

CAMBIOS ACOMODATIVOS EN USUARIOS DE PANTALLAS
ELECTRÓNICAS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Liseth Catherine Arias Ruiz

Estudiante de Optometría

Línea de Investigación

Ciencias de la visión e innovación óptica

Director científico

Juan Fernando Oyasa

Director metodológico

Ligia Soraya Reyes

UNIVERSIDAD ANTONIO NARINO

FACULTAD DE OPTOMETRÍA

SEDE BOGOTÁ, 2020



NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Director Metodológico

Firma Director Científico

Ciudad, mes de año



Tabla de contenido

1.1 Antecedentes	5
1.2 Descripción del Problema	9
1.3 Problema de investigación	9
2. Objetivos	10
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. Justificación	11
4. Marco teórico	12
4.1 Acomodación	12
4.2 Mecanismo de acomodación	13
4.3.1 Componentes de la acomodación	14
4.4 Métodos para valorar la acomodación	14
4.4.1 Amplitud de acomodación	14
4.4.2 Retardo acomodativo	16
4.4.3 Flexibilidad de acomodación	16
4.4.4 Acomodación relativa	18
4.5 Clasificación de las disfunciones acomodativas	18
4.5.1 Hipofunción de la acomodación	18
4.5.2. Hiperfunción de la acomodación	20
5. Síndrome de visión por computador (SVC)	21
5.1 Factores de riesgo del SVC	21
5.2 Factores intrínsecos del SVC	21
5.3 Factores ambientales extrínsecos del SVC	22
6. Metodología	22
6.1 Análisis tipo cualitativo de los estudios (artículos, tesis, trabajo de grado)	24
6.2 Criterios de elegibilidad:	25
7. Resultados	26
8. Discusión	37
7. Conclusiones	41
8. Recomendaciones	41
9. Referencias	42



Índice de tablas

Tabla 1. Diagrama esquemático de las estructuras acomodativas	13
Tabla 2. Ametropía esférica en función de la edad	15
Tabla 3. Variación de la amplitud de acomodación con la edad Donders (1864) y Duane (1962)	15
Tabla 4. Valores diagnósticos de flexibilidad de acomodación según diversos autores	17
Tabla 5. Valores de normalidad de la flexibilidad de acomodación niños vs adultos	17
Tabla 6. Anomalías de la acomodación.....	18
Tabla 7. Bases de datos / palabras clave.....	24
Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión de estudios	25
Tabla 9. Características metodológicas de los estudios de revisión	27
Tabla 10. Resultados del análisis de CASPe	28
Tabla 11. Resultados Clínicos.....	29
Tabla 12. Resultados clínicos (Trabajos de 2 momentos).....	30
Tabla 13. Resultados de disfunciones del sistema acomodativo vs tiempo de uso de pantallas digitales.....	35
Tabla 14. Conclusiones de los estudios de revisión	36



Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama esquemático de las estructuras acomodativas	12
Ilustración 2. Flujograma	26
Ilustración 3. Amplitud de acomodación (Dioptías) vs horas de uso de pantallas vs valor esperado de AA para la edad	32
Ilustración 4. Porcentaje de alteración o normalidad de flexibilidad de acomodación en promedio para cada autor	33
Ilustración 5. Lag de acomodación (Dioptías) y uso de pantallas electrónicas	34

Tabla de anexos

Anexo 1. Herramienta de análisis de estudios cualitativos	49
Anexo 2. Herramienta de análisis de casos y controles	54
Anexo 3. Programa de análisis de revisión sistemática.....	60



Introducción

En los últimos 30 años se ha evidenciado un mayor uso de computadores, tablets, smartphones, televisores, laptops, los cuales tienen como factor común una pantalla digital o electrónica por la cual se visualiza todo tipo de información, estos dispositivos son ampliamente usados desde diferentes trabajos de oficina hasta adultos mayores y en niños con fines educativos y recreativos ⁽¹⁻⁴⁾.

Según los indicadores básicos de tenencia y uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC), en hogares y personas de 5 y más años de edad, en el año 2018, el 41,6% de los hogares tiene una tableta, portátil o computador de escritorio ⁽⁵⁾.

El uso prolongado, en algunos casos, entre 4 a 5 horas o más horas diarias de uso de una pantalla electrónica, genera problemas visuales y oculares. Este conjunto de anomalías se ha denominado en la literatura científica como síndrome de visión del computador (SVC). El SVC comprende astenopia, cefalea, ojo rojo, ardor, diplopía y visión borrosa. En cuanto a las alteraciones visuales SVC, están íntimamente ligadas a las disfunciones acomodativas producidas por el uso excesivo de estos dispositivos ^(1, 3-9).

En este sentido, se cree que el exceso de trabajo diario con pantallas electrónicas genera exceso o insuficiencia de acomodación lo cual explicaría las alteraciones visuales inducidas por factores medioambientales y factores internos que reportan en este tipo de población que a su vez afecta la capacidad del sistema visual, (agudeza visual, sistema acomodación) ⁽¹⁰⁻¹²⁾. En general las actividades asociadas con tareas de visión cercana por tiempo prolongado tienden a generar disfunciones acomodativas, interfiriendo en el desempeño laboral de la persona ^(1, 6, 7).



Por tanto, en el presente estudio se pretende mediante una revisión de literatura, describir los cambios acomodativos que se presentan en usuarios de pantallas digitales.

1. Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Como ya se ha mencionado anteriormente a través del tiempo hay mayores actividades en visión próxima, aumentando la prevalencia de sintomatología a nivel visual y ocular, que afecta el sistema acomodativo y a su vez aumenta la progresión de la miopía y una disminución de la respuesta de acomodación que se va acumulando con el trabajo diario, lo que genera exceso e insuficiencia de acomodación a futuro el paciente indicará incomodidad visual ^(1, 12-14).

Dicho lo anterior, se evidencia en el estudio cuantitativo observacional analítico de corte transversal, realizado por López, Estupiñan, Rodríguez (2018), en 114 participantes usuarios de videoterminals (VDT), se encontró que el 36% de los participantes usaban gafas, el 64% no utilizaban gafas, en cuanto al estado refractivo para las dos facultades en el ojo derecho presentaron el 3% miopía, 11% hipermetropía, 55% astigmatismo y el 28% con ametropía. Para el ojo izquierdo el 2% eran emétopes, el 3% miopía, 8% hipermetropía, 57% astigmatismos y el 30% de ametropías en estudio. Con respecto a los hallazgos de acomodación se reportó en los participantes insuficiencia de acomodación en OD el 24% y en el OI 20%, aniso-acomodación en un 9% y alteración en la flexibilidad de acomodación, en la dificultad para relajar se presento en un 29% para el OD y un 28% para el OI ⁽¹⁵⁾.

Por el contrario, en el año 2017 Zaragocin, realizó una investigación tipo descriptiva correlacional experimental, en 35 usuarios de computador entre los 19 y 39 años, en donde los síntomas que predominaron de manera ocasional fue la visión



borrosa, rechazo a la luz, ardor, diplopía y cefalea con una frecuencia de cada una de 29, 21, 20, 13 y 12. La ametropía que se presentó con mayor frecuencia en los usuarios de computador fue la miopía. En cuanto la flexibilidad de acomodación la tomaron antes de la aplicación de pausas visuales por un mes, encontrando en ambos ojos una disminución en el valor del lente positivo de (+ 1.00), con una disminución del 62.9% OD y OI del 34.3% de 5 ciclos por minuto, como resultado indicando un exceso de acomodación por las actividades prolongadas en visión próxima sin realizar pausas visuales. Posterior a la aplicación de las pausas visuales, encontraron una mejoría en la respuesta del valor del lente positivo de +1.75 hasta +2.50. Por otro lado, determinaron que el valor de la amplitud de acomodación con el test de Donders tanto para cada ojo, obtuvieron valores normales para la edad de los pacientes, lo que confirmó este estudio que la amplitud de acomodación no se relaciona con las condiciones de hiper-acomodación ⁽¹⁶⁾.

Similarmente, en el año 2016 se realizó un estudio tipo analítico, transversal, observacional, y prospectivo por Bautista, en donde se evaluaron 64 pacientes entre 19 y 23 años de edad, donde se encontró que antes de la actividad de lectura en el computador la amplitud de acomodación estaba con un rango de normalidad para el grupo de población (9.00 – 14.00 D), de igual manera, se encontró valores normales en el Lag (+0.50 / +0.75), en cuanto los resultados encontrados en la facilidad acomodativa fueron variables ya que solo la mitad de la muestra presentó el rango normal de 11 ciclos por minuto y anormal de 6 ciclos por minuto. Posteriormente, después de un periodo de 2 horas de lectura en un computador a 50 cm, se encontró que hubo un cambio en los valores de todas las pruebas después del tiempo de trabajo, como lo fue en la amplitud de acomodación ya que hubo una disminución promedio de 6 a 15 dioptrías, también en el valor del Lag (+0.25 / +1.75D), y la facilidad de acomodación de 9 ciclos por minuto, demostrando que hay un cambio significativo en los valores de todas las pruebas después del tiempo de trabajo en el computador ⁽¹⁷⁾.



Garnica (2016), realizó un estudio transversal, correlacional, en 67 estudiantes entre 12 y 15 años de edad usuarios de computador, donde encontró que el 35% de población utiliza el computador más de 4 horas, el 32% entre 2 a 3 horas, menos de una hora 18% y entre 1 a 2 horas el 15%. En cuanto al sistema acomodativo, de los 164 ojos evaluados el 51% presentaron alteración acomodativa equivalente a 69 ojos, con un 34% exceso de acomodación, 10% fatiga acomodativa, 6% insuficiencia de acomodación y un 1% inflexibilidad de acomodación, el 49% no presentaron alteración con un equivalente de 65 ojos. concluyen que sí hay una prevalencia de alteraciones acomodativas inducida por el uso del computador por tiempo prolongado ⁽¹¹⁾.

En la investigación realizada por Castillo & Iguti en el 2013, encontraron que los síntomas que presentaron los usuarios de computador a nivel visual fueron el enfoque lento, visión borrosa y visión doble; a nivel ocular fueron resequedad ocular, lagrimeo, ojos irritados y ardor ocular; por último, los síntomas astenópicos fueron cefalea, fatiga ocular, dolor en los ojos y fotofobia. Adicionalmente, el 50% a 70% de usuarios del computador por tres o más horas al día, presentaron uno o más síntomas durante o después de su uso. A su vez se evidenció que existe una gran desinformación en la población usuaria de computador en cuanto la sintomatología de este síndrome de visión de computador ⁽¹⁸⁾.

De igual forma afirma Collier & Rosenfield 2011, que en la sociedad contemporánea hay una alta prevalencia del síndrome de visión por computador, como consecuencia refleja respuestas anormales de acomodación como responsables de los síntomas producidos por este. Su estudio consistió en leer un texto en voz alta desde un computador portátil a una distancia de visualización de 50 cm durante un período sostenido de 30 minutos a través de su corrección refractiva habitual, se encontró que la acomodación media fue de 1.07 dioptrías, no observaron cambios significativos en la acomodación durante el transcurso del período de prueba de 30 minutos ⁽¹⁹⁾.



Por otro lado, en la investigación realizada por García & García 2010, en 148 empleados de una empresa farmacéutica de Bogotá, entre 19 y 60 años de edad, de los cuales se encontró que 62 empleados usaban corrección óptica durante el uso de computador, 9 empleados tenían cirugía refractiva, otros requerían tratamiento ortóptico (22 por insuficiencia de convergencia y 6 por problemas acomodativos). En cuanto a la prevalencia del Síndrome de Visión del Computador, 76 empleados reportaron síntomas visuales o oculares relacionados con el uso del computador. En relación a las horas de uso del computador el 52.7% de los empleados lo utilizan hasta 8 horas diarias, mayor de 8 horas diarias en la oficina el 47.3%, y el 85.8% hasta 4 horas más en su casa, además indican que la amplitud de acomodación no hubo cambios significativos entre el grupo de empleados con y sin síndrome de visión del computador ⁽²⁰⁾.

De los antecedentes podemos concluir que las tareas de visión próxima con pantallas electrónicas generan alteraciones acomodativas como exceso e insuficiencia acomodativa, a su vez induce una Pseudomiopía y es un factor de riesgo importante para el desarrollo de la miopía. La causa de este problema al parecer es medioambiental y por el uso de pantallas electrónicas a una distancia menor entre 45-55 cm aproximadamente y de manera sostenida mayor de 2 horas diarias, ocasionado mayor demanda acomodativa y vergencial ^(11, 13-15, 20, 21).



1.2 Descripción del Problema

Las personas en la actualidad utilizan cada vez más pantallas digitales o electrónicos, entre ellos los computadores y dispositivos similares, los cuales hacen parte de la vida cotidiana de las personas, por otra parte, son una herramienta útil para realizar trabajos con mayor eficacia y rapidez en diferentes ámbitos que se requieren como en actividades de ocio, profesionales, académicas entre otras; en adición, con fines de entretenimiento, lo cual ha hecho que se convierta en una necesidad para la sociedad. No obstante, se ha evidenciado las alteraciones en el sistema acomodativo en mayor prevalencia, como es el exceso e insuficiencia de acomodación siendo más frecuente en adultos jóvenes, en menor proporción se encuentran la fatiga acomodativa, la inercia de acomodación y el espasmo acomodativo (11, 14, 15).

Según lo mencionado en la literatura, la prevalencia de las alteraciones del sistema acomodativo, es directamente proporcional al número de horas que pasa frente a pantallas electrónicas, así mismo, se presenta la sintomatología a nivel visual y ocular anteriormente mencionada, ocasionado también cambios en la superficie ocular, debido a factores ambientales tales como distancias inadecuadas a los sitios de trabajo, la ubicación, el diseño y uso incorrecto del mobiliario y equipo. (1, 4, 7, 14).

1.3 Problema de investigación

Con base en lo expuesto, se busca resolver la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los cambios acomodativos que se presentan en usuarios de pantallas digitales o electrónicas?



2. Objetivos

2.1 Objetivo general

1. Describir los cambios acomodativos de usuario de pantallas electrónicas encontrados en la literatura científica.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar y clasificar las variables o componentes acomodativos reportados en los estudios.
2. Caracterizar las principales alteraciones acomodativas y sus respectivos diagnósticos.
3. Identificar las alteraciones acomodativas más frecuentes en usuarios de pantallas electrónicas en los estudios reportados en la literatura científica.
4. Determinar la relación del uso continuo de pantallas electrónicas o digitales y la acomodación.



3. Justificación

Las alteraciones del sistema acomodativo actualmente presentan una correlación sintomatológica con la fatiga visual digital o síndrome de visión del computador, que a su vez actualmente presenta dificultad para ser diagnosticada, los cambios acomodativos implican cambios en el equilibrio binocular. Esta condición del sistema acomodativo se asocia al uso continuo de pantallas electrónicas o digitales, los cuales han aumentado en su uso diario, debido a la demanda de trabajo en los diferentes grupos de población. No obstante, es de mencionar que, aunque exista relevancia en diferentes investigaciones, aún se desconoce los cambios acomodativos debido a la diversidad variable que implica la función acomodativa.

Por lo anterior, es de suma importancia que el optómetra conozca las características de estas alteraciones acomodativas para poder dar al paciente el manejo adecuado y también mejorar su rendimiento (eficacia y eficiencia) nivel laboral, académico, entretenimiento y su vida cotidiana al estar al frente a una pantalla digital por periodos prolongados, siendo estas pantallas una herramienta con mayor uso en la actualidad.

Por otra parte, los resultados de este estudio pueden servir como base de conocimiento, para orientar otros programas educativos en el tema de salud visual de los usuarios de pantallas electrónicas (estudiantes, administrativos, operarios) y comunidad en general, mediante la publicación del tema en una revista indexada, portales web de la universidad UAN, entre otras. De igual manera este tipo de estudio y sus resultados servirá para los profesionales de la salud visual puedan realizar prevención a los usuarios de pantallas digitales y evitar el desarrollo de alteraciones acomodativas como mediante pausas activas, protección visual, corrección refractiva, entre otros.

4. Marco teórico

4.1 Acomodación

Descartes en 1677 atribuyó la acomodación a cambios en la forma del cristalino mediante un aumento de su curvatura producido por las fibras que lo suspenden para poder así discernir objetos cercanos, citado por Montés ⁽¹²⁾.

Según Helmholtz, citado por Furlan et al ⁽²²⁾, la contracción del músculo ciliar produce una relajación de la zónula, lo que permite al cristalino aumentar su curvatura, disminuir su diámetro ecuatorial y aumentar su grosor, como se ilustra en la figura 1 de las estructuras que conforman el sistema acomodativo.

La acomodación es el proceso por el cual hay un aumento de la potencia refractiva ocular producido por una modificación de la forma del cristalino. Este aumento de la potencia del cristalino hace que el ojo enfoque objetos más cercanos que su punto remoto de manera nítida, según Furlan, García & Muñoz ⁽²²⁾.

Montés en 2001, estableció que la acomodación es la capacidad del ojo en cambiar su poder refractivo con el fin de obtener una imagen en la retina lo más nítida posible de los objetos que desea tener información visual y que pueden estar situados a diferentes distancias ⁽¹²⁾.

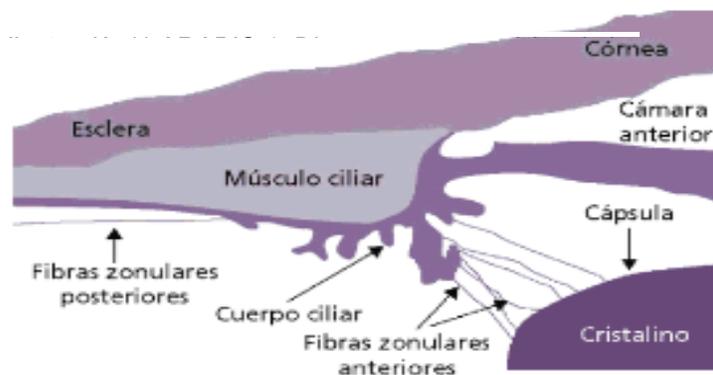


Ilustración 1. Diagrama esquemático de las estructuras acomodativas

Fuente: Montés 2011.

4.2 Mecanismo de acomodación

Al observar cualquier objeto cercano al punto próximo se necesita acomodar y se produce una contracción pupilar (miosis) aumentando la profundidad de foco, el músculo ciliar se contrae, las fibras de las zónulas anteriores del ecuador del cristalino se relajan, por otra parte, la cápsula del cristalino y las propiedades visco-elásticas del núcleo se distiende adoptando una forma esferoidal y aumentando su poder refractivo y el espesor central del cristalino. Este mecanismo de acomodación es una respuesta fisiológica de la triada de acomodación o reflejo de cercanía, en la cual incluye la contracción de la pupila, respuesta de convergencia y una respuesta acomodativa. En cambio, al observar en visión lejana mayor a 4 metros, sucede todo lo contrario, ya que el músculo ciliar se encuentra relajado, las fibras de las zónulas se tensionan, y el cristalino se aplana en forma elíptica disminuyendo su poder refractivo ⁽²²⁻²⁴⁾. Resumiendo lo anteriormente mencionado se ilustra en la tabla 1 los cambios acomodativos que se presentan en la acomodación.

Tabla 1. Diagrama esquemático de las estructuras acomodativas

	Con acomodación	Sin acomodación
Acción del músculo ciliar	Contracción	Relajación
Diámetro del anillo ciliar	Desciende	Aumenta
Tensión zonular	Desciende	Aumenta
Forma del cristalino	Más esférica	Más plana
Diámetro del ecuador del cristalino	Disminuye	Aumenta
Espesor axial del cristalino	Aumenta	Disminuye
Curvatura de la parte anterior central de la cápsula	Se abomba	Se aplana
Curvatura de la parte central posterior de la cápsula	Cambio mínimo	Cambio mínimo
Poder dióptrico del cristalino	Aumenta	Disminuye

Fuente: Montés M 2011.



4.3.1 Componentes de la acomodación

1. Acomodación tónica: se encuentra presente cuando no hay un estímulo (oscuridad). Se encuentra representado por el estado de reposo de la acomodación y está relacionado con el tono del músculo ciliar ^(22, 24).
2. La acomodación por convergencia se encuentra relacionada con la relación AC/C y depende de cada persona. La acomodación por convergencia está relacionada por la cantidad de acomodación que se estimula por dioptría prismática que se va aumentando ante el estímulo de convergencia, siendo este último estímulo por la disparidad de imágenes retinianas en la visión binocular ^(22, 24).
3. Acomodación refleja: es la mayor parte de la acomodación que logra ser modificada según el estímulo visual con sus características, condicionada por la profundidad de foco. Es una respuesta involuntaria y automática del estado refractivo del ojo a la borrosidad de la imagen, lo que genera cambios en la imagen proyectada en la retina como respuesta a su desenfoque ^(22, 24).
4. Acomodación proximal: este componente en condiciones de monocularidad es un aparte importante de la acomodación, y en condiciones de binocularidad en visión próxima la disparidad de imágenes es mayor que el desenfoque de imágenes, sucede ante la cercanía de un objeto. ^(22, 24).

4 4 Métodos para valorar la acomodación

4.4.1 Amplitud de acomodación

Según Borrás, Ondategui, Pacheco ⁽²⁴⁾, la amplitud de acomodación es la capacidad de modificar la potencia del cristalino al observar objetos a diferentes distancias manteniendo una imagen nítida. A su vez, cuando se ejerce la máxima acomodación, el punto conjugado de la retina en el espacio objeto se llama punto

próximo y conjunto al punto lejano la distancia entre estos dos puntos es la amplitud de acomodación. De igual modo, al evaluar la amplitud de acomodación de manera binocular se activa la convergencia, por eso siempre la valoración es monocular. Por otra parte, cuando se obtiene mayor edad va a ir disminuyendo la capacidad de acomodación según en la tabla creada por Donders (1864) y Duane (1962), evidenciándose más clínicamente alrededor de los 40 años cuando llega la presbicia (22).

Tabla 2. Ametropía esférica en función de la edad

Edad (años)	INCIDENCIA DE LA AMETROPÍA		
	Hipermetropía (%)	Emetropía (%)	Miopía (%)
45-49	16,3	77,2	6,7
50-54	23,5	70,4	6,2
55-59	35,4	59,3	5,0
60-64	40,1	52,3	7,4
65-69	43,9	43,9	12,3
70-74	47,7	43,43,9	8,8
75 o más	47,9	36,9	15,3

Fuente: Grodvenor. 2005, pág.46

Tabla 3. Variación de la amplitud de acomodación con la edad Donders (1864) y Duane (1962)

Edad (años)	Amplitud (D)	Edad (años)	Amplitud (D)
10	14	45	3,5
15	12	50	2,5
20	10	55	1,75
25	8,5	60	1
30	7	65	0,5
35	5,5	70	0,25
40	4,5	75	0

Fuente: Furlan, García & Muñoz. 2009, pág. 34



Existen métodos subjetivos que mide de manera clínica la amplitud de acomodación como el método de Donders o push-up y el método de Sheard o lentes negativas, ambos métodos son realizados con su corrección óptica de visión lejana y se realizan primero de forma monocular en ambos ojo y posteriormente binocular, según Furlan et al ⁽²²⁾, estos métodos suelen dar una diferencia de 0.50 D y 2 D, sucede ya que el método de Donders o de acercamiento a medida que se va acercando el test con una velocidad constante, este va ir aumentando su tamaño, y en el método de Sheard ya que son de potencia negativa se proyecta imágenes retiniana pequeñas, sucediendo lo inverso del método de Donders, la vergencia del test se sitúa a una distancia fija del ojo (40cm) ^(22, 24, 26). Ya como método objetivo la Retinoscopia dinámica que se basa en el reflejo, como lo describe Medrano ⁽¹⁴⁾ se va disminuyendo la distancia hasta observar un cambio en el reflejo del retinoscópico, momento en el cual el paciente debe referir visión borrosa ⁽²⁴⁾.

4.4.2 Retardo acomodativo

El retardo acomodativo es la diferencia entre la demanda y la respuesta acomodativa ⁽²²⁾. Ondategui & et al y Key dicen que la respuesta acomodativa es menor que el estímulo o la demanda de acomodación que lo provoca, dicho de otra manera, por Coloma ⁽²⁶⁾ la respuesta acomodativa a una distancia próxima será menor que el estímulo por la profundidad del foco (lag de acomodación). Su valor fisiológico es un Lag de +0.50D / +0.75 D, en pacientes no presbitas ^(14, 24). Los test objetivos para medir la respuesta acomodativa es el método de estimación monocular (retinoscopia de MEM) o sin lentes usando retinoscopia de Nott ^(14, 27).

4.4.3 Flexibilidad de acomodación

La flexibilidad es la habilidad del sistema acomodativo en poder hacer cambios rápidos y repetitivos ante un estímulo a diferentes distancias, tanto de lejos como de cerca, manteniendo una buena visión ^(14, 24). Como menciona Medrano ⁽¹⁴⁾

la flexibilidad de acomodación evalúa la velocidad con que se ejerza esta función en ciclos por minuto y la capacidad para activar y relajar la acomodación. A su vez hay que tener en cuenta las propiedades de la facilidad (monocular) que no se encuentra bajo la influencia de la visión binocular y flexibilidad de acomodación (binocular) en las cuales incluye la latencia, velocidad y tiempo. La flexibilidad cambia en los rangos de edades como se ilustra en la tabla 4, y la tabla 5 que describe la demanda visual y los ciclos por minuto.

Tabla 4. Valores diagnósticos de flexibilidad de acomodación según diversos autores

AUTORES	DEMANDA	CPM
Rosner	VL: Neutro/-2.00 VP: +2.00/-2.00	6 Cpm 6 Cpm
Hoffman et al.	+2.50/-2.50	Monocular: 2-4 cpm Binocular: 1-2 cpm
Griffin et al.	+2.50/-2.50	Monocular: 16.8 cpm Binocular: 13.2 cpm
Hoffman – Rouse	+2.00/-2.00	Monocular: 12 cpm Binocular: 12 cpm
Schlange et al.	+2.00/-2.00	Binocular: 7 cpm Monocular: 11.6/11.1 cpm
Zellers et al.	+2.00/-2.00	Binocular: 7.7 cpm

Fuente: Ondategui, Borrás, Pacheco et al. 2004, pág. 37.

Tabla 5. Valores de normalidad de la flexibilidad de acomodación niños vs adultos

DISTANCIA DE 50 CM Y FLIPPERS DE +2.00/-2.00			
NIÑOS		ADULTOS	
6 años	5.5 cpm +- 2.5 cpm	13-30 años	11 cpm
7 años	6.5 cpm +- 2.0 cpm	30-40 años	edad resulta disminuido en relación a los adultos jóvenes
8 – 12 años	7 cpm +- 2.5cpm		

Fuente: Sheiman et al (1996), pág. 94. Citado por Medrano (2008)

4.4.4 Acomodación relativa

La acomodación relativa es la habilidad para activar o relajar la acomodación sin estimular la convergencia al fijar un objeto situado a 40 cm. Ante lentes esféricas negativos esto se denomina acomodación relativa positiva (ARP), y la acomodación relativa negativa (ARN), es la capacidad de relajar la acomodación con lentes esféricas positivas, manteniendo la convergencia constante, y los valores normales de ARN: $+2.00 \pm 0.50$ D y de ARP: -2.37 D ± 0.50 D, y se realiza de forma binocular en visión próxima, pero depende del estado binocular del paciente (14, 24, 26, 30).

4.5 Clasificación de las disfunciones acomodativas

Las disfunciones acomodativas se dividen en dos grupos grandes (tabla 4), según el tipo de alteración de la respuesta acomodativa:

Tabla 6. Anomalías de la acomodación

HIPOFUNCIÓN DE LA ACOMODACIÓN	HIPERFUNCIÓN DE LA ACOMODACIÓN
Insuficiencia de acomodación	Exceso de acomodación
Fatiga acomodativa	Espasmo acomodativo
Parálisis de acomodación	

Fuente: Propia

4.5.1 Hipofunción de la acomodación

1. Insuficiencia de acomodación: ocurre cuando la persona presenta dificultad para estimular y/o activar la acomodación, acompañado de visión borrosa de cerca, en ocasiones con dificultad en la concentración de lectura y con dolor de cabeza. En los resultados de los test de diagnóstico clínicos se evidencia



la amplitud de acomodación por debajo de lo normal para su edad, flexibilidad de acomodación monocular y binocular su valor será reducido (- 2.00 D), y la acomodación relativa positiva estará disminuida (4, 24, 29-31).

2. Fatiga acomodativa: es una manifestación temprana de la insuficiencia de acomodación. Esta disfunción de la acomodación sucede después de estar cierto tiempo trabajando de cerca, por lo que el sistema acomodativo no puede mantener la contracción del músculo ciliar durante cierto tiempo, también se le conoce como dificultad en el mantenimiento de la acomodación. En los resultados de los test de diagnóstico clínicos se evidencia la amplitud de acomodación normal para la edad, pero durante el transcurso del día puede presentar disminución, el Lag de acomodación será normal, pero puede llegar a estar alterado si el músculo ciliar se encuentra fatigado, la flexibilidad de acomodación suele suceder lo mismo, al principio se encuentra bien pero si se toma nuevamente puede variar, en cuanto a la acomodación relativa positiva y negativa se encuentra normal, pero si el paciente ha realizado mucho esfuerzo la ARP será disminuida de su valor normal (24, 30).

3. Parálisis de acomodación: es una situación en la que el sistema acomodativo es imposible acomodar, no responde a ningún estímulo. Se puede presentar de manera progresiva, constante o fluctuante y a su vez monocular o binocular, acompañado de visión borrosa en visión próxima, con visión borrosa en visión lejana, que puede ser constante o intermitente, y en ocasiones el paciente puede reportar astenopia o micropsia. El reporte de los test de diagnóstico clínicos la amplitud de acomodación será reducida, el Lag acomodativo estará en hipo-acomodación elevada, en la flexibilidad de acomodación reportará el paciente dificultad en relajarse con el lente positivo, la acomodación relativa positiva será baja y la acomodación relativa negativa estará normal (24, 31).

4.5.2. Hiperfunción de la acomodación

1. Exceso de acomodación: es una respuesta excesiva del músculo ciliar que presentan dificultad para relajar la acomodación, con respecto al estímulo expuesto en visión próxima por un tiempo prolongado, o según Guerrero y Vargas (2012) mencionado en Legrá, et al ⁽³¹⁾, puede ser por una hipermetropía facultativa baja o moderada no corregido que puede desencadenar un exceso acomodativa. En los test de diagnóstico clínicos, la retinoscopia estática y test subjetivo serán variables (pseudomiopia), con un pequeño grado de astigmatismo inverso, la flexibilidad de acomodación monocular y binocular falla con el lente (+2.00 D), retinoscopia de MEM su valor será bajo, y acomodación relativa negativa también será baja ^(4, 24, 29-31).
2. Espasmo acomodativo: sucede cuando el sistema acomodativo se adapta demasiado a un estímulo, ocasionando en el músculo ciliar una contracción sostenida. Puede estar asociado con la fatiga acomodativa, o a la evolución del exceso de acomodación, y sobre-estimulación del sistema nervioso simpático constante como factor secundario. También puede ser el resultado de otras causas, como el uso de fármacos colinérgicos sistémicos o tópicos, trauma, tumor cerebral o miastenia gravis. En los test de diagnóstico clínicos, retinoscopía dinámica presenta más hipo-acomodación con el lente negativo, que la estática con -2.00 D o más D, generando (proyección negativa o pseudomiopia) ^(24, 31).
3. Inflexibilidad o inercia de acomodación: presenta dificultad del cambio de respuesta acomodativa, con dificultad de acomodar (cerca) y relajar (lejos) el sistema acomodativo, donde está en juego la latencia y la velocidad al realizar el cambio de enfoque de la imagen, el paciente puede reportar macropsia. En los test clínicos la flexibilidad de acomodación monocular y binocular presenta dificultad con lente (+/- 2.00 D), y la acomodación relativa positiva y negativa será baja ^(24, 29-31).



5. Síndrome de visión por computador (SVC)

El síndrome de visión por computador (SVC) se ve afectado el sistema visual y ocular, produciendo astenopia, hiperemia conjuntival, visión borrosa y doble, asociado al uso prolongado de pantallas digitales y la sintomatología puede aumentar a medida que se está de expuesto ante las pantallas ^(3, 7, 9, 18).

La prevalencia del SVC se encuentra relacionado al número de horas que se pasa frente al computador, donde se ha evidenciado que al pasar más de 3 horas diarias aumenta de manera significativa la manifestación del síndrome; por otra parte, en otros estudios, se ha reportado que pasar más de 30 horas a la semana por más de 10 años frente al computador, aumenta los síntomas somáticos, depresivos y obsesivos; y, se cree que el uso temprano de estos equipos por los niños los pone en riesgo de desarrollar miopía temprana ^(3, 7, 18, 32).

5.1 Factores de riesgo del SVC

La aparición de síntomas visuales del SVC con relación al uso prolongado de pantallas electrónicas, presenta relación con factores intrínsecos y extrínsecos que cada usuario de pantallas digitales pueda manifestar ^(3, 32).

5.2 Factores intrínsecos del SVC

Las alteraciones de refracción no corregidas correctamente, la presencia de forias y tropias, y la existencia de enfermedades locales o sistémicas están relacionadas a un sistema visual alterado, condicionando a los usuarios de pantallas digital o electrónicas en la aparición de síntomas visuales del síndrome de visión del computador ^(3, 32).



5.3 Factores ambientales extrínsecos del SVC

Los elementos ergonómicos dentro del área de trabajo como; el nivel de altura de visión del computador, el brillo de las pantallas electrónicas que genera, el uso de aire acondicionado, estos factores predisponen a los usuarios de pantallas digitales a generar el síndrome de visión de computador ^(3, 32).

6. Metodología

Se realizó una búsqueda sistemática de información, en diferentes bases de datos seleccionadas, con diferentes combinaciones de las palabras clave, “*Terminal, Computer, Distance Accommodation, Accommodation*”, en publicaciones hechas después del año 2000. Posteriormente, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, se evaluó la calidad científica de cada artículo con la herramienta: Instrumento para lectura crítica versión Español o Critical Appraisal Skills Programme Español (CASPe).

Fase 1.

Revisión de literatura: se realizó la búsqueda de artículos, revistas, libros entre otros, en idioma inglés o español e indexado, con el fin de que la información adquirida sea avalada y verídica. Entre las revisiones bibliográficas se tuvo en cuenta diferentes bases de datos como: *American Academy of Optometry, Pubmed, Dialnet, Arvo journals, Google Académico*.

Fase 2.

Anteproyecto: Elaboración del documento inicial del proyecto de investigación titulado “CAMBIOS ACOMODATIVOS EN PANTALLAS ELECTRÓNICAS”.

Fase 3.

Selección de documentos: en la búsqueda se eliminaron todos los estudios duplicados, resúmenes y de tipo póster, como también aquellos que no cumplan con los criterios de inclusión preestablecido. Posteriormente seleccionados ya los estudios se les aplicará las preguntas del Instrumento para lectura crítica versión Español (CASPe), a cada uno de los documentos encontrados validando su evidencia clínica y posteriormente se tabuló de acuerdo a cada herramienta utilizada, y se le colocará un signo (+) a las preguntas que hayan sido "SI", un signo (-) a las preguntas "no se", "no".

Se aplicó el instrumento para la lectura crítica a los estudios encontrados:

- Herramienta de análisis de estudios cualitativos, en la cual consiste en que las dos primeras preguntas son de "eliminación", sólo si la respuesta es "sí" en ambas, entonces se puede continuar con la siguientes 7 preguntas (anexo 1), en adición la herramienta consta de tres partes que corresponden a ¿los resultados del estudio son válidos? con 7 preguntas de respuesta "sí", "no se", "no", el segundo se refiere a ¿Cuáles son los resultados? la 8 y la 9, en último ¿Son los resultados aplicables en tu medio? ⁽³³⁾.
- Herramienta de análisis de casos y controles, esta herramienta contiene 11 preguntas (anexo 2) de las cuales 9 son de respuesta "sí", "no se", "no", las dos primeras preguntas son de respuesta rápida y de "eliminación" de estudio, por consiguiente la primera pregunta se refiere a ¿el estudio se centra en un tema claramente definido?, y la segunda pregunta ¿los autores han utilizado un método apropiado para responder a la pregunta?, en adición se evalúa tres aspectos ya mencionados anteriormente en la herramienta de análisis de estudios cualitativos ⁽³³⁾.
- Herramienta de análisis de revisiones sistemáticas, consta de 10 preguntas (anexo 3), si la respuesta es "sí" en las dos primeras preguntas de



eliminación, se puede continuar con las 8 preguntas restantes, cada pregunta tienes debajo de su enunciado pista de ayuda para ser contestada, en adición se evalúa tres aspectos generales de la lectura crítica en una revisión: ¿son válidos esos resultados? ¿cuáles son los resultados? ¿son aplicables en tu medio? ⁽³³⁾.

Fase 4

Resultados y análisis de datos: después de haber recopilado todos los documentos fiables para el estudio y datos se realizará la respectiva tabulación y descripción de cada uno de los documentos de sus respectivos autores.

6.1 Análisis tipo cualitativo de los estudios (artículos, tesis, trabajo de grado)

Se extrajeron los valores de amplitud de acomodación (A.A), lag de acomodación, flexibilidad de acomodación (FA), las disfunciones acomodativas reportadas en diferentes estudios como insuficiencia de acomodación (IA), exceso de acomodación (EA), inflexibilidad de acomodación (Inf. A), aniso-acomodación y el tiempo de uso de pantallas electrónicas.

Tabla 7. Bases de datos / palabras clave

Bases de datos consultadas	<i>American Academy of Optometry (AAO), Scielo, Dialnet, Pubmed, Google Académico, Optometry and Vision Science, Journal of optometry, Ophthalmic Physiological Optics</i>
Palabras clave usadas	<p>Para acomodación MeSH ID D000065: <i>Ocular Distance Accommodation; Accommodation, Ocular Distance, Distance Accommodation, Ocular; Ocular Distance Accommodations; Ocular Accommodation; Accommodation, Lens; Lens Accommodation.</i></p> <p>Para Pantallas digitales MeSH Unique ID: D003626 <i>Video Display Terminals; Display Terminal, Video; Display Terminals, Video; Terminal, Video Display; Terminals, Video Display; Video Display Terminal; Terminals, Computer; Computer Terminal; Terminal, Computer.</i></p>

Fuente: propia



6.2 Criterios de elegibilidad:

Los estudios encontrados serán seleccionados según los siguientes criterios:

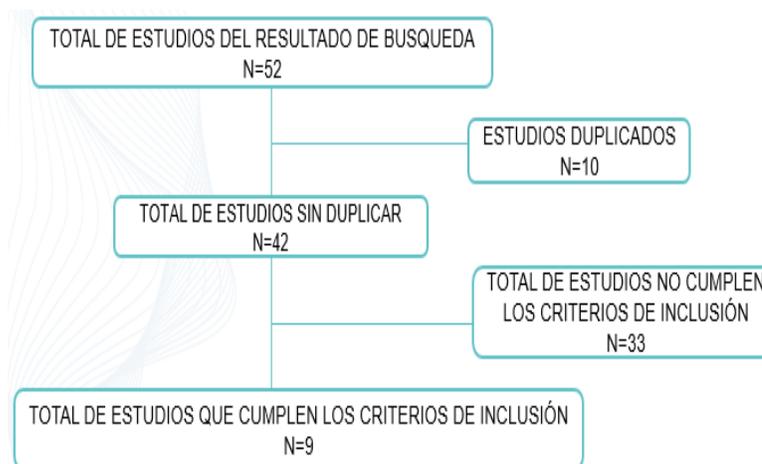
Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión de estudios

INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
Publicaciones originales y texto completo. Idioma inglés y/o español. Fecha de publicación mayor o igual a 2000. Incluya por lo menos una palabra clave relacionada con la acomodación (mesh id d000065) y con el uso de computador (mesh unique ID: D003626). Estudios realizados en adultos (mayores de 18 años). Que cumplan los criterios CASPe.	Estudios con población estrábricas. Publicaciones tipo póster o resumen.

Fuente: propia

7. Resultados

Luego de la búsqueda de información se rescataron 52 estudios de las bases de datos seleccionadas, se excluyeron un total de 33 estudios entre artículos, tesis, resúmenes, entre otros que no cumplieron los criterios de inclusión, 10 correspondieron a estudios duplicados, quedando seleccionados 9 documentos: 7 trabajos de grado y 2 artículos científicos. En esta sección se presentan los resultados del análisis de los 9 documentos mencionados.



Fuente: propia

Ilustración 2. Flujograma

Tabla 9. Características metodológicas de los estudios de revisión

AUTOR Y AÑO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO GENERAL
Díaz, et al. (2019). ⁽³⁴⁾	Observacional descriptivo de corte transversal	Determinar las condiciones ergonómicas visuales que se relacionen con la salud visual del personal administrativo de la multinacional Arvato en el año 2018-2019.
Kitali, et al. (2018). ⁽³⁵⁾	Descriptivo con enfoque transversal	Investigar la insuficiencia acomodativa inducida por astenopía entre los estudiantes que usan computadoras en MMUST.
López, et al. (2017). ⁽¹⁵⁾	Cuantitativo observacional analítico de corte transversal	Comparar las características refractivas, motoras, acomodativas y sintomatológicas, asociadas al uso continuo de videoterminals en estudiantes universitarios de las facultades de Arquitectura y Derecho, de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, en el año 2017.
Corredor, et al. (2018). ⁽³⁶⁾	Cuantitativo observacional descriptivo de corte transversal	Evaluar las condiciones de salud visual en el personal administrativo usuarios de computador de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca.
Zaragocin. (2017). ⁽¹⁶⁾	Experimental, descriptivo correlacional	Evaluar la eficacia del software WWTL en las alteraciones acomodativas en usuarios de PC.
Calle. (2016). ⁽¹⁰⁾	Longitudinal descriptivo	Evaluar el estado acomodativo con relación al estrés visual y reposo visual en trabajadores del Comando Conjunto de las FF.AA. (Departamento de telecomunicaciones) que utilizan ordenadores, en la ciudad de Quito 2015/2016.
Bautista. (2016). ⁽¹⁷⁾	Analítico transversal observacional y prospectivo	Comparar la respuesta y flexibilidad acomodativa después de dos horas de uso de dispositivos electrónicos.
Rosenfield. (2011). ⁽³⁷⁾	Revisión de literatura	Revisar las principales causas oculares del síndrome de visión del computador, a saber, las anomalías oculomotoras y el ojo seco.
Jaiswal, et al. (2019). ⁽³⁸⁾	Revisión sintetiza la literatura	Sintetizar la literatura disponible sobre síntomas relacionados a problemas de la visión binocular y superficie ocular en usuarios de teléfonos inteligentes, tabletas y computadores

Fuente: propia

Los documentos se analizaron desde la perspectiva del tipo de estudio y la descripción del objetivo general. La Tabla 8 se observa los diferentes tipos de estudios, de los artículos y trabajo de grado que cumplieron los criterios de inclusión.

Tabla 10. Resultados del análisis de CASPe

AUTOR Y AÑO	HERRAMIENTA CASPe UTILIZADA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	TOTAL
Díaz, et al. (2019). ⁽³⁴⁾	Análisis de estudios cualitativos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	NA	10
Kitali, al. (2018). ⁽³⁵⁾	Análisis de estudios cualitativos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	NA	10
López, al. (2017). ⁽¹⁵⁾	Análisis de estudios cualitativos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	NA	10
Corredor, et al. (2018). ⁽³⁶⁾	Análisis de estudios cualitativos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	NA	10
Zaragocin. (2017). ⁽¹⁶⁾	Análisis de casos y controles	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	NA	10
Calle. (2016). ⁽¹⁰⁾	Análisis de casos y controles	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
Bautista. (2016). ⁽¹⁷⁾	Análisis de casos y controles	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	9
Rosenfield. (2011). ⁽³⁷⁾	Análisis revisiones sistemáticas	de	+	+	+	+	+	+	+	+	+	NA	10
Jaiswal, et al. (2019). ⁽³⁸⁾	Análisis revisiones sistemáticas	de	+	+	+	+	+	+	+	+	+	NA	10

Fuente: Propia

Como se explica en la metodología, cada uno de los documentos fue analizado teniendo en cuenta el tipo de estudio y siguiendo la metodología correspondiente al tipo de estudio definido. En la Tabla 9 se muestra los 9 estudio respectivo con su correspondiente herramienta de análisis de CASPe, permitiendo así clasificar los estudios en 3 grupos, siendo los primeros 4 estudios evaluados con la herramienta de análisis de estudios cualitativos, los siguientes 3 con la herramienta de análisis de casos y controles y los últimos 2 con la herramienta análisis de revisión sistemática, adicionalmente como se observa los estudios que tienen el signo + indica que lograron el grado de confiabilidad del ítem.

Tabla 11. Resultados Clínicos

AUTOR	CARACTERÍSTICAS DE POBLACIÓN	AMPLITUD DE ACOMODACIÓN (MONOCULAR) AA	FLEXIBILIDAD DE ACOMODACIÓN MONOCULAR FAM	LAG ACOMODACIÓN MEM
Díaz et al. (2019). ⁽³⁴⁾	60 personas Edad 20 a 45 años Administrativos. Masculino 55% Femenino 45%	DONDERS Mínimo-Máximo OD 3.25 -12.50 D OI 2.25 -12.50 D MEDIANA: OD 7.12 D OI 7.25 D	NEGATIVO: 16 % POSITIVO: 48 % POSITIVO Y NEGATIVO: 9 % NORMAL: 26.5%	Mínimo-Máximo OD +0.25 / 1 D OI +0.25 / 1 D MEDIANA: +0.50 D
Kitali et al. (2018). ⁽³⁵⁾	78 personas. Edad 19 a 39 años Universitarios. Masculino 57% Femenino 43%	HOFSTETTER 19% BAJA 58% ALTA 23% NORMAL		
López et al. (2017). ⁽¹⁵⁾	100 personas Edad 18 a 33 años Estudiantes Universitarios Facultad derecho 60% Facultad arquitectura 45% Masculino 37% Femenino 63%	SHEARD OD Y OI MEDIANA: 9.00 D F. Derecho OD Y OI MEDIANA: 8.50 D F. Arquitectura	NEGATIVO 1% POSITIVO: 33% NORMAL: 60% 8 CPM con +/-2.00 D 60% de la población cumplieron	MEDIANA: OD Y OI +0.50 D Para cada facultad
Corredor et al. (2018). ⁽³⁶⁾	32 personas Edad 20-77 años Administrativos Universitarios Masculino 84.375 % Femenino 15.625%	SHEARD Mínimo- Máximo OD 0.75 -17.5 D OI 0.75 -19 D MEDIANA: 5 D	OD 0-8 CPM OI 0-8 CPM MEDIANA: 0 POSITIVO Y NEGATIVO: Alterado 80.64%	

Fuente: Propia

Nota: MEM método de estimulación monocular, CPM ciclos por minutos, D dioptrías, flexibilidad de acomodación promediada en porcentaje.



Tabla 12. Resultados clínicos (Trabajos de 2 momentos)

AUTOR	CARACTERÍSTICAS DE POBLACIÓN	AMPLITUD DE ACOMODACIÓN (MONOCULAR) AA	FLEXIBILIDAD DE ACOMODACIÓN MONOCULAR FAM	LAG ACOMODACIÓN MEM
Zaragocin. (2017). (16)	35 personas Edad 19 a 39 años Trabajadores de oficina Masculino 45.7% Femenino 54.3%	DONDERS MEDIANA 7.00 D NORMAL: 91.4 % para OD y OI	NORMAL: 5,7% POSITIVO: 45,75 % NEGATIVO: 11,5 % + Y -: 38,5 %	
Calle. (2016). (10)	32 personas Edad 24 a 40 años Administrativos. Masculino 100%	SHEARD 43:5% < para la edad 39.1% mayor para la edad	POSITIVO 47.8 % + Y – 43.5 % DISMINUIDO CPM 8.7%	NORMAL 47,8% (+0,50 /+ 1,25 D) ALTERADO 52,2% (> +1,25 D)
Bautista. (2016). (17)	64 pacientes Edad 19 a 23 años Usuarios de computador Masculino 32% Femenino 68%	DONDERS NORMARL 82,81% OD Y OI CON 9,00 D A 14,00D (PROMEDIO 11,5 D)	NORMAL: 39.06 % POSITIVO: 40.62 % NEGATIVO: 13.25 % + Y -: 4.68 %	VALOR NORMAL CON +0.50 D A +0,75 D OD 46,87% OI 29,68% RETARDO ACC OD 37,5% (> +1,00 D) OI 50% % (> +1,00 D)

Fuente: Propia

Nota: MEM método de estimulación monocular, CPM ciclos por minutos, Dioptrías, amplitud de acomodación promediada en porcentaje y dioptrías, flexibilidad de acomodación promediada en porcentaje.

De los 9 trabajos seleccionados, 4 estudiaron las variables de acomodación en un solo tiempo luego del uso de pantallas electrónicas ^(34, 35, 15, 36), 3 las midieron antes y después del uso de pantallas electrónicas (dos momentos) ^(15, 9, 16) y 2 fueron revisiones de literatura ^(37, 38). En las Tablas 11 y 12 se resumen los datos demográficos, amplitud, flexibilidad y Lag de acomodación evaluadas de manera monocular de los 7 primeros autores.

Las características demográficas de la población evaluada estuvieron entre la edad de los 19 y 39 años. En cuanto al género masculino fue evaluado entre un 100% para Calle y un 32% para Corredor, y el género femenino fue evaluado entre el 68% ⁽¹⁷⁾ y 15.625% ⁽³⁶⁾. Reportando datos de un total de 401 pacientes entre hombres y mujeres.

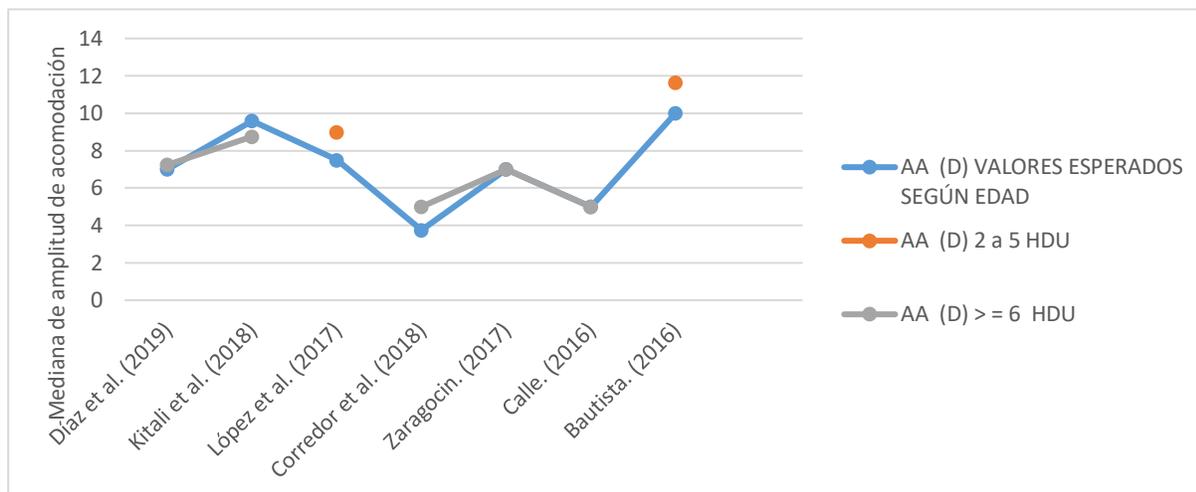


Por otra parte, los autores indican las horas de uso de pantallas electrónicas (HDU), siendo para Díaz et al, Kitali et al, Corredor et al, Zaragocin y Calle mayor o igual a 6 horas, López et al de 2 a 4 horas de computador y Bautista de 2 horas. Los autores decidieron evaluar la población universitaria y administrativos usuarios de computador.

La amplitud de acomodación fue medida en cada estudio con técnicas diferentes: Hofstetter ⁽³⁵⁾, Sheard ^(15, 36, 10), y Donders ^(34, 16, 17), estas dos últimas siendo técnicas subjetivas, se evidencia una similitud del valor esperado para la mediada de edad de cada estudio con su respectiva técnica, no se encuentra diferencia significada para cada estudio según la edad de la población.

En cuanto la flexibilidad de acomodación, como se muestra en las Tablas 11 y 12 varios autores que encontraron porcentajes importantes de dificultad en la relajación de la acomodación con el lente positivo, siendo de mayor a menor porcentaje, 66% ⁽¹⁵⁾, 48% ⁽³⁴⁾, 47.8% ⁽¹⁰⁾, 47.75% ⁽¹⁶⁾, 40.62% ⁽¹⁷⁾ de la población, aunque en menor porcentaje los estudios describe también la dificultad con el lente negativo, es decir dificultad para activar la acomodación: 16% ⁽³⁴⁾, 13.24% ⁽¹⁷⁾, 5.7% ⁽¹⁶⁾, 1% ⁽¹⁵⁾ de la población evaluada. También en porcentaje más significativo en los estudios de Corredor et al 80.64% y Calle el 52.2% reportan dificultad con el lente positivo y negativo.

Con respecto a la variable del Lag de acomodación solo 4 estudios de los 7 midieron esta variable. Díaz et al y López et al reportaron una mediana de +0.50 D, tomando como valor normal +0.50 a +0.75 D. Por otra parte, Calle reporta un retardo acomodativo mayor +1.25D en 52.2% de la población administrativa evaluada, mientras que Bautista reporta retardo acomodativo mayor a +1.00 D del 21.87%, ambos estudios con un cierto grado significativo de hipo-acomodación.



Nota: HDU= Horas de uso de pantallas electrónicas, H horas.

Ilustración 3. Amplitud de acomodación (Dioptías) vs horas de uso de pantallas vs valor esperado de AA para la edad

Fuente: Propia

En la Ilustración 3 se analiza la relación entre la amplitud de acomodación en dioptrías, según la edad promedio en relación a las horas de uso de pantalla electrónica (HDU). En cinco estudios la población utiliza pantallas electrónicas por más de 6 horas (con mediana entre 7.25 y 9 horas), encontrando que la mayor diferencia entre la amplitud de acomodación reportada y la esperada no superó 1.00 D ⁽³⁵⁾, además los estudios ^(34, 15, 36, 17) hallaron esta variable aumentada para la mediana de edad.

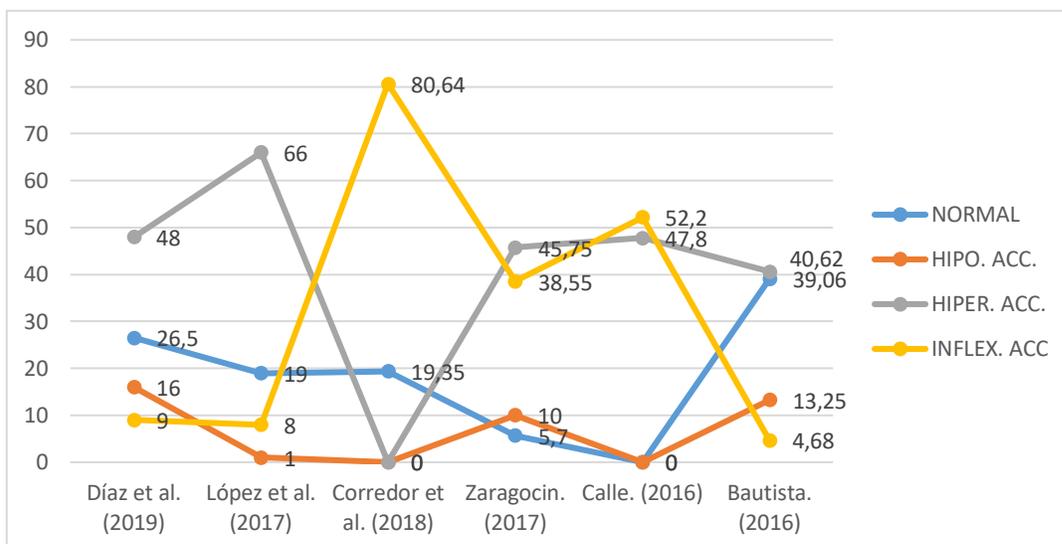


Ilustración 4. Porcentaje de alteración o normalidad de flexibilidad de acomodación en promedio para cada autor

Fuente: Propia

En la ilustración 4, se muestran los estudios que reportan la flexibilidad de acomodación. La alteración más frecuente fue la dificultad tanto en relajar como en activar (Inflexibilidad) la acomodación, como lo muestra la línea amarilla de la gráfica donde se ubicó la mayoría de la población (38,55%, 52,20% y 80,64%), seguida de la dificultad en poder relajar con lente positivo indicando una hiper-acomodación (línea gris), reportada en un porcentaje significativo en cada estudio, asociada a un exceso de acomodación. Por otra parte, se evidencia en la Ilustración que la flexibilidad de acomodación normal y la hipo-acomodación que indica según los estudios una insuficiencia de acomodación, siendo las líneas con menor porcentaje de incidencia.

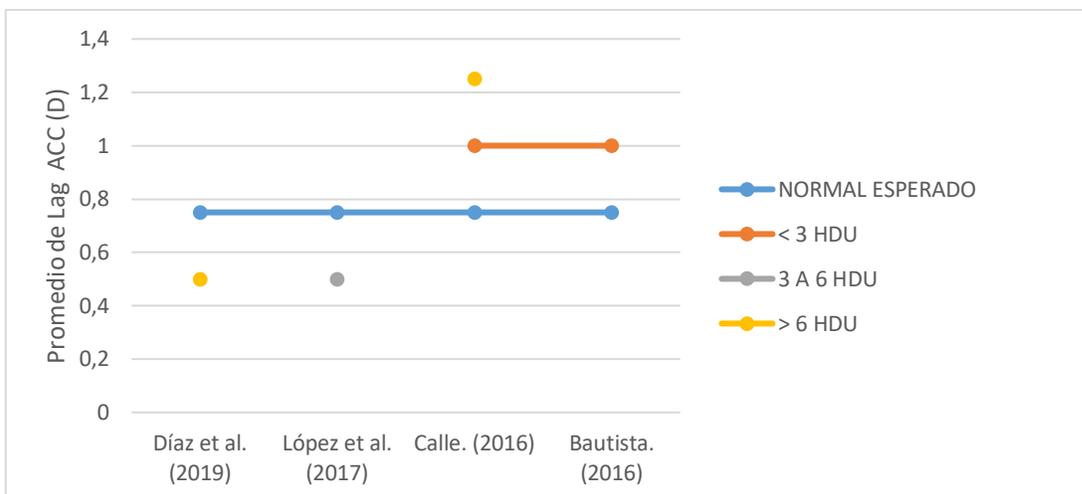


Ilustración 5. Lag de acomodación (Dioptías) y uso de pantallas electrónicas

Fuente: Propia

La Ilustración 5 exhibe el promedio del Lag de acomodación (D) en función al tiempo de uso de pantallas versus el valor promedio normal esperado (+0.50 a +0,75 D). Para Díaz et al, la población usuaria de dispositivo electrónico (computador) mayor de 6 H y López et al de 2 a 4 H, fue normal, en cuanto a Calle asume un Lag normal de +0.75 a +100 D, pero su población de estudio (52.2%) se encuentra por encima de ese valor de +1.25 D. Estos valores reportados por los autores no tienen correlación con el reporte de la flexibilidad de acomodación, ya que ellos indican que la población evaluada presentó mayor dificultad en relajar la acomodación a mayor tiempo de uso del computador, por lo tanto, el Lag de acomodación debería tender a neutro o valores negativos y no anormal y valores positivos como muestran estos resultados.

Tabla 13. Resultados de disfunciones del sistema acomodativo vs tiempo de uso de pantallas digitales

AUTOR Y AÑO	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN	DIAGNÓSTICO ACOMODATIVO					TIEMPO DE USO DE PANTALLA ELECTRÓNICA			
		EXCESO DE ACC (EA)	INSUFICIENCIA DE ACC (IA)	INERCIA DE ACC	ANISOMODACIÓN	SIN ALTERACIÓN (NAA)	FATIGA ACOMODATIVA	<3 HDU	3 a 6 HDU	>6 HDU
Díaz, et al. (2019). ⁽³⁾	60 personas. Edad 20a 45 años. Administrativos. Masculino 55% Femenino 45%	30%	15%	10%		45%		Mínimo 2 H		Máximo 10 H Mediana 9 H
Kitali, et al. (2018). ⁽³⁵⁾	78 personas. Edad 19 a 39 años. Universitarios. Masculino 57% Femenino 43%		19%			81%		Mínimo de 2 H		7 H 27 minutos Máximo de 16 H
López, et al. (2017). ⁽¹⁵⁾	100 personas. Edad 18 a 33 años. Estudiantes Universitarios Facultad derecho 60% Facultad arquitectura 45% Masculino 37% Femenino 63%	28.5%	22%	4%	9%	36.5%		77% 2 H	18% > 4 H	
Zaragocin. (2017). ⁽¹⁶⁾	35 personas. Edad 19 a 39 años. Trabajadores de oficina. Masculino 45.7% Femenino 54.3%	45.75%	10%	35.55%		8.7%			>8 H	
Calle. (2016). ⁽¹⁰⁾	32 personas. Edad 24 a 40 años. Administrativos. Masculino 100%	47.8%		43.5%			8,7%		>8 H	

Nota: H horas, alteración de acomodación promediada en porcentaje entre OD y OI, en el género femenino y masculino, HDU horas de uso de pantalla electrónica.

Fuente: Propia

En la Tabla 13 se muestra la frecuencia de las alteraciones acomodativas y su relación con el tiempo de uso de pantallas electrónicas, de los cuales 5 estudios^(34, 35, 15, 16, 10) de los 9 trabajos seleccionados reportaron el exceso de acomodación entre 47.8%⁽¹⁰⁾ y 28.5%⁽¹⁵⁾, y la insuficiencia de acomodación entre 22%⁽¹⁵⁾ y el 10%⁽¹⁶⁾ entre hombres y mujeres, siendo estas las alteraciones mayor reportadas, lo que no concuerda con los resultados de flexibilidad de acomodación que reportan mayor dificultad en activar y relajar la acomodación con lentes positivos y negativos (inflexibilidad), seguida de la dificultad en relajar la



acomodación (hiper-acomodación) y la dificultad en activar la acomodación (hipo-acomodación).

Tabla 14. Conclusiones de los estudios de revisión

AUTOR Y AÑO	CONCLUSIONES
Díaz, et al. (2019). (34)	Entre más tiempo permanecen los trabajadores frente a el computador se demuestra se presenta con mayor frecuencia en el estudio el ardor ocular con un y la fatiga visual ocasionado por factores como la iluminación inapropiada del puesto de trabajo, la inadecuada ubicación del computador y la intensidad horaria.
Kitali, et al. (2018). (35)	Los síntomas astenópicos fueron altamente prevalentes entre los estudiantes que usan computadoras en el entorno universitario, existiendo una asociación significativa entre la astenopía y la insuficiencia-acomodaticia.
López, et al. (2017). (15)	Los estudiantes al cursar un semestre académico mayor, requiere mayor gasto acomodativo y vergencial, reportando con mayor frecuencia el cansancio visual, lo que se asocia como factor de riesgo a la aparición del SVC.
Corredor, et al. (2018). (36)	Las alteraciones acomodativas predominan en el cargo administrativo del secretariado teniendo en cuenta que es la mayor población expuesta al computador diariamente en su puesto de trabajo por tiempo prolongado, siendo un factor de riesgo visual para desencadenar alteraciones acomodativas.
Zaragocin. (2017). (16)	Los usuarios de computador que realizan sus actividades por tiempos prolongados sin realizar pausas visuales tienen un exceso de acomodación por lo que presentan sintomatología que hace que no puedan desempeñar sus actividades con calidad, bajan su rendimiento, su AV está afectada por el sobre esfuerzo que realizan, su poder refractivo día a día va disminuyendo.
Calle. (2016). (10)	Existe una relación entre los valores de amplitud de acomodación y flexibilidad de acomodación ya que en su gran mayoría los sujetos que presentaron acomodación aumentada para la edad tenían disminución del lente positivo en la flexibilidad de acomodación.
Bautista. (2016). (17)	La variación de las pruebas indica que clínicamente si existe alteración de la acomodación, aunque no sea de peso estadístico, adicionalmente existe la posibilidad de que los resultados sean más evidentes al aumentar la jornada de lectura más de 2 horas.
Rosenfield. (2011). (37)	Los síntomas de CVS asociados con trastornos de acomodación y vergencia parecen, en la mayoría de los casos, ser el resultado de ver un objetivo cercano visualmente exigente durante un período prolongado y no específico del monitor electrónico.
Jaiswal, et al. (2019). (38)	La acomodación se altera con el uso de teléfonos inteligentes y tabletas, con una amplitud disminuida y un mayor retraso de Lag de acomodación. La evidencia de un efecto sobre la facilidad de acomodación no es concluyente.

Fuente: Propia

Los estudios analizados concluyen que la población evaluada presenta alteraciones del sistema acomodativo como el exceso de acomodación (47.8%, 45.75%, 28.5%, 30%), la insuficiencia de acomodación (22%, 19%, 15%, 10%), inflexibilidad o inercia de acomodación (43.5%, 35.55%, 4%, 10%), anisocomodación (8.7%, 9%). Dichas alteraciones se encuentran relacionadas al tiempo de uso de pantallas electrónicas y a las condiciones del entorno como: la iluminación, el ángulo de la pantalla, la altura y la postura frente a la pantalla electrónica, entre otros.



8. Discusión

Teniendo en cuenta la importancia del uso de pantallas electrónicas en la actualidad y los pocos estudios realizados hasta el momento, el presente trabajo realizó una revisión de la lectura científica identificando las alteraciones en el sistema acomodativo y su relación del uso continuo de pantallas electrónicas

Al revisar los procesos de diagnósticos varios de los estudios analizados hacen énfasis en la realización de pruebas clínicas como: la amplitud de acomodación, flexibilidad de acomodación monocular y binocular, el Lag de acomodación y la acomodación relativa positiva y negativa ^(14, 25, 37, 40). Pero no siempre toda la batería de test acomodativos se utilizan en el diagnóstico de deficiencias, así algunos solo realizan un solo test clínico ⁽³⁵⁾, mientras otros solo evalúan la amplitud de acomodación ^(34, 15, 36, 16, 10, 17), flexibilidad ^(34, 15, 36, 16, 10, 17) y Lag de acomodación ^(34, 15, 10, 17), lo que iría en contra de los protocolos clínicos estandarizados, con lo cual se llegó a un diagnóstico de disfunción acomodativa con los criterios considerados por los autores sin tener todas las pruebas diagnósticas ^(25, 28). Al dejar de evaluar estas otras pruebas clínicas como la acomodación relativa positiva y negativa, lo que implica es que no se evalúa la habilidad del sistema acomodativo para activar o relajar sin estimular la convergencia a una distancia próxima, por lo siguiente, los autores encontrados en el presente estudio no están teniendo en cuenta las demás habilidades del sistema acomodativo que puede estar alteradas y estas a su vez generar sintomatología que correspondería a una manifestación de alteración del sistema acomodativo y por lo que podrían estar dando un diagnóstico acomodativo erróneo porque no tuvieron en cuenta las pruebas que dan la validez diagnóstica de la alteración.

A pesar de que si hay una fatiga, un emborronamiento al estar por tiempo prolongado frente a pantallas no parece estar asociado con la disminución de la amplitud de acomodación, pero en un estudio previo indica que si se presenta una



disminución de la amplitud de acomodación ⁽³⁸⁾, la cual no es acorde ya que en ninguno de los estudios encontrados presentan una disminución importante, incluso algunos muestran un leve aumento del valor esperado ^(34, 15, 36, 17), pero pudo haber influido las técnicas implementadas por cada estudio como la técnica de Hofstetter ⁽³⁵⁾ que determina la amplitud según la edad del paciente, es una técnica más objetiva ⁽⁴⁰⁾, la técnica de Sheard ^(15, 36, 10) evita la magnificación de la cartilla ya que a medida que se incrementa la demanda al anteponer las lentes negativas se disminuye el estímulo visual ^(14, 40), y la técnica de Donders ^(34, 16, 17) que sobreestima el valor de la amplitud de acomodación porque el tamaño de la letra no cambia y su magnificación depende a una distancia que es cambiante, además hay una sobrestimación del ángulo esperado para la letra ^(14, 41), por lo tanto pudo haber afectado el valor encontrado de la amplitud de acomodación y es importante ya que la disminución de este dato genera un cambio de diagnóstico y a su vez el manejo clínico. A pesar de todo, hay que evaluar antes y después del uso de pantallas puesto que en el caso que presente una disminución sería importante a nivel clínico. También es evidente en los estudios analizados que no hay una estandarización de las técnicas utilizadas para la evaluar el estado acomodativo, tomando como referencia valores normales según el criterio de cada uno y las características socio-demográficas también varían, por lo tanto, no se podría generar una comparación de resultados, lo que dificulta la revisión bibliográfica.

En estudios previos realizados sobre el Lag de acomodación, se encontró un retardo acomodativo de 0.32 D mayor en una tarjeta impresa y un Lag de 0.04 D entre una video terminal, y un sistema visión PRIO ⁽⁴²⁾, mientras que en la revisión de literatura realizada por Jaiswal et al, se evidenció que hay un retraso mayor en la acomodación después del uso de pantallas que en textos impresos ⁽³⁸⁾. Pero en el presente revisión se encontró que dos estudios ^(34, 15) no reportaron un cambio en el Lag de acomodación encontrándose dentro del rango de normalidad según lo mencionado en la literatura ^(14, 24) y otros dos autores reportaron un cambio de +0.25 D del valor normal tomado para cada autor ^(10, 17), pero si se tuviera en cuenta en



rango de normalidad mencionado en la literatura ^(14, 24), la población tendría una hipo-acomodación mayor, ya que al estar por tiempo prolongados frente a pantallas electrónicas hay una mayor demanda visual lo cual implicaría una mayor respuesta acomodativa y una sintomatología.

Aunque el Lag de acomodación sería coherente correlacionarse con la flexibilidad de acomodación, ya que si se presenta dificultad en activar la acomodación habría una hipo-acomodación lo que indicaría una insuficiencia de acomodación, pero si hubiera dificultad en relajar la acomodación se presentaría un retardo acomodativo bajo indicando un exceso de acomodación, sin embargo, la falta de datos impide poder realizar este tipo de análisis. Lo que lleva a la necesidad de que los estudios realicen todos los exámenes clínicos para saber cómo está funcionando el sistema acomodativo ante el uso de pantallas electrónicas por tiempo prolongado, si este sistema tiene la capacidad de acomodar y relajar la acomodación.

Aunque el objetivo de la revisión era caracterizar e identificar las principales alteraciones acomodativas más frecuentes en usuarios pantallas electrónicas, es difícil hacer esta identificación por la diferencia de edades, metodologías utilizadas, pero si se observa una evidencia de alteraciones acomodativas en la medida que la población tiene unos requerimientos visuales de tiempo y de exigencias mayores que otros tipo de actividades visuales, identificando el exceso de acomodación entre 47.8% ⁽¹⁰⁾ y 28.5% ⁽¹⁵⁾ y la insuficiencia de acomodación entre 22% ⁽¹⁵⁾ y el 10% ⁽¹⁶⁾ siendo las alteraciones más prevalentes en los estudios analizados. La inflexibilidad o inercia de acomodación fue reportada por 3 estudios ^(34, 15, 10) pero se identificó que todos los estudios presentaron dificultad en la facilidad de acomodación con lente positivo y negativo, entre los mayores porcentajes de 43.5% ⁽¹⁶⁾ y 35.55% ⁽¹⁵⁾. Garnica describe en su población estudiantil, que el exceso de acomodación fue la alteración que más prevaleció (34%), seguida de fatiga acomodativa (10%) e insuficiencia de acomodación (6%). Por otra parte, Sánchez identificó en mayor



porcentaje la hiper-acomodación (62%) siendo el género femenino donde más prevaleció la alteración seguida de hipo-acomodación (12%).

Con respecto al cruce de variables entre la amplitud y el Lag de acomodación en relación a las horas de uso de pantallas electrónicas, fueron estos test los que menos reportaron alterados, teniendo en cuenta que estos autores tomaron valores normales según el criterio de cada uno, y en cuanto la flexibilidad de acomodación se pudo evidenciar que fue la variable que más estuvo alterado siendo mayor el reporte en la inflexibilidad de acomodación y la capacidad del sistemas visual en relajar la acomodación (hiper-acomodación), además como ya se ha mencionado anteriormente estos estudios presentan características demográficas diferentes para ser comparados.

En cuanto al uso continuo de pantallas electrónicas, en los últimos años ha ido aumentando exponencialmente, así lo demuestran estudios previamente realizados como el del Ramos que encontró en su población encuestada que utiliza pantallas electrónicas por más de 9 horas al día (49%), 6 o más horas el 24% de la población y un 20% utiliza pantallas por más de 3 a 6 horas al día. En otro estudio ⁽²⁾, se encontró que el 45.49% de la población estudiantes de la carrera de medicina utiliza como herramienta digital el computador portátil entre 7 a 10 horas (90.37%). En la presente investigación se encontró que en 5 estudios ^(34, 35, 36, 16, 10) la población evaluada utilizó pantallas electrónicas entre 6 horas y más el 71.42%, por lo tanto, dificultad la comparación de resultados ya que cada estudio tuvo en cuenta sus criterios de investigación, lo que obstaculiza la revisión bibliográfica.



7. Conclusiones

Para los estudios analizados, el principal cambio acomodativo de los usuarios de pantallas electrónicas estuvo en la flexibilidad de acomodación. Alteraciones principalmente relacionadas al exceso de acomodación (dificultad para relajar la acomodación), y a la inflexibilidad de acomodación (dificultad tanto para activar como para relajar la acomodación). En cuanto a la amplitud de acomodación y el Lag de acomodación la mayoría de autores analizados en la presente investigación no encontraron cambios significativos asociados al uso de estos dispositivos.

Debido a la diversidad de variables acomodativas y la falta de estandarización de sus técnicas de evaluación, no fue posible hacer una comparación de todos los resultados de los estudios científicos. Por lo tanto, se hacen necesarios trabajos que establezcan protocolos claros de los métodos de la función acomodativa, así como sus valores normales para la población hispana.

8. Recomendaciones

Se sugieren estudios clínicos longitudinales de con una cohorte expuesta a pantallas electrónicas y otra con otros estímulos acomodativos para comprobar que los cambios acomodativos son atribuibles al uso de pantallas electrónicas.



9. Referencias

1. Sheppard A, y Wolffsohn J. Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration. Pubmed. 2018; 3 (1).
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6020759/>
2. Esparza D. Riesgo de Síndrome Visual del Computador en relación a la utilización de dispositivos informáticos en estudiantes de la Carrera de Medicina de la Universidad Nacional de Loja. Google Académico. 2017; Pág. 16-37.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19524/1/Riesgo%20de%20%20S%C3%ADndrome%20Visual%20del%20Computador%20en%20relaci%C3%B3n%20a%20%20la%20utilizaci%C3%B3n%20de%20dispositivos%20inform%C3%A1ticos%20en%20estudiantes%20de%20la%20Carrera%20de%20Medicina%20de%20la%20Universidad%20Nacional%20de%20Loja.pdf>
3. Echeverri S, Giraldo D, Lozano L, Mejía P, Montoya L, Vásquez E. Síndrome de visión por computador: una revisión de sus causas y del potencial de prevención. Dialnet. 2012; 3(2): 193–201.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4163389>
4. Ento Key. Binocular and Accommodative Problems Associated With Computer Use. Google Académico. 2020.
<https://entokey.com/binocular-and-accommodative-problems-associated-with-computer-use/>
5. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Indicadores básicos de tenencia y uso de tecnologías de la información y comunicación – TIC en hogares y personas de 5 y más años de edad. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2019; Pág. 4-18.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_2018.pdf



6. Asociación Americana de Optometría (AOA). Computer vision syndrome. AOA. 2006.
<https://www.aoa.org/healthy-eyes/eye-and-vision-conditions/computer-vision-syndrome?sso=y>
7. Rosenfield M. Computer vision syndrome (a.k.a. digital eye strain). Google académico. 2016; 17, Pág. 1-6.
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Rosenfield+M.+Computer+vision+syndrome+%28a.k.a.+digital+eye+strain%29.&btnG=
8. Cacho P, García A, Ruiz M. Is there any evidence for the validity of diagnostic criteria used for accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions?". Journal of optometry. 2014; 7 (1).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888429613000058>
9. Blehm C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S, Yee R. Computer Vision Syndrome: A Review. Science Direct. 2005; 50 (3):253-262.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039625705000093>
10. Calle J. Estudio del estado acomodativo en trabajadores del departamento de telecomunicaciones del comando conjunto de las fuerzas armadas, en la ciudad de Quito, 2015-2016. Diseño de un programa preventivo de salud ocupacional y ergonomía visual. Google Académico. 2016; Pág. 13-64.
<http://www.dspace.cordillera.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/2009>
11. Garnica A. Estudio de la acomodación y la convergencia en adolescentes de las edades comprendidas entre 12 y 15 años usuarios de pc, de la unidad educativa vida nueva, de la ciudad de quito, en el periodo 2016. Google Académico. 2016; Pág. 26-60.
<https://dspace.cordillera.edu.ec/handle/123456789/2402>
12. Montés M. Optometría principios básicos y aplicación clínica. Elsevier España; 2011; Pág. 5, 6.
<https://books.google.com.co/books?id=CFDlikEV40EC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
13. Lanca C, Seang S. The association between digital screen time and myopia: A systematic review. Ophthalmic Physiological Optics. 2020; 40 (2).



- <https://sci-hub.st/10.1111/opo.12657>
14. Medrano S. Métodos de diagnóstico del estado acomodativo. Google Académico. 2008; 10 (87): 87-96.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599275.pdf>
15. López J, Estupiñan L, Rodríguez M. Características refractivas, motoras, acomodativas y sintomatológicas asociadas al uso continuo de videoterminals, en estudiantes universitarios de arquitectura y derecho de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga. Google Académico. 2017; Pág. 11-74.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12943/2018mariarodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Zaragocin S. Eficiencia del Software War Zaragocin ning with the lights, en usuarios de Pc con Alteraciones Acomodativas, Quito, periodo 2016-2017. Informe técnico dirigido a jefes de área, sobre los resultados y beneficios de la aplicación. Google Académico. 2017; pág. 16-88.
<http://www.dspace.cordillera.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/2416>
17. Bautista A. Variación en la respuesta y flexibilidad acomodativa en sujetos sometidos al uso de dispositivos electrónicos por su periodo de dos horas. Google Académico. 2016; pág. 13-58.
<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1244>
18. Castillo E, Iguti A. Síndrome de la visión del computador: diagnósticos asociados y sus causas. Dialnet. 2013; 11 (2): 97-109.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599156.pdf>
19. Collier J, Rosenfield M. Accommodation and convergence during sustained computer work. American Optometric Association. 2011; 82 (7): Pág. 434-440.
<https://sci-hub.st2/10.1016/j.optm.2010.10.013>
20. García P, García D. Factores asociados con el síndrome de visión del computador. Google Académico. 2010; 20 (12).
<https://www.redalyc.org/pdf/2390/239016509005.pdf>



21. Borsting E, Tosha C, Chase C, Ridder W. Measuring Near Induced Transient Myopia in College Students with Visual Discomfort. Pubmed. 2010; 87(10): 760–766.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2951266/>
22. Furlan W, García J, Muñoz L. Fundamentos de optometría refracción ocular. 2th. ed. Universidad Valencia. PUV; 2009.
<https://books.google.com.co/books?id=v9OHtVEvTiYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
23. Puell C. Óptica fisiológica. 1th Universidad Complutense de Madrid. Editorias complutense. 2006.
<https://books.google.com.co/books?id=8oLkmt2iT8IC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
https://eprints.ucm.es/14823/1/Puell_%C3%93ptica_Fisiol%C3%B3gica.pdf
24. Ondategui J, Borrás M, Pacheco M, Varón M, Sanchez E, Gispts J. Visión binocular diagnóstico y tratamiento. Edición UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica; 2004.
https://books.google.com.co/books?id=WxOiCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
25. Grosvenor T. Optometría de atención primaria. 1th. ed. Barcelona España. Masson. 2005.
<https://books.google.com.co/books?id=FC1Z053Alx0C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
26. Coloma P. Análisis de la metodología empleadas en las pruebas del examen optométrico. Google Académico. 2014; Pág. 9-157.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/41806/1/tesis_coloma_torregrosa.pdf
27. Ento Key. Evaluation of Accommodation. Fastest Otolaryngology & Ophthalmology Insight Engine. 2016.
<https://entokey.com/evaluation-of-accommodation/>
28. Montés M. Optometría principios básicos y aplicación clínica. Elsevier España; 2011; Pág. 310-313.



29. Carbonell S. Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativa y binoculares en la población universitaria. Dialnet. 2014; Pág. 16-36.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=71281>
30. León A, Medrano S, Márquez M, Núñez S. Disfunciones no estrábicas de la visión binocular entre los 5 y los 19 años. Dialnet. 2016: 14 (2):13-24.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5625152>
31. Legrá S, Galarza J, Martínez C, Gallo M. Disfunciones acomodativas en estudiantes no estrábicos de la Unidad Educativa Arturo Borja, Orellana, Ecuador. Google Académico. 2019; 15 (67): 110-124.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n67/1990-8644-rc-15-67-110.pdf>
32. Blegm C, Khattak A, Mitra S, et al. Computer Vision Syndrome: Science Direct. 2005; 50 (3): Pág. 253-262.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039625705000093>
33. Programa de Habilidades en Lectura Crítica Español (CASPe.). Instrumentos para la lectura crítica. 2016.
<http://www.redcaspe.org/herramientas/instrumentos>
34. Díaz A, Buenahora M, Martínez L. Caracterización de las condiciones ergonómicas visuales del personal administrativo de la multinacional Arvato en el año. Google Académico. 2018-2019. 2019; Pág. 10-68.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/20968>
35. Kitali M, Makori O, Kimani M, Kimereng K, Mwingirwa S, Waituru W. Accommodative Insufficiency Induced Asthenopia. Optometry and Vision Science 2018; Pág. 556-571.
<https://www.echronicon.com/ecop/pdf/ECOP-09-00354.pdf>
36. Corredor S, Díaz J. Parra A. Diagnóstico de condiciones de salud visual en el personal administrativo usuarios de computador de la Universidad Santo Tomás Sede Floridablanca. Google Académico. 2018; Pág. 9.34.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16184>
37. Rosenfield M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. Ophthalmic & Physiological Optics. 2011; 31 (5): Pág. 502-515.



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x>

38. Jaiswal S, Asper L, Long J, Lee A, Harrison K, Golebiowsk B. Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: what we do and do not know. Google Académico. 2019; 102 (5): Pág. 463–477.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cxo.12851>
39. Asociación Americana de Optometría (AOA). Optometric clinical practice guideline care of the patient with accommodative and vergence dysfunction. Asociación Americana de Optometría. 2011; Pág. 4-60.
<https://www.aoa.org/AOA/Documents/Practice%20Management/Clinical%20Guidelines/Consensus-based%20guidelines/Care%20of%20Patient%20with%20Accommodative%20and%20Vergence%20Dysfunction.pdf>
40. García A, Cacho P, Lara F. Evaluating Relative Accommodations in General Binocular Dysfunctions. American Academy of Optometry. 2002; 79 (12): 779-787.
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/9622/1/Evaluating%20Relative%20Accommodations%20in%20General%20Binocular%20Dysfunctions.pdf>
41. Legrá S, Galarza J, Martínez, Gallo M. Disfunciones acomodativas en estudiantes no estrábicos de la Unidad Educativa Arturo Borja, Orellana, Ecuador. Scielo. 2019; 15 (67): 110-124.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n67/1990-8644-rc-15-67-110.pdf>
42. Penisten D, Goss D, Philpott G, Pham A, West R. Comparisons of dynamic retinoscopy measurements with a print card, a video display terminal, and a PRIO@ System Tester as test targets. Google Académico. 2004; 75(4).
[https://sci-hub.st/10.1016/s1529-1839\(04\)70050-0](https://sci-hub.st/10.1016/s1529-1839(04)70050-0)
43. Ramos M. Exposición a pantallas en la actualidad. Google Académico. 2016; Pág. 28-32.
[https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Exposici%C3%B3n+a+pantallas+en+la+actualidad&btnG=Penisten D, Goss D, Philpott G, Pham A, West R. Comparisons of dynamic retinoscopy measurements with](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Exposici%C3%B3n+a+pantallas+en+la+actualidad&btnG=Penisten+D,+Goss+D,+Philpott+G,+Pham+A,+West+R.+Comparisons+of+dynamic+retinoscopy+measurements+with)



a print card, a video display terminal, and a PRIO® System Tester as test targets. Google Académico. 2004; 75: 231-240.

44. Sánchez W. Análisis del estado acomodativo a través de la retinoscopía dinámica vs retinoscopía estática en niños de 9 a 11 años de la escuela de educación básica pedro moncayo, del cantón pedro moncayo en el periodo 2018- 2019. Elaboración de un programa informativo dirigido a la comunidad educativa. Google Académico. 2019; Pág 39-41.

<https://dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/4805/1/8-OPT-18-19-1725585440.pdf>

Anexo 1. Herramienta de análisis de estudios cualitativos.

A/ ¿Los resultados del estudio son validos?

Preguntas "de eliminación"

<p>1 ¿Se definieron de forma clara los objetivos de la investigación?</p> <p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Queda implícita/explicita la pregunta de investigación? - ¿Se identifica con claridad el objetivo/s de investigación? - ¿Se justifica la relevancia de los mismos? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>2 ¿Es congruente la metodología cualitativa?</p> <p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la investigación pretende explorar las conductas o experiencias subjetivas de los participantes con respecto al fenómeno de estudio. - ¿Es apropiada la metodología cualitativa para dar respuesta a los objetivos de investigación planteados? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>3 ¿El método de investigación es adecuado para alcanzar los objetivos?</p> <p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el investigador hace explícito y justifica el método elegido (p.ej. fenomenología, teoría fundamentada, etnología, etc.). 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

¿Merece la pena continuar?

Preguntas “de detalle”

<p>4 ¿La estrategia de selección de participantes es congruente con la pregunta de investigación y el método utilizado?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hay alguna explicación relativa a la selección de los participantes. - Justifica por qué los participantes seleccionados eran los más adecuados para acceder al tipo de conocimiento que requería el estudio. - El investigador explica quién, cómo, dónde se convocó a los participantes del estudio. 	<input type="radio"/> SÍ	<input type="radio"/> NO SÉ	<input type="radio"/> NO
<p>5 ¿Las técnicas de recogida de datos utilizados son congruentes con la pregunta de investigación y el método utilizado?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - El ámbito de estudio está justificado. - Si se especifica claramente y justifica la técnica de recogida de datos (p. ej. entrevistas, grupos de discusión, observación participante, etc.). - Si se detallan aspectos concretos del proceso de recogida de datos (p. ej. elaboración de la guía de entrevista, diseño de los grupos de discusión, proceso de observación). - Si se ha modificado la estrategia de recogida de datos a lo largo del estudio y si es así, ¿explica el investigador cómo y por qué? - Si se explicita el formato de registro de los datos (p. ej. grabaciones de audio/video, cuaderno de campo, etc.) - Si el investigador alcanza la saturación de datos y reflexiona sobre ella. 	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO

<p>6 ¿Se ha reflexionado sobre la relación entre el investigador y el objeto de investigación (reflexividad)?</p> <p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el investigador ha examinado de forma crítica su propio rol en el proceso de investigación (el investigador como instrumento de investigación), incluyendo sesgos potenciales: <ul style="list-style-type: none"> - En la formulación de la pregunta de investigación. - En la recogida de datos, incluida la selección de participantes y la elección del ámbito de estudio. - Si el investigador refleja y justifica los cambios conceptuales (reformulación de la pregunta y objetivos de la investigación) y metodológicos (criterios de inclusión, estrategia de muestreo, técnicas de recogida de datos, etc.). 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> SÍ NO SÉ NO </div>
<p>7 ¿Se han tenido en cuenta los aspectos éticos?</p> <p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el investigador ha detallado aspectos relacionados con: <ul style="list-style-type: none"> - El consentimiento informado. - La confidencialidad de los datos. - El manejo de la vulnerabilidad emocional (efectos del estudio sobre los participantes durante y después del mismo como consecuencia de la toma de consciencia de su propia experiencia). - Si se ha solicitado aprobación de un comité ético. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> SÍ NO SÉ NO </div>

B/ ¿Cuáles son los resultados?

8 ¿Fue el análisis de datos suficientemente riguroso?	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO
<p><i>PISTA: Considera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si hay una descripción detallada del tipo de análisis (de contenido, del discurso, etc.) y del proceso. - Si queda claro cómo las categorías o temas emergentes derivaron de los datos. - Si se presentan fragmentos originales de discurso significativos (verbatim) para ilustrar los resultados y se referencia su procedencia (p. ej. entrevistado 1, grupo de discusión 3, etc.) - Hasta qué punto se han tenido en cuenta en el proceso de análisis los datos contradictorios (casos negativos o casos extremos). - Si el investigador ha examinado de forma crítica su propio rol y su subjetividad de análisis. 			
<p>9 ¿Es clara la exposición de los resultados?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los resultados corresponden a la pregunta de investigación. - Los resultados se exponen de una forma detallada, comprensible. - Si se comparan o discuten los hallazgos de la investigación con los resultados de investigaciones previas. - Si el investigador justifica estrategias llevadas a cabo para asegurar la credibilidad de los resultados (p.ej. triangulación, validación por los participantes del estudio, etc.) - Si se reflexiona sobre las limitaciones del estudio. 	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO

C/¿Son los resultados aplicables en tu medio?

10 ¿Son aplicables los resultados de la investigación?

SÍ

NO SÉ

NO

PISTA: Considera si

- El investigador explica la contribución que los resultados aportan al conocimiento existente y a la práctica clínica.
- Se identifican líneas futuras de investigación.
- El investigador reflexiona acerca de la transferibilidad de los resultados a otros contextos.

CASPE

CASPE

Anexo 2. Herramienta de análisis de casos y controles

Preguntas de eliminación

<p>1 ¿El estudio se centra en un tema claramente definido?</p> <p><i>PISTA: Una pregunta se puede definir en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La población estudiada. - Los factores de riesgo estudiados. - Si el estudio intentó detectar un efecto beneficioso o perjudicial. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>2 ¿Los autores han utilizado un método apropiado para responder a la pregunta?</p> <p><i>PISTA: Considerar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Es el estudio de Casos y Controles una forma adecuada para contestar la pregunta en estas circunstancias? (¿Es el resultado a estudio raro o perjudicial?). - ¿El estudio está dirigido a contestar la pregunta? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

¿Merece la pena continuar?

Preguntas de detalle

3 ¿Los casos se reclutaron/incluyeron de una forma aceptable?

PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la validez de los hallazgos

- ¿Los casos se han definido de forma precisa?
- ¿Los casos son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)?
- ¿Se estableció un sistema fiable para la selección de todos los casos?
- ¿Son incidencia o prevalencia?
- ¿Hay algo "especial" que afecta a los casos?
- ¿El marco temporal del estudio es relevante en relación a la enfermedad/exposición?
- ¿Se seleccionó un número suficiente de casos?
- ¿Tiene potencia estadística?

SÍ NO SÉ NO

4 ¿Los controles se seleccionaron de una manera aceptable?

PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la generalizabilidad de los hallazgos.

- ¿Los controles son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)?
- ¿Hay algo "especial" que afecta a los controles?
- ¿Hay muchos no respondedores?
¿Podrían ser los no respondedores de alguna manera diferentes al resto?
- ¿Han sido seleccionados de forma aleatorizada, basados en una población?
- ¿Se seleccionó un número suficiente de controles?

SÍ NO SÉ NO

5 ¿La exposición se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos?

SÍ NO SÉ NO

PISTA: Estamos buscando sesgos de medida, retirada o de clasificación:

- ¿Se definió la exposición claramente y se midió ésta de forma precisa?
- ¿Los autores utilizaron variables objetivas o subjetivas?
- ¿Las variables reflejan de forma adecuada aquello que se suponen que tiene que medir? (han sido validadas).
- ¿Los métodos de medida fueron similares tanto en los casos como en los controles?
- ¿Cuando fue posible, se utilizó en el estudio cegamiento?
- ¿La relación temporal es correcta (la exposición de interés precede al resultado/variable de medida)?

6

A. ¿Qué factores de confusión han tenido en cuenta los autores?

Lista:

Haz una lista de los factores que piensas que son importantes y que los autores han omitido (genéticos, ambientales, socioeconómicas).

B. ¿Han tenido en cuenta los autores el potencial de los factores de confusión en el diseño y/o análisis?

SÍ NO SÉ NO

PISTA:

Busca restricciones en el diseño y técnica, por ejemplo, análisis de modelización, estratificación, regresión o de sensibilidad para corregir, controlar o ajustar los factores de confusión.

B/ ¿Cuáles son los resultados?

7 ¿Cuáles son los resultados de este estudio?

PISTA:

- ¿Cuáles son los resultados netos?
- ¿El análisis es apropiado para su diseño?
- ¿Cuán fuerte es la relación de asociación entre la exposición y el resultado (mira los odds ratio (OR))?
- ¿Los resultados se han ajustado a los posibles factores de confusión y, aun así, podrían estos factores explicar la asociación?
- ¿Los ajustes han modificado de forma sustancial los OR?

8 ¿Cuál es la precisión de los resultados?

¿Cuál es la precisión de la estimación del riesgo?

PISTA:

- Tamaño del valor de P.
- Tamaño de los intervalos de confianza.
- ¿Los autores han considerado todas las variables importantes?
- ¿Cuál fue el efecto de los individuos que rechazaron el participar en la evaluación?

9 ¿Te crees los resultados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SÍ	NO SÉ	NO
<p>PISTA:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>¡Un efecto grande es difícil de ignorar!</i>- <i>¿Puede deberse al azar, sesgo o confusión?</i>- <i>¿El diseño y los métodos de este estudio son lo suficientemente defectuosos para hacer que los resultados sean poco creíbles?</i>- <i>Considera los criterios de Bradford Hills (por ejemplo, secuencia temporal, gradiente dosis-respuesta, fortaleza de asociación, verosimilitud biológica).</i>			

CASPE

CASPE

¿Merece la pena continuar?

C/ ¿Son los resultados aplicables a tu medio?

<p>10 ¿Se pueden aplicar los resultados a tu medio?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los pacientes cubiertos por el estudio pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área. - Tu medio parece ser muy diferente al del estudio. - ¿Puedes estimar los beneficios y perjuicios en tu medio? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>11 ¿Los resultados de este estudio coinciden con otra evidencia disponible?</p> <p><i>PISTA:</i></p> <p><i>Considera toda la evidencia disponible: Ensayos Clínicos aleatorizados, Revisiones Sistemáticas, Estudios de Cohorte y Estudios de Casos y Controles, así como su consistencia.</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

A/ ¿Los resultados de la revisión son válidos?

Preguntas "de eliminación"

<p>1 ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?</p> <p><i>PISTA: Un tema debe ser definido en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La población de estudio. - La intervención realizada. - Los resultados ("outcomes") considerados. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>2 ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?</p> <p><i>PISTA: El mejor "tipo de estudio" es el que</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se dirige a la pregunta objeto de la revisión. - Tiene un diseño apropiado para la pregunta. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

¿Merece la pena continuar?

Preguntas detalladas

<p>3 ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?</p> <p><i>PISTA: Busca</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Qué bases de datos bibliográficas se han usado. - Seguimiento de las referencias. - Contacto personal con expertos. - Búsqueda de estudios no publicados. - Búsqueda de estudios en idiomas distintos del inglés. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>4 ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?</p> <p><i>PISTA: Los autores necesitan considerar el rigor de los estudios que han identificado. La falta de rigor puede afectar al resultado de los estudios ("No es oro todo lo que reluce" El Mercader de Venecia. Acto II)</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>5 Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los resultados de los estudios eran similares entre sí. - Los resultados de todos los estudios incluidos están claramente presentados. - Están discutidos los motivos de cualquier variación de los resultados. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

6 ¿Cuál es el resultado global de la revisión?

PISTA: Considera

- *Si tienes claro los resultados últimos de la revisión.*
- *¿Cuáles son? (numéricamente, si es apropiado).*
- *¿Cómo están expresados los resultados? (NNT, odds ratio, etc.).*

7 ¿Cuál es la precisión del resultado/s?

PISTA:

Busca los intervalos de confianza de los estimadores.

C/¿Son los resultados aplicables en tu medio?

8 ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?

SÍ

NO SÉ

NO

PISTA: Considera si

- *Los pacientes cubiertos por la revisión pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área.*
- *Tu medio parece ser muy diferente al del estudio.*

9 ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?

SÍ

NO SÉ

NO

10 ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?

SÍ

NO

Aunque no esté planteado explícitamente en la revisión, ¿qué opinas?