

Modelo sistémico para la determinación de los daños a la visión por el uso de dispositivos visuales

EDGAR OMAR LÓPEZ DE LEÓN
JOSÉ ANTONIO MORALES VALLE
JOSÉ ANTONIO MORALES GONZÁLEZ
EDUARDO OSIRIS MADRIGAL SANTILLÁN
ÁNGEL MORALES GONZÁLEZ

Como todo sistema, la salud necesita mantenerse en constante proceso de adaptación debido a su entorno dinámico; por ello, surge la necesidad de realizar este trabajo mediante un enfoque sistémico, tomando como base la teoría general de sistemas (TGS), ya que ésta relaciona cada una de las partes o elementos de un todo, con el objetivo de crear un modelo sistémico para determinar los daños que afectan la salud visual por el uso de los dispositivos visuales como televisión, tableta, celular y computadora.

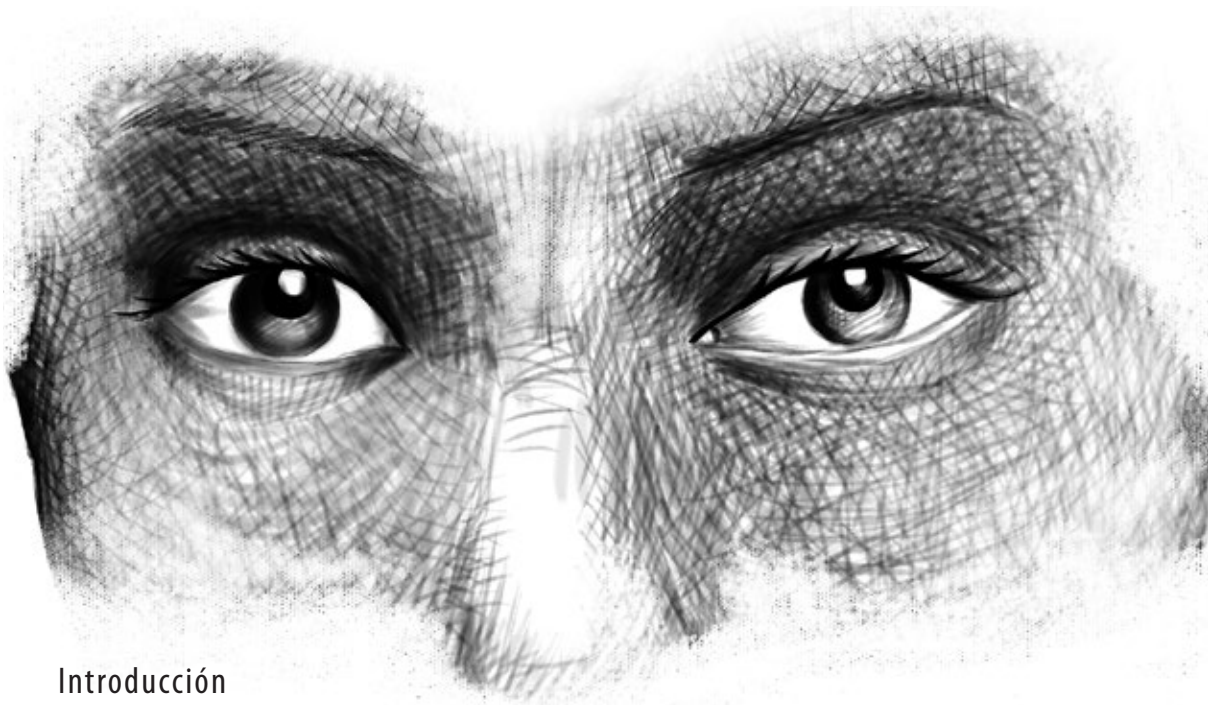
PALABRAS CLAVE: teoría general de sistemas, dispositivos visuales, sistemas, salud visual y visión

Abstract

Systemic model for the determination of vision damage due to visual devices

The health system, like in any kind of system, needs to stay in a constant adaptation process, due to its dynamic environment. Since health itself constitutes a system, we found the need to present this work with a systemic approach based on the General Systems Theory (GST), since it relates each of the parts or elements of a whole, aiming to create a systemic model able to determine the damages done to visual health by visual devices such as television, tablets, cell phones and computers.

Keywords: General Theory of Systems, visual devices, systems, visual health, vision



Introducción

En entornos dinámicos, los sistemas tienen la necesidad de mantenerse en constantes procesos de adaptación. Para el análisis de este trabajo, es importante trabajar de una manera sistémica, pues la teoría general de sistemas se presenta como una forma sistemática y científica de aproximar y representar la realidad. Al mismo tiempo, juega un papel muy importante en la investigación para orientar los análisis desde una perspectiva holística e integradora, en la cual lo importante es identificar las relaciones y el comportamiento de los dispositivos visuales y los daños que provocan a la salud visual.

Debido a esto, la presente investigación tiene como objetivo diseñar un modelo sistémico que proporcione información para evaluar y determinar los daños ocasionados por los dispositivos visuales (televisión, computadora, tableta y celular) que afectan la visión, considerando la interre-

lación entre ellos, así como generar dicho modelo con base en indicadores porcentuales de cada daño medido con pruebas optométricas —agudeza visual, tiempo de ruptura de la película lagrimal (BUT, por sus siglas en inglés) y biomicroscopía¹— en tres evaluaciones: en la primera se valora la salud visual del paciente; en la segunda se repite la valoración después de seis meses para corroborar el primer diagnóstico, además de modificar hábitos y recomendar ejercicios y tratamientos paliativos; y la tercera se lleva a cabo seis meses después a fin de observar si hay una mejora en la salud visual.

Finalmente, se proporcionan a la población indicaciones como tratamientos y ejercicios visuales que pueden hacer en casa o en su lugar de trabajo para aminorar los daños en la visión por parte del uso excesivo de los dispositivos visuales.

¹ Biomicroscopía: se refiere a un estudio para la exploración de las estructuras —en tres dimensiones— del ojo. (nota del editor)

Teoría General de Sistemas

Un sistema es una serie de elementos interrelacionados que realizan alguna actividad, función u operación. Se puede definir también como un conjunto de componentes que interactúan para alcanzar algún objetivo. Por tanto, el enfoque sistémico engloba la totalidad de los elementos del sistema y estudia las interacciones e interdependencias entre ellos (Van Gigch, 2006).

Asimismo, puede describirse como una alternativa para el individualismo (atomismo) y el totalismo (holismo), una metodología de diseño, un marco de trabajo conceptual común, una nueva clase de método científico, una teoría de organizaciones o un método relacionado con la ingeniería de sistemas (Bunge, 1995).

Salud visual

La salud visual puede considerarse como el proceso en el cual la sociedad, ayudada por la ciencia oftalmológica y otras especialidades médicas, activa mejoras en las condiciones sociales y medioambientales que generan los problemas de ceguera y baja visión, mientras que educa, promueve y facilita el desarrollo de valores y actitudes de la población para el logro de una buena calidad de vida (Villar y Macías, 2007).

Existen diversos factores que producen afecciones a la visión; uno de los principales es el tecnológico y la acelerada penetración de algunos dispositivos en los hogares mexicanos. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017), el dispositivo tecnológico universal es el televisor, ya que puede encontrarse en 93.2% de los hogares, mientras que la telefonía móvil ha tenido un

incremento continuo desde el 2001 y se encuentra disponible en 91.9%. Por otro lado, el uso de la computadora y el internet tienen 45.4% y 50.9%, respectivamente.

Algunos de los daños visuales generados por el uso excesivo de estos dispositivos son disminución de agudeza visual, erosiones corneales y déficit en la calidad lagrimal, por lo cual es importante hacer una valoración que incluya pruebas de agudeza visual —para observar cambios en la visión—, BUT —para valorar la calidad lagrimal— y biomicroscopía —para descartar alguna patología— (Kanski, 2009; Mayorga, 2012).

Dispositivos visuales

La tecnología se puede definir como el conjunto de conocimientos técnicos, científicamente ordenados, que permiten diseñar, crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente, así como satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de la humanidad (Castells, 2004).

De acuerdo con los estudios de Anshel (2005) y Blehm *et al.* (2005), el uso de dispositivos tecnológicos provoca sintomatología ocular desde las tres horas continuas al día en contacto con éstos. Tales padecimientos se incrementan con rapidez, ya que se ha estimado que 90% de los trabajadores los padecen, lo cual también es ocasionado por el mal lugar de trabajo y los malos hábitos, como una posición corporal incorrecta. La sintomatología más recurrente incluye dolor de cabeza, irritación ocular, lagrimeo, vista cansada, hipermemia conjuntival, visión borrosa y visión doble (Wimalasundera, 2006).

Durante una conferencia con motivo del Día Mundial de la Visión, algunos especialistas afirmaron que el uso prolongado de computadoras, celulares, videojuegos



y otros dispositivos móviles representa un riesgo para la salud ocular, pues puede ocasionar estrés visual debido a que el usuario está expuesto a fondos iluminados que muestran imágenes contrastantes y textos pequeños (Bueno, 2011).

El síndrome de la visión de computadora (svc) se caracteriza por ser un conjunto de síntomas que abarcan afecciones visuales, musculoesqueléticas, dermatológicas y psicológicas. Asimismo, numerosos usuarios de computadoras personales que las emplean en su trabajo acuden a consulta quejándose de síntomas como fatiga, visión borrosa, picor de ojos, cefalea, dolor ocular, ojo seco e irritado, hipersensibilidad a la luz y cambios refractivos. Por otra parte, con el uso creciente de computadoras por parte de adultos jóvenes en institutos educativos, casas, oficinas, entre otros lugares, se han originado ciertas modificaciones en los factores ergonómicos. Todo lo anterior indica que la prevalencia del svc es muy alta (Logaraj, 2014; Fonseca y Moraga, 2010).

Otra condición ergonómica que hay que tomar en cuenta es la iluminación; los valores recomendados oscilan entre los 300 y 500 lux, pero muchas veces se encuentran entre los 150 y 500 lux en la oficina (Pérez-Tejeda, Acuna-Pardo y Rúa-Martínez, 2008).

De igual manera, el trabajo de Wolska y Switula (1999) demostró que la luminancia del campo visual circundante influye en la reducción de la amplitud de acomodación². Por su parte, Janosik y Grzesik (2003) estudiaron los efectos de diferentes niveles de luminancia y encontraron que las longitudes de onda de luces rojas y verdes ambientales tienen relación con una mayor fatiga visual comparadas con las de la luz blanca y azul.

Indicador

Los indicadores son medidas que sintetizan situaciones importantes de las cuales interesa conocer su evolución en el tiempo. Se construyen a partir de información disponible para responder a preguntas formuladas en un contexto específico. Son el producto de una selección y elaboración entre las posibilidades de conjuntos de datos, por lo que alertan de los problemas antes de que lleguen a un punto sin solución y ayudan a reconocer lo que se necesita para resolver el problema. Se expresan en porcentajes (Gunasekaran, Patel y Tirtiroglu, 2001).

Para generar el indicador y el clasificador holístico de la salud visual, se tomó como base el índice de efectividad general de los equipos (*overall equipment effectiveness*). Es un indicador porcentual del desempeño que se ocupa ampliamente en el sistema de producción y los procesos de transformación en la industria. Multiplica tres factores —disponibilidad, eficiencia y calidad— para obtener un resultado mucho más preciso (Gunasekaran, Patel y Tirtiroglu, 2001; Lean Enterprise Institute, 2008).

En la tabla 1 se presenta el clasificador del indicador holístico de la visión, el cual organiza el estado de salud visual de acuerdo con el porcentaje del daño en la visión; en la tabla 2 se presenta el indicador «factor tecnológico: dispositivos visuales», que menciona el daño ocasionado por el tiempo de exposición diaria frente a dichos dispositivos (López *et al.*, 2016); en la tabla 3 se presentan los indicadores de la salud visual que pueden verse dañados por la exposición excesiva a los dispositivos.

² Según la RAE, es la acción y efecto de acomodarse el ojo para que la visión no se perturbe cuando varía la distancia o la luz del objeto que se mira.

Tabla 1. Clasificador del indicador holístico de la visión

Rango del factor	Clasificación correspondiente
100 % \geq 90 %	Excelente. Los valores no producen alteración.
\geq 80 % a < 90 %	Buena. Son buenos valores, aunque presenta afección pequeña.
\geq 65 % a < 80 %	Aceptable. Los valores son aceptables, pero la afección es significativa.
\geq 50 % a < 65 %	Regular. Los niveles indican un daño presente en la salud visual por exposición al factor.
Factor < 50 %	Inaceptable. La afección por la exposición al factor o los factores está presente y puede seguir desarrollándose.

Fuente: López *et al.*, 2016.

Tabla 2. Indicador del factor tecnológico: dispositivos visuales

Factor tecnológico Dispositivos visuales: exposición	Rango del Factor
0 a \leq 3 h	(100 % \geq 90 %)
>3 a \leq 6h	(\geq 80 a <90 %)
>6 a \leq 8h	(\geq 65 a <80 %)
>8 a \leq 10 h	(\geq 50 a <65 %)
> 10 h	(< 50 %)

Fuente: López *et al.*, 2016.

Tabla 3. Indicadores de la salud visual

Agudeza visual	BUT *	Biomicroscopía
Normal 20/20	<10 mm	Ausente
Leve 20/25 - 20/40	11-15 mm	Presente
Moderado 20/50 - 20/80	16-20 mm	Presente
Severo 20/100 - 20/400	21-25 mm	Presente

*BUT = Tiempo de ruptura de la película lagrimal
Adaptado de Hernández-Luna, 2003 y Kanski, 2009.

Marco metodológico

Diseño del estudio clínico

Prospectivo, longitudinal, analítico y experimental
Estudio de una cohorte

Criterios de inclusión

- Sexo indistinto
- Pacientes entre 20 y 40 años
- Pacientes que firmen el consentimiento

Criterios de exclusión

Son las características que pueden generar un error o una confusión en los resultados. Ayudan a delimitar bien la muestra:

- Pacientes que tengan alguna enfermedad autoinmune (causan una deficiencia en la producción y calidad de la película lagrimal).
- Pacientes usuarios de lentes de contacto (no permiten una buena lubricación ocular y su uso excesivo propicia patologías a largo plazo).
- Pacientes con alguna enfermedad crónica no transmisible (tienden a producir alteraciones en varios órganos del cuerpo humano, entre ellos, los ojos, lo que repercute en la visión y la cantidad de lágrima).
- Pacientes que estén embarazadas (presentan importantes cambios hormonales que afectan la visión de forma pasajera).
- Pacientes con tratamiento hormonal (tienden a producir alteraciones metabólicas).

Criterios de eliminación

- Pacientes que no regresen a la segunda o tercera evaluación.
- Pacientes que se embaracen después de la primera evaluación.

Material

- Cuestionarios
- Cartilla Snellen
- Tiras de fluoresceína
- Biomicroscopio

Metodología del modelo sistémico

1. Establecer los rangos para la clasificación de cada indicador de la salud visual, al tomar como referencia dicho clasificador, se llevará a cabo la elaboración de cada indicador de la salud visual que se muestra en la tabla 3 (agudeza visual, BUT y biomicroscopía).
2. Evaluar el tiempo de exposición a los dispositivos visuales que afectan la visión, así como la sintomatología, mediante la aplicación de un cuestionario.
3. Evaluar la salud visual (agudeza visual, BUT y biomicroscopía).
4. Aplicar la ecuación 1, que multiplicará el daño de cada indicador de la salud visual

Ecuación 1. Indicador holístico

Tiempo de exposición x agudeza visual x BUT x biomicroscopía=indicador holístico

5. Obtener el indicador holístico de forma porcentual para hacer un pronóstico del estado visual de una población de acuerdo con la tabla 1.
6. Evaluar la salud visual por segunda ocasión.
7. Modificar hábitos, brindar tratamientos y sugerir ejercicios visuales.
8. Evaluar la salud visual por tercera ocasión para valorar si hay mejoría.

Conclusiones

En este trabajo se propone la creación de un modelo sistémico que ayude a determinar los daños a la visión por el uso de los dispositivos visuales. El objetivo de generar primero los indicadores individuales de salud visual (agudeza visual, BUT y biomicroscopía) ayudará a proporcionar una cifra más exacta del daño ocasionado de manera porcentual. Así, cada indicador evaluado es el todo de un todo, como lo estipulan la teoría general de sistemas y la teoría holística.

Con lo anterior se obtiene un mejor resultado, debido a que se multiplica el daño de cada indicador de una forma total, pues cada factor perjudica de manera acumulativa la salud visual. Esto ayuda a predecir un diagnóstico oportuno para la salud visual en una población o en un individuo.

Por último, se busca mejorar la salud visual de las personas al ofrecer ejercicios de terapia visual y tratamientos paliativos.



Referencias bibliográficas

- Anshel, J. (2005). Vision Computer Syndrome. En *Visual ergonomic handbook* (pp. 23-35). Florida: Taylor & Francis Group.
- Blehm, C., Vishnu, S., Khattak, A., Mitra, S. y Yee, R. (2005). Computer Vision Syndrome: A review. *Survey of Ophthalmology*, 50(3), 253-262.
- Bunge, M. (1995). *La ciencia: Su método y su filosofía*. Editorial Sudamericana: Buenos Aires.

- Bueno, R. (octubre de 2011). El impacto de las nuevas tecnologías en la visión. En *El Día Mundial de la Salud*. Congreso llevado a cabo en la Ciudad de México, México.
- Castells, M. (2004). *La sociedad red*. Madrid: Alianza.
- Fonseca-Barrantes, M. y Moraga-López, A. (2010). Desórdenes del sistema musculoesquelético por trauma acumulativo en estudiantes universitarios de computación e informática. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 26, 1-18.
- Gunasekaran, A., Patel, C. y Tirtiroglu, E. (2001). *Performance Measures and Metrics in a Supply Chain*.
- Hernández-Luna, C. P., Barrera-Santos, D. C., Guiza-Segura, C., Rodríguez-Malagón, J. P., Ernesto-Ludeman, W. y Gómez-Montaña, S. P. (2003). Estudio de prevalencia en salud visual en una población escolar de Bogotá, Colombia 2000. *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 1, 11-23.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Recuperado de www.inegi.org.mx/
- Janosik, E. y Grzesik, J. (2003). Influence of different lighting levels at workstations with video display terminals on operators work efficiency. *Med Pr*, 54, 123-132.
- Kanski, J. (2009). *Oftalmología clínica*. (6.^a ed.). España: Elsevier.
- Lean Enterprise Institute. (2008). *Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers*. (4.^a ed.). Cambridge.
- Logaraj M., Madhupriya V, y Hegde SK. 2014. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Annals of medical and health sciences research*, 4, 179-185.
- López-De-León, E. O., Morales-González, J. A., Ramos-Pérez, S., Madrigal-Santillán, E. O., Pérez Pasten, R., Fregoso-Aguilar, T. y Morales-González, A. (2016). Holistic indicator model for predicting factors that generate visual health affections. *International Journal of Medicine Clinical and Experimental*, 11, 22004-22011.
- Mayorga, M.T., (2009). Estabilidad de la Película Lagrimal Precorneal. *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular* 7, 141-156.
- Pérez-Tejeda, A. A., Acuna-Pardo, A. y Rua-Martínez, R. (2008). Repercusión visual del uso de las computadoras sobre la salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34.
- Van Gigch, J. (2006). *Teoría General de Sistemas*. México: Trillas.
- Villar, R. y Macías, M. (2007). Salud visual y sociedad; basamento para los cambios en la formación del especialista en Oftalmología. *Scielo*, 7, 1.
- Wimalasundera, S. (2006). Computer Vision Syndrome. *Galle Medical Journal*, 11(1), 27.
- Wolska, A. y Switula, M. (1999). Luminance of the surround and visual fatigue of VDT operators. *Int J Occup Saf. Ergon*, 5, 553-581.