempo de exposición*Contraste* Tipografía, las cuales presentaron significancia estadística para $p < 0.05$.

Los efectos de la doble interacción entre los factores Tiempo de exposición y Tipografía sobre el Tiempo de rompimiento de la película lagrimal (TRPL) son presentados en el gráfico de la figura 3. Los valores de interés de las medias marginales estimadas para el TRPL son

los mayores (criterio lo mayor es lo mejor), ya que estos provocan menor síntoma de ojo seco. A los tiempos de exposición de 2 y 4 horas la tipografía que menos reseca los ojos es la Times New Roman y a 6 horas la tipografía tipo Arial.

En la figura 4 se presenta el diagrama de efectos de la interacción entre Tiempo de exposición* Tipografía*Contraste, para el contraste amarillo/azul.

Para este contraste de color entre texto fondo a los tiempos de exposición de 2,4 y 6 horas la tipografía TNR presentó las medias marginales mayores.

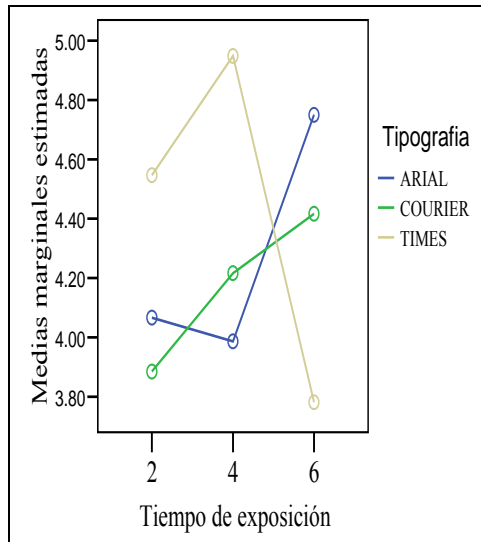


Figura 3 - Efectos de interacción entre Tiempo de exposición*Tipografía sobre TRPL.

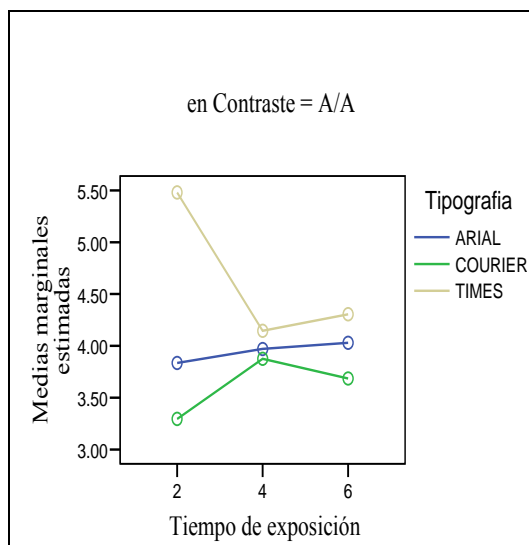


Figura 4 - Efectos de interacción entre Tiempo de exposición*Tipografía *Contraste para el caso (amarillo/azul).

La figura 5 muestra el gráfico de los efectos de interacción entre los tres factores Tiempo de exposición*Tipografía *Contraste y los TRPL. En el caso del contraste negro/blanco,

los tipos de tipografía que menos resecan los ojos para los diferentes tiempos de exposición fueron: en 2 horas la tipografía Times New Roman, a 4 horas el tipo de tipografía fue la Courier, mientras que para 6 horas la Arial.

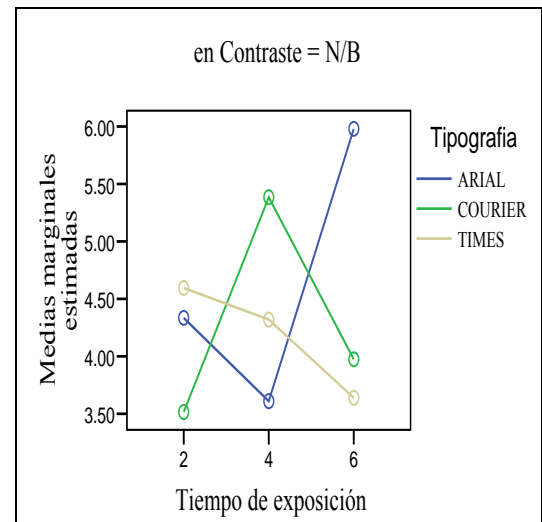


Figura 5 - Efectos de interacción entre Tiempo de exposición*Tipografía*Contraste para el caso (negro/blanco).

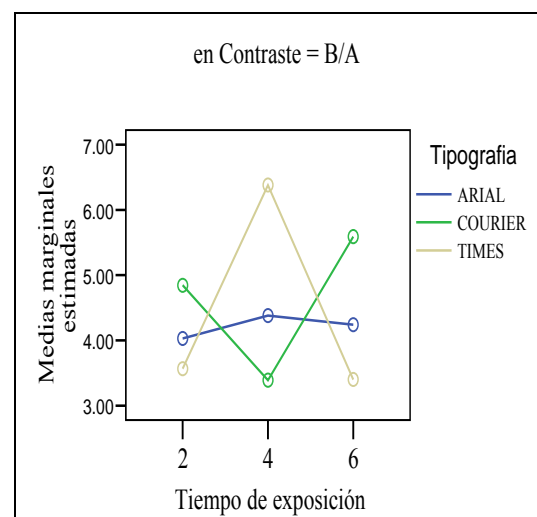


Figura 6 - Efectos de interacción entre Tiempo de exposición*Tipografía*Contraste para el caso (blanco/azul).

Como se puede observar en la figura 6, para un contraste de color entre texto/fondo blanco/azul los tipos de tipografía que menos resecan los ojos fueron: para un tiempo de exposición de 2 horas la tipografía Courier, el tipo de tipografía Times New Román para un tiempo de exposición de 4 horas y en el caso de 6 horas el tipo de tipografía Arial. Los gráficos de efectos de interacción fueron realizados con el paquete estadístico SPSS, que utiliza las medias marginales estimadas.

Una prueba estadística de muestras apareadas fue realizada para analizar los efectos del TRPL antes y después del experimento. La tabla 2 muestra los estadísticos para las muestras apareadas. La tabla 3 contiene los resultados de la prueba t-student para la diferencia de medias en muestras apareadas. Como se visualiza en la tabla, la diferencia de las medias de TRPL antes y después del experimento presentó una diferencia significativa ($t(53,56)=15.672, p=0.000$).

Tabla 2 Estadísticos para muestras apareadas.

Par	Medi a	N	Desviació n típica	Error típico de la media
TRPL antes	7.304	54	1.28606	0.17501
TRPL después	4.250 6	54	0.89121	0.12128

Los resultados de las pruebas de FBUT antes y después del experimento fueron identificados de acuerdo a la clasificación clínica de la probabilidad de la presencia de señales y síntomas de ojo seco presentada por (Isreb, Greiner, Korb, Glonek, Mody, Finnemore y Reddy, 2003) la cual se muestra en la tabla 4.

A partir de esta clasificación se determinó la categoría en la que se ubican las medias del TRPL antes y después del experimento. La clasificación se presenta en la tabla 5. La media de TRPL antes (7.8963), se clasificó en la categoría II, la cual corresponde a $5 \leq \text{TRPL} < 10$, que significa que se presenta una probabilidad intermedia de presentar signos y síntomas de ojo seco. En relación a la media de TRPL después (4.1381) fue clasificada en la categoría I, cuya interpretación establece que se presenta una probabilidad alta de presentar signos y síntomas de ojo seco en un intervalo de $0 \leq \text{TRPL} < 5$.

Tabla 3 Prueba de muestras apareadas para el Tiempo de Rompimiento de la Película Lagrimal

Par	Diferencias apareadas			95% Intervalo de confianza para la diferencia				Sig (bilateral)
	Media	Desviación típica	Error estándar de la media	Inferior	Superior	t	gl	
FBUT antes- FBUT después	3.04981	1.36291	0.18547	2.67781	3.42182	16.444	53	0.000

*Significancia estadística con $p < 0.05$

Tabla 4 Clasificación de la probabilidad de ojo seco basado en la prueba de FBUT

Categoría	TRPL (Segundos)	Interpretación de la categoría
I	$0 \leq \text{TRPL} < 5$	Una alta probabilidad de presentar señales y síntomas de ojo seco
II	$5 \leq \text{TRPL} < 10$	Una probabilidad intermedia de presentar signos y síntomas de ojo seco
III	≥ 10	Una baja o nula probabilidad de presentar signos y síntomas de ojo seco

Adaptada de (Isreb et al, 2003)

Tabla 5 Categorización de las medias de TRPL

Media TRPL antes	Media TRPL después
7.3004	4.2506
Categoría II $5 \leq \text{TRPL} < 10$	Categoría I $0 \leq \text{TRPL} < 5$

De acuerdo a la clasificación de (Isreb et al, 2003)

4. DISCUSIÓN

La Asociación Americana de Optometría ha identificado un problema de salud visual relacionada con el uso de la computadora, el cual ha denominado Síndrome de Visión por Computadora (CVS por sus siglas en inglés). Este problema puede incluir los siguientes síntomas: ojo seco e irritado, visión borrosa, dolor de cabeza, vista cansada, visión doble, distorsión del color, incapacidad para mantener el enfoque visual cercano, e incomodidad en cuello y hombros (Anshel, 2007; AOA, 1995; Sheedy, 2007).

Los resultados de este estudio mostraron que los factores tiempo de exposición, contraste de color entre texto/ fondo y tipo de tipografía influyen de manera conjunta en el TRPL. Todos los valores presentan síntoma de ojo seco, aunque unos más que otros. En la tabla 6 se muestran las diferentes combinaciones de los factores que presentaron menor síntoma de ojo seco, los cuales son resultado del análisis de la interacción utilizando las medias marginales estimadas del TRPL.

Tabla 6 Combinaciones de los factores tiempo de exposición, tipo de tipografía y contraste entre texto/fondo con menor síntoma de ojo seco.

Tiempo de exposición (horas)	Medias marginales	Contraste de color texto/fondo	Tipo de Tipografía
2	5.48*	A/A	TNR
	4.15	B/A	Courier
	4.30	N/B	TNR
4	4.84	A/A	TNR
	6.38*	B/A	TNR
	5.59	N/B	Courier
6	4.59	A/A	TNR
	5.38	B/A	Courier
	5.98*	N/B	Arial

*Menor síntoma de ojo seco, TNR (Times New Roman)

Los valores de las medias marginales estimadas para el TRPL, mostrados en la tabla 6

indican que a los diferentes tiempos de exposición los ojos presentaron el síntoma de ojo seco, de acuerdo a la clasificación de la prueba FBUT (Isreb et al 2003). Este hallazgo coincide con la Asociación Americana de Optometría, quienes establecen que una de las causas del Síndrome de Visión por Computadora ocurre porque la demanda visual de la tarea excede la capacidad del individuo de ejecutarla cómodamente. Por lo que un riesgo mayor de desarrollar este problema visual se presenta en aquellas personas que utilizan la computadora 2 o más horas continuas por día (AOA, 1995). Los resultados de otros estudios apoyan nuestros resultados. Taino (2006) encontró una prevalencia de astenopia del 51% en exposiciones por más de 20 horas/semana, asimismo Knave et al (1985) citado por Howarth y Bullimore en Wilson y Corlett (2005) menciona que el uso de VDT por más de 5 horas/día puede provocar síntomas de astenopia.

En relación al factor tipo de tipografía, los tres tipos Arial, Times New Roman y Courier presentaron síntoma de ojo seco tal y como se muestra en los gráficos de efectos de interacción de las figura 3-6. Esta situación puede ser atribuida a que las tipografías utilizadas en el estudio fueron diseñadas para su uso en textos impresos y no para pantallas de ordenador.

Sheedy (2007) menciona la importancia de la claridad de un texto como característica de una buena legibilidad en pantallas de ordenador, considera que la claridad es un factor importante en la determinación de los diseños de un tipo de tipografía seguro para la visión. El investigador considera que el tipo de texto Times New Román presenta uno de los más pobres diseños de tipografía respecto a su legibilidad en pantallas de ordenador. Debido a que

dicho texto es difícil de leer, tensiona los ojos y provoca que las personas los entrecierren al leerlo en un intento por lograr claridad en el texto, causando de este modo el malestar asociado con CVS.

Las tipografías Times New Roman y Courier pertenecen a la categoría serif (con serifas), las cuales fueron diseñadas para una buena legibilidad en textos impresos en papel (Ferrari y Short, 2002). Pero su uso en pantallas de ordenadores provoca pérdida de legibilidad. El uso de la tipografía serif, en pantalla de ordenadores viola las convenciones sobre las reglas básicas creadas para los materiales impresos. Las líneas de los bloques de texto utilizados en pantallas, en general requieren que el lector gire su cabeza ligeramente o fuerce los músculos del ojo para poder seguir las líneas de texto. Desafortunadamente, una gran parte de las páginas en la web tienen el doble de ancho del alcance normal del ojo, por lo que se requiere de un esfuerzo extra para leer estos textos (Ferrari y Short, 2001).

Algunos investigadores sugieren que en el texto se eviten los colores rojo y azul (Mathews, 1987; Prado y Ávila, 2006), ya que estos pueden inducir a fatiga visual y sensación de náusea (Wang y Chen, 2003) de igual manera Sanders y McCormick (1993) recomiendan como los altos contrastes fondo blanco y texto negro y fondo negro y texto blanco. Al respecto Prado y Ávila (2006) recomiendan que para el diseño de páginas web se evite el uso de los colores de bajo contraste.

En nuestro estudio el interés se centró en los altos contrastes siguiendo las recomendaciones de los investigadores antes mencionados, se analizaron los contrastes N/B, B/A y A/A, aunque la combinación de más alto contraste es N/B, los resultados no

sugieren efectos muy diferentes entre ellos y además todos contribuyeron al síntoma de ojo seco.

En la presente investigación los resultados de la prueba FBUT fueron utilizados como un indicador de ojo seco, y no como un diagnóstico de la enfermedad, ya que este síntoma fue inducido por medio de las condiciones experimentales (factores involucrados en la tarea experimental). La aplicación de la clasificación de la probabilidad de signos y síntomas de ojo seco basado en la prueba FBUT Isreb et al (2003) permitió identificar los efectos antes y después del experimento. Antes del experimento se presentó una dominancia del nivel II, con una media de 7.304 segundos, lo cual puede interpretarse de acuerdo a Isreb et al (2003) como la existencia de una probabilidad intermedia de presentar señales y síntomas de ojo seco. Después del experimento se observa una dominancia del nivel I con un valor de la media 4.2506 segundos presentándose una probabilidad alta de presentar señales y síntomas de ojo seco.

El nivel III cuya probabilidad de signos y síntomas de ojo seco es nula con un FBUT ≥ 10 segundos y representa las condiciones ideales para un ojo normal. Aun cuando los jóvenes participantes en el experimento fueron diagnosticados con salud visual buena y sin diagnóstico del padecimiento de ojo seco, pudiese interpretarse como una contradicción ya que en condiciones iniciales (antes del experimento) fueron ubicados en el nivel II, esta situación es explicada por Isreb et al (2003) quienes mencionan que es común que los síntomas de ojo seco sean atribuidos a causas tales como alergias y condiciones ambientales, se considera que en nuestro este estudio influyeron las condiciones ambientales antes y después de la tarea experimental,

identificando la humedad como la condición principal debido a que no fue posible controlarla.

La presencia de signos y síntomas de ojo seco que caracterizan la fatiga visual de tipo externo fue evidente en el estudio se coincide con un gran número de investigadores respecto a que síntomas de vista cansada y el ojo seco pueden ser resultado del uso de la computadora por períodos prolongados, debido a que el uso de la computadora demanda un gran esfuerzo de la visión de cerca la cual puede dar lugar a la inhibición del parpadeo y como consecuencia la presencia de síntomas de ojo seco (Sheedy, 2007; Isreb et al, 2003; Clark, 2006; U.S. Department of Labor, 2004; Ousler, Gomes, Crampton y Abelson, 1999; Nakamory, Odawara, Nakajima, Mizutani y Tsubota, 1999; Nakaishi y Yamada, 1999; Yaginuma, Yamada y Nagai, 1990; Tsubota y Nakomori, 1993; Dianoff, Happ y Crane, 1981; Rossignol, Pechter, Summers y Pagnotto, 1987).

5. CONCLUSIONES

El uso de terminales de pantalla de vídeo (VDTs) se asocia con una disminución de la frecuencia de parpadeo y una mayor tasa de evaporación de la lágrima a causa de las alteraciones en la película lagrimal normal, esto conduce a la fatiga ocular, que es uno de los principales síntomas de ojo seco. Los resultados experimentales sugieren que los factores tiempo de exposición, contraste de color entre texto/ fondo y el tipo de tipografía son factores que influyen en los signos y síntomas de ojo seco y por consecuencia en la fatiga visual de tipo externa. Estos hallazgos son válidos bajo las siguientes condiciones experimentales: distancia de visión de 60 centímetros, monitores con pantalla de cristal líquido, tamaños de letra 12 puntos rango de

iluminación 350-1450 luxes medidos en cada una de las 27 terminales de cómputo utilizadas y una temperatura promedio del aire de 26.3o C.

Todas las combinaciones de los factores tiempo de exposición, tipo de tipografía y contraste de color texto/fondo presentaron síntomas de ojo seco (ver tabla 6), pero las que menos resecaron los ojos fueron: Tipografía TNR con contraste de color A/A en 2 horas de tiempo de exposición, TNR con B/A en 4 horas y Arial en contraste N/B para 6 horas de tiempo de exposición. Se sugiere que los usuarios de pantallas de ordenadores no excedan de 2 horas de lectura continua si se presentan condiciones de lectura similares a las de nuestro estudio.

Debido a la característica multifactorial y la complejidad que presenta reducir la fatiga visual es preciso que los usuarios de pantallas de ordenador sigan las recomendaciones que presentan las guías ergonómicas ISO 9241-3 (1992), las cuales tienen como propósito orientar al usuario en el cuidado de su salud visual. Consideramos que los hallazgos encontrados en nuestro estudio puedan ser de utilidad para los diseñadores de páginas web y de revistas electrónicas.

Los pocos estudios encontrados respecto a los efectos de la legibilidad de los materiales electrónicos y su impacto en la salud visual de los usuarios de pantallas de ordenador sugieren la necesidad de realizar más investigaciones donde se analicen las tipografías que han sido diseñadas para su uso en material electrónico, entre estas tipografías se encuentran la Verdana y la Georgia (Ferrari y Short, 2002). De igual manera se visualiza un gran reto para los profesionales de diseño digital quienes deberán diseñar procesadores de texto que reduzcan

los efectos perjudiciales en la salud visual de los usuarios.

AGRADECIMIENTOS

Manifestamos nuestro profundo agradecimiento a los directivos de la empresa ópticas 20/20 quienes nos brindaron las facilidades en la realización del presente estudio. A los médicos optometristas Eddiel Lardizábal Enríquez, Gerardo Romero Ramos, Manuel Villegas Campos, Rodolfo Salazar Sánchez y Cesar Vargas Ortiz quienes con su profesionalismo, experiencia, conocimientos, entusiasmo, y espíritu de colaboración realizaron las pruebas optométricas, asimismo a todos los jóvenes estudiantes del ITCJ que participaron en el experimento, al Ing. Noé Rosales por su apoyo logístico durante la realización del experimento. Les externamos a todos nuestro cariño y agradecimiento.

REFERENCIAS

- AMERICAN OPTOMETRIC ASSOCIATION. (1995). Guide to the clinical aspects of computer vision syndrome. St. Louis: American Optometric Association.
- ANSHEL, J. (2006). Visual Ergonomics in the Workplace Improving eye care and vision can enhance productivity. *Professional Safety*, 51(8) 20-25.
- ANSHEL, J. (2007). Visual Ergonomics in the Workplace. *AAOHN Journal*. 55(10), 414-420.
- CLARK, C. (2006). End user computing ergonomics facts or fads? *Journal of Organizational and End User Computing*, 18(3), 66-76
- DAIN, S. J., MCCARTHY, A. K. & CHAN-LING, T. (1988). Symptoms in VDU operators. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 65(3), 162-167.
- DAINOFF, M.J., HAPP, A. & CRANE P. (1981). Visual fatigue and occupational stress in VDT operators. *Human Factors*, 23:421-438.
- FERRARI, T. & SHORT, C. (2001). Legibilidad y comprensión en la red. Recuperado el 15 de diciembre de 2008, en <http://tpgbuenosbuenosaires.tipografica/workshops/apuntes/legibilidad.html>
- FERRARI, T. & SHORT, C. (2002). Legibilidad y comprensión en la World Wide Web. Tipográfica buenos aires. Recuperado el 15 de diciembre de 2008, en <http://bigital.org/tipo2-venancio/>
- GOBBA, F.M., BROGLIA, A., SARTI, R., LUBERTO, F., & CAVALLERI, A. (1988). Visual fatigue in video display terminal operators: Objective measure and relation to environmental conditions. *International Arch Occupational Environmental Health*; 60(2):81-87.
- HERNÁNDEZ, S.R., FERNÁNDEZ, C.C. Y BAPTISTA, L.P. (2005). *Metodología de la Investigación*. Distrito Federal, México: Mc Graw Hill.
- HOWARTH, P.A. & BULLIMORE, M.A. (2005). Vision and Visual Work. En J.R Wilson & N. Corlett (Eds), *Evaluation of Human Work* (pp.573-604). U.S.A. Taylor & Francis Group.
- ISO, (1992.) Ergonomics requirements for office work with Visual Display Terminals (VDTs)- part 3: visual display requirements, ISO 9241-3 (other parts of ISO 9241 published in 1992-2000 are also related)
- ISREB, M.A., GREINER, J., KORB, D.R., GLONEK, T., MODY, S.S., FINNEMORE, V. et al (2003). Correlation of lipid layer thickness measurements with fluorescein tear film break up time and Schimer's test. *Eye*. 17, 79-83.
- KIM, W. Y KOGA, Y. (2004). Effect of local background luminance on discomfort glare. *Building and environment*, 39, 1435-1442
- LEAVITT, S. (1995) Lower your VDT monitors. *Workplace Ergonomics*, 32-35
- LIN, P., LIN, Y., HWANG, SH., JENG, SH., LIAO, CH. (2008). Effects of anti-glare surface treatment, ambient illumination and bending curvature on legibility and visual fatigue of electronic papers. *Displays*. 29, 25-32.
- MATTHEWS, M.L. (1987). The influence of colour on CRT reading performance and subjective comfort under operational conditions. *Applied Ergonomics*, 323-328.
- MAYES, D., SIMS, V. & KOONCE, J. (2001). Comprehension and Workload differences for VDT and paper-based reading. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 28, 367-378.
- NAKAISHI, H. & YAMADA, Y. (1999). Abnormal tears dynamics and symptoms of eyestrain in operators of visual display terminals. *Occupational Environmental Med*. 56: 6-9.
- NAKAMORI, K., ODAWARA, M., NAKAJIMA, T., MIZUTANI, T. & TSUBOTA, K. (1997). Blinking is controlled primarily by ocular surface Conditions. *Am Journal of Ophthalmology* 124, 24-30.
- ONG, C., KOH, D. & PHOON, W. (1988). Review and reappraisal of health hazards of displays terminal. *Displays*. 9, 3-13.
- OUSLER, G., GOMES, P., CRAMPTON, H. & ABELSON, M. (1999). The effects of a lubricant eye drop on the signs and symptoms of computer vision syndrome (CVS) exacerbated in a controlled adverse environment. *Invest Ophthalmology Visual Science*. 40 (ARVO Suppl): B722.
- PATEL, S., HENDERSON, R., BRADLEY, L., GALLOWAY, B. & HUNTER, L. (1991). Effect of visual display unit use on blink rate and tear stability. *Optometry Visual Science*. 68, 888-892.
- PRADO, L Y AVILA, CH. (2006). Factores ergonómicos en el diseño: percepción visual. Guadalajara, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.
- ROSSIGNOL, M.A., PECHTER, M.E., SUMMERS, V.M. & PAGNOTTO, L. (1987). Video display terminal use and

- reported health symptoms among Massachusetts clerical workers. *Journal of Occupational Med.* 29, 112–118.
- SANDERS, M.S. & MCCORMICK, E.J. (1993). *Human Factors and Engineering and Design*. Singapore: Mc Graw-Hill.
- SHEEDY, J. (2007). The physiology of eyestrain. *Journal of modern optics*. 54 (9) 1333-1341.
- SHEEDY, J.E., SMITH R., Y HAYES J. (2005), Visual effects of the luminance surrounding a computer display, *Ergonomics* 48 (9) 1114–1128.
- SHEEDY, J.E., PARSONS.S.D. (1990), The video display terminal eye clinic: Clinical report, *Optometric Vision Science* 67: 622-626.
- SMITH, M. J., COHEN, B. G. F. & STAMMERJOHN, L. W. (1981). An investigation of health complaints and job stress in video display operations. *Human Factors*, 23(4), 387-400.
- TAINO ET AL (2006). Asthenopia and work at video display terminals: study of 191 workers exposed to the risk by administration of a standardized questionnaire an ophthalmologic evaluation *Ital Med Lavergon*. 28 (4), 487,497.
- TAMEZ, G.S, ORTIZ, H.L Y MARTINEZ, A.S. (2003) Riesgos y daños a la salud derivados del uso de Video terminal. *Salud Pública de México*. 45 (3) Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Unidad Xochimilco. México, DF, México.
- TSUBOTA, K. & NAKOMORI, K. (1993). Dry eyes and video display terminals. *N Engl J Med*; 328: 584.
- TURVILLE, L.K., PSIHOGIOS, P.J., ULMER, R.T. & MIRKA, G.A. (1998) .The effects of video display terminal height on the operator: a comparison of the 15° y 40° recommendations. *Applied Ergonomics*, 29(4) 239 – 246.
- TYRRELL, R.A. & LEIBOWITZ, H.W. (1990). The relation of vergence effort to reports of visual fatigue following near work. *Human Factors* 32.341-357.
- UKAI, K. & HOWARTH, P. (2008). Visual Fatigue caused by viewing stereoscopic motion: Background theories and observation. *Displays* 29,106-116.
- U. S. DEPARTMENT OF LABOR. (2004). *OSHA computer Workstation etool-components-monitors*. recuperado el 22 de mayo 2008, en http://www.osha.gov/SLTC/etools/computerworkstations/components_monitors.html
- WANG, A. & CHEN, CH. (2003). Effects of the screen, Chinese typography, text/background color combination, speed, and jump length for VDT reading display on users reading performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31, 249-261.
- YAGINUMA, Y., YAMADA. H. & NAGAI, H. (1990). Study of the relationship between lacrimation and blink in VDT work. *Ergonomics*. 33,799–809.