



FACULTAD DE FARMACIA

**PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA
FUNCIÓN ACOMODATIVA EN UN EXAMEN
OPTOMÉTRICO**

ROSARIO PORTILLO POSTIGO



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

FACULTAD DE FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA

TRABAJO FIN DE GRADO

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN ACOMODATIVA EN UN EXAMEN OPTOMÉTRICO

TFG de carácter bibliográfico

Departamento de Física de la Materia Condensada

Rosario Portillo Postigo

Tutora: María del Carmen Sánchez González

Sevilla, 3 de Julio de 2017

RESUMEN

La acomodación es un pilar fundamental del sistema visual que proporciona una visión clara y nítida del entorno. Un trastorno o disfunción en este sistema puede ocasionar síntomas astenópicos que interfieren en la vida diaria del sujeto.

Dada la alta prevalencia de disfunciones de tipo acomodativo, es necesario definir un protocolo de medidas optométricas destinadas a la evaluación del sistema. Estas disfunciones pueden ser de etiología variada, la mayoría va asociada a alguna disfunción vergencial, problema refractivo, estrés o cambios fisiológicos del cristalino con la edad.

Aumenta la prevalencia de estas disfunciones por el uso excesivo de dispositivos electrónicos (móviles, ordenadores) y aumento de la edad de finalización de los estudios. Todo ello hace que el sistema visual esté sometido a un sobreesfuerzo que origina la alteración de la función acomodativa.

Ante esta situación es necesario aplicar una metodología determinada y unos valores normales que ayuden al diagnóstico exacto de las disfunciones acomodativas y la aplicación del tratamiento más adecuado.

Las pruebas indicadas para evaluar de manera completa la acomodación son la medida de las distintas habilidades visuales, a través de la Amplitud de Acomodación (AA), la Acomodación Relativa Negativa y Positiva (ARN/ARP), la Flexibilidad Acomodativa (FA) y la Postura Acomodativa (PA).

Estos parámetros se pueden analizar a cualquier edad, pero los resultados no serán significativos a partir de los 45 años en adelante, donde la capacidad del cristalino de acomodar y relajar está disminuida y es inferior a la demanda visual que un objeto demanda en distancias cercanas.

Para cada prueba se ha determinado el método más reproducible basándonos en la revisión de una serie de estudios mediante una búsqueda exhaustiva de artículos que hacen referencia sobre el tema.

Palabras clave: acomodación, disfunciones, prevalencia, reproducible, método.

ÍNDICE

1. Introducción	4-9
2. Objetivos de la revisión	10
3. Metodología	10-11
4. Resultados y discusión	12
4.1. Amplitud de acomodación	13-18
4.2. Acomodación relativa	19-21
4.3. Flexibilidad acomodativa	21-25
4.4. Postura o respuesta acomodativa	26-32
5. Conclusiones	33
Anexo: abreviaturas y glosario	34
Bibliografía	35-38

1. INTRODUCCIÓN

Las disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas son anomalías visuales cuya prevalencia ha aumentado en los últimos años como consecuencia del abuso de la visión de cerca e intermedia. El uso excesivo de dispositivos electrónicos y espacios visuales restringidos durante largos periodos de tiempo, afecta a la eficiencia del sistema visual y repercute en la vida personal y laboral del sujeto.

Estas disfunciones pueden provocar síntomas que afectan a la visión binocular y al rendimiento visual del sujeto, especialmente en tareas que requieren visión de cerca. Los síntomas más comunes son dolor de cabeza, visión borrosa, dificultad para concentrarse y dolor ocular. Estos síntomas astenópicos pueden variar según la persona, el estado del sistema visual y el tipo de alteración. (García-Muñoz y cols. 2016).

La prevalencia se define como la frecuencia de casos existentes, casos anteriores y de aparición reciente de una enfermedad o condición en un punto del tiempo o durante un periodo definido. (Szklo y Nieto 2003).

Estudios recientes revelan la alta prevalencia de las disfunciones acomodativas.

Hokoda en 1985 observó en 119 pacientes con altas demandas visuales que las disfunciones acomodativas eran la condición con mayor prevalencia 16,8%. (Hokoda 1985).

Scheiman y cols. en 1996 hicieron un estudio prospectivo con 2023 sujetos de entre 6 meses y 18 años y hallaron que las disfunciones acomodativas y binoculares son un 9% más prevalente que las enfermedades oculares en este rango de edad. Estos datos sugieren que, aparte de las anomalías de refracción, las condiciones más prevalentes en la población pediátrica clínica son trastornos binoculares y acomodativos. Por lo que se requieren exámenes visuales completos capaces de detectar alteraciones acomodativas y binoculares. (Scheiman y cols. 1996).

Lara y cols. en 2001 estudian una muestra de 265 sujetos y determinan que el 22,3% padecen algún tipo de anomalía acomodativa o binocular. De ellas el 9,4% son disfunciones acomodativas y el 12,9% binoculares. De entre las disfunciones

acomodativas, el exceso acomodativo fue el más prevalente (6,4%) seguido de la insuficiencia de acomodación (3%). (Lara y cols. 2001).

García-Muñoz y cols. en 2015 estudian una población de 175 sujetos. En el estudio se muestra la alta prevalencia de alteraciones acomodativas y binoculares ya que un 13,15% de los sujetos padece alguna de ellas. Las disfunciones binoculares (8%) siguen siendo más frecuente que las acomodativas (2,29%); y de las alteraciones acomodativas la más frecuente es el exceso de acomodación (2,29%). (García-Muñoz y cols. 2016).

Hoseini-Yazdi y cols. en 2015 realizan un estudio con 83 pacientes seleccionados de un total de 261 estudiantes universitarios con edades comprendidas entre 18 y 25 años. Llevaron a cabo tanto pruebas acomodativas como vergenciales y refieren que el 7,2% tenían trastornos acomodativos, el 12,1% disfunciones binoculares y el 19,3% padecían ambas anomalías. El defecto acomodativo más prevalentes fue el exceso de acomodación. (Hoseini-Yazdi y cols. 2015).

	Disfunciones acomodativas	Disfunciones binoculares
Hokoda 1985	16,8	NR
Lara y cols. 2001	9,4	12,9
García-Muñoz y cols. 2015	2,29	8
Hoseini-Yazdi 2015	7,2	12,1
NR: No reportado		

Tabla 1. Cuadro resumen de la prevalencia de las disfunciones binoculares y acomodativas (en porcentaje)

Según Scheiman y Wick los síntomas del exceso de acomodación son dolor de cabeza, visión borrosa, dolor ocular, dificultad para concentrarse en la lectura, fotofobia, problemas para cambiar de enfoque de cerca a lejos (pasar de leer en el papel a ver la pizarra, la televisión o conducir). Estos síntomas se agravan al final del día tras largos periodos de trabajo en cerca. Es importante conocer la sintomatología referida por el

paciente para que junto con los signos podamos determinar con la mayor exactitud la disfunción que padece. (Scheiman and Wick 2013a).

Dada la alta prevalencia de disfunciones acomodativas se requiere un examen completo de cada una de las variables que definen el estado de la función acomodativa, que incluye las medidas de AA, ARN, ARP, FA, PA. Obviar alguna de ellas puede alterar el diagnóstico confundiéndose, por ejemplo, una pseudomiopía con un exceso acomodativo. (Scheiman y Wick 2013a).

Todos estos estudios justifican la necesidad de elaborar un protocolo optométrico para evaluar la visión binocular incluyendo tanto la función acomodativa como vergencial, y sea aplicable a una gran parte de la población para la detección de este tipo de disfunciones.

ACOMODACIÓN OCULAR

La acomodación ocular se define clásicamente como el proceso por el cual se produce un aumento de la potencia refractiva del ojo debido a la modificación de la forma del cristalino, aumentando la curvatura de la cara anterior y posterior del mismo. (Furlan y cols. 2009a).

La anatomía del Sistema Acomodativo es la siguiente y nos ayudará a explicar el mecanismo de la acomodación:

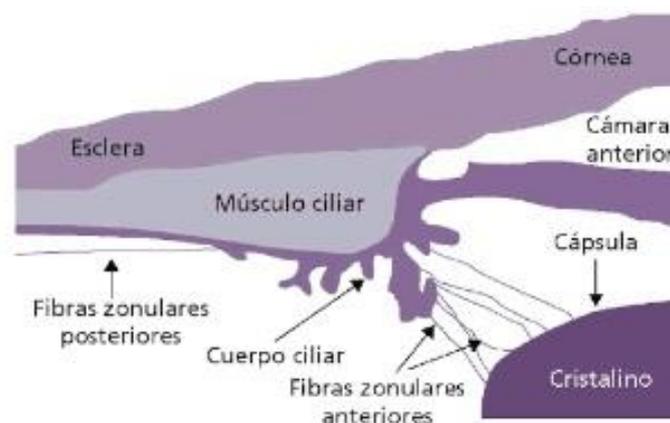


Ilustración 1. Diagrama esquemático de las estructuras acomodativas. (Montés-Micó y López Gil 2011).

Se distinguen tres partes fundamentales: el cuerpo ciliar formado por el músculo ciliar y los procesos ciliares, las fibras de la zónula de Zinn y el cristalino. El cristalino está unido, a través de su capsula exterior, a las fibras de la zónula y éstas se unen a su vez al cuerpo ciliar por medio de los procesos ciliares. (Montés-Micó y López Gil 2011).

En estado relajado, los músculos ciliares están distendidos, las fibras de la zónula están tensas y el cristalino en su forma más plana. (Montés-Micó y López Gil 2011).

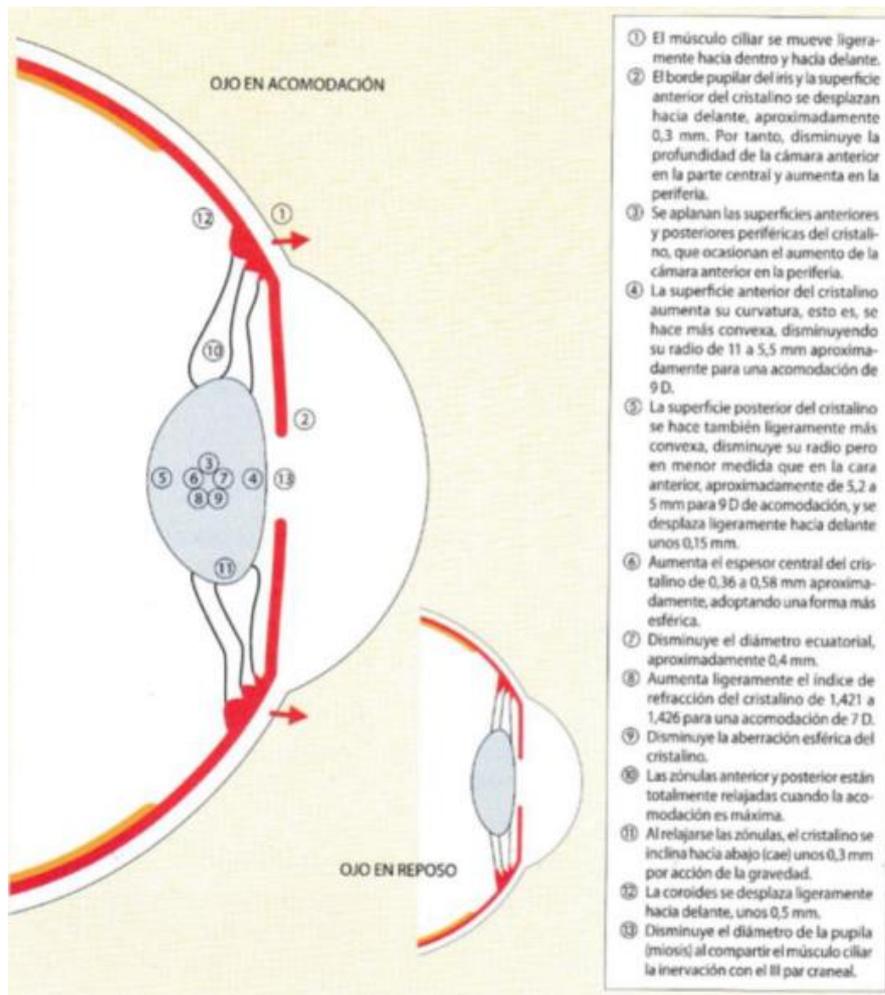


Ilustración 2. Mecanismo de la acomodación. (Martín Herranz and Vecilla Antolínez 2010).

El mecanismo de acomodación se desencadena como consecuencia de una borrosidad retiniana al intentar enfocar un objeto cercano. Provocando en primer lugar la contracción del músculo Ciliar que empuja los procesos ciliares y relaja las fibras de la zónula de Zinn, relajando la tensión mantenida sobre el cristalino e incurvando ambas caras de éste aumentando así su poder dióptrico. (Borrás García y cols. 2004b).

La magnitud de estos movimientos va disminuyendo con la edad debido al incremento de densidad del cristalino y a la disminución de su elasticidad y la de su cápsula. (Furlan y cols. 2009a).

La acomodación va acompañada de la miosis y la convergencia. Todo ello se conoce como *Triada de la Acomodación*, y va dirigida a formar una imagen única y nítida. (Montés-Micó y López Gil 2011).

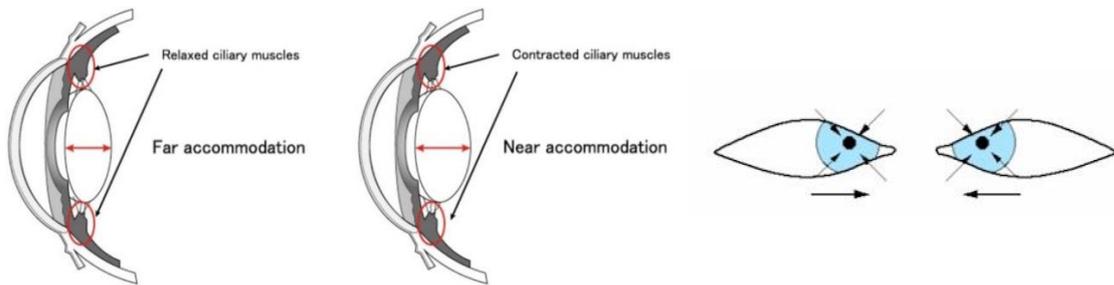


Ilustración 3. Triada de la acomodación. (Ide y cols. 2013).

La acomodación tiene **cuatro componentes**:

- **Acomodación tónica:** es aquella que está presente ante la ausencia de estímulo acomodativo. Es el estado en el que el cristalino se encuentra en reposo. (Borrás García y cols. 2004b).

Varía entre 0 a 4 dioptrías dependiendo de la persona y su ametropía. (Furlan y cols. 2009a).

- **Acomodación vergencial:** es el segundo componente más importante; y es la respuesta ante la disparidad de las imágenes que se forman en la retina sin tener en cuenta la borrosidad de éstas. Se debe a la relación neurológica que existe entre ambos sistemas, el acomodativo y el vergencial. (Furlan y cols. 2009a).

- **Acomodación proximal:** se produce por la sensación real o aparente de proximidad al acercar un objeto a los ojos en la línea media. (Furlan y cols. 2009a).

- **Acomodación refleja:** es una respuesta inconsciente y automática del sistema acomodativo ante una imagen retiniana desenfocada. Es el componente que más interviene en la respuesta acomodativa. (Borrás García y cols. 2004b).

Este ajuste es involuntario hasta las 2D de acomodación. A partir de ahí se producen micro fluctuaciones voluntarias de 0,12 D aproximadamente. (Furlan y cols. 2009a).

- **Acomodación voluntaria:** no depende de ningún estímulo. Como su propio nombre indica es voluntaria. No todas las personas la poseen sin conocimiento previo de ella, aunque no es difícil de adquirir mediante entreno previo. (Borrás García y cols. 2004b).

Conceptos de la acomodación:

- **Amplitud de acomodación (AA):** Es la máxima capacidad de acomodación del sistema visual para enfocar objetos a diferentes distancias debido a la modificación de potencia del cristalino. (León Álvarez y cols. 2014).

- **Acomodación relativa:** es la máxima variación que puede realizar la acomodación cuando se estimula con lentes negativas (Acomodación Relativa Positiva - **ARP**) o cuando se relaja con lentes positivas (Acomodación Relativa Negativa - **ARN**) manteniendo la demanda vergencial constante. (Borrás García y cols. 2004a).

- **Flexibilidad acomodativa (FA):** es la facilidad con la que el sistema visual adapta su respuesta acomodativa a un nuevo estímulo. (Borrás García y cols. 2004a).

- **Postura acomodativa (PA):** es la diferencia (en dioptrías) entre la demanda acomodativa provocada por un cierto estímulo visual y las dioptrías que el ojo acomoda en respuesta a esa demanda. (Furlan y cols. 2009a).

Nuestro propósito es definir un protocolo que incluya las pruebas diagnósticas que presenten mayor repetibilidad para la medida de las distintas habilidades acomodativas, así como la interpretación de los resultados de las mismas.

2. OBJETIVOS DE LA RESIVISIÓN

El principal objetivo de este trabajo, es analizar las pruebas para la evaluación de la función acomodativa utilizadas a la hora de realizar un examen optométrico y determinar cuál de ellas presenta mayor repetibilidad.

Los objetivos específicos de este estudio:

1. Analizar las diferentes pruebas optométricas para evaluar la misma habilidad visual de tipo acomodativo.
2. Determinar la concordancia entre los resultados de las distintas pruebas utilizadas para medir una habilidad y determinar si pueden o no considerarse pruebas intercambiables.
3. Establecer un protocolo de evaluación de la función acomodativa mediante pruebas que presenten la mayor repetibilidad y concordancia en los resultados.
4. Determinar el rango de edad que permite que los resultados sean lo más significativo posible.

3. METODOLOGÍA

Para la realización del trabajo se hizo una exhaustiva búsqueda bibliográfica durante el periodo del 16 de febrero de 2017 al 28 de mayo de 2017 basada en artículos científicos, revisiones, libros del área perteneciente a óptica y optometría y oftalmología, publicados entre 1985 y 2017.

Para ello se utilizaron las bases de datos científicas indicadas para esté área: Pubmed, Scopus, Web of Science, Dialnet y CSIC. También se ha hecho uso del catálogo “FAMA” de la biblioteca de la Universidad de Sevilla para poder acceder mediante recursos electrónicos a distintos libros. También accedemos directamente a otros libros localizados en la biblioteca del CRAI Antonio de Ulloa.

La estrategia de búsqueda se basó en el uso de palabras clave relacionadas con las pruebas que evalúan el sistema acomodativo. La ecuación de búsqueda incluía operadores booleanos, símbolos truncados y caracteres comodín; signos específicos utilizados en ciencias de la información y en bases de datos seleccionadas.

Las palabras clave seleccionadas fueron: age, ocular, accommodation, measure, amplitude, facility, agreement repeatability, relative accommodation, lag, normative values, accommodative dysfunctions.

Los criterios de inclusión fueron la obtención de artículos publicados en inglés o en español cuyo objetivo fuera el estudio o comparación de las pruebas optométricas destinadas a la evaluación del sistema acomodativo y su prevalencia.

Los criterios de exclusión fueron aquellos artículos que no estuvieran relacionados con el tema, artículos que no estuvieran en español o inglés, o que no estuvieran a libre disposición.

Se ha encontrado 1213 artículos. Finalmente nos quedamos con 40 tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

Se ha hecho uso del programa Mendeley para ordenar y clasificar la bibliografía. Y así agilizar la tarea de referenciar el texto.

La paciente que aparece en las ilustraciones está conforme y ha firmado previamente un consentimiento autorizando la publicación de sus fotografías durante la exploración.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la valoración de la función acomodativa evaluaremos la AA, ARN, ARP, FA y PA, además de establecer la edad mínima y máxima en que pueda realizarse las medidas manteniéndose los resultados dentro de la norma.

Al nacer la AA es máxima, ya que el cristalino es más elástico, siendo próxima a las 20 D y va disminuyendo con la edad por el envejecimiento del músculo ciliar y del cristalino. (Martín Herranz y Vecilla Antolínez 2010).

De todos los estudios revisados algunos de ellos concluyen que la mayor edad a la que un sujeto mantiene una visión clara y cómoda sin esfuerzo acomodativo a 40 cm es 45 años. (Puell Marin y Susín Brabo 2006).

León y cols. refieren que para mantener la acomodación de forma cómoda y sin necesidad de hacer mucho esfuerzo es necesario que el 50% de la amplitud de acomodación (AA) de esa persona sea igual a la exigencia acomodativa que demande la distancia a la que está el texto. (León y cols. 2016). Así, un texto a 40 cm demanda una capacidad de acomodación de 2,50 D por lo que el 50% de la AA de un sujeto debería de ser 2,50 D. Según éste estudio, a la edad de 45 años se tiene una AA de 1,75D por lo que la mitad de ella sería 0,87 D (equivale a 115 cm \approx 1 metro). Indica que el sujeto necesitará de una adición positiva de 1,62 D para leer a 40 cm sin dificultad. (León y cols. 2016).

Esta disminución de la acomodación con la edad se basa en varios factores. Los más aceptados son el engrosamiento y endurecimiento del cristalino. También afecta la disminución en la fuerza y en la velocidad de contracción del músculo ciliar. Incluso puede ser debido a una restricción del movimiento del músculo ciliar hacia delante por rigidez de la coroides, del músculo ciliar posterior o del vítreo posterior. (Shao y cols. 2015).

Aunque se ha determinado que la edad máxima a la que la respuesta del cristalino sigue siendo óptima para ver los objetos claros y nítidos en visión próxima es de 45 años. Hay otros artículos como el de Shao y cols. en 2015 que consideran que la acomodación se compromete a partir de los 39 años. (Shao y cols. 2015).

En cuanto a la edad mínima, no existe un valor mínimo a partir del cual no se deba medir la capacidad acomodativa, pero si es cierto que la mayoría de las pruebas son subjetivas y necesitamos la colaboración del sujeto.

Antona y cols. en 2009 utilizan una muestra de 61 sujetos con edades comprendidas entre 18-32 años. (Antona y cols. 2009a; Antona y cols. 2009b).

Johnston y Firth en 2013 eligen una muestra de 23 estudiantes con edades entre 18-26 años. (Johnston y Firth 2013).

Shao y cols. en 2015 utilizan para su estudio una muestra de 33 participantes con edades de entre 20 y 39 años. (Shao y cols. 2015).

Después de la revisión de varios artículos y debido a que este estudio va dirigido a realizar un protocolo para examinar el sistema acomodativo en la edad adulta, concluimos que la edad mínima es 18 años.

Por tanto, el rango de edades recomendable para llevar a cabo un examen completo de la acomodación ha de estar comprendido entre los 18 y los 45 años.

Se han elegido estos valores porque el objetivo es desarrollar un protocolo para la edad adulta. Pero hay estudios en los que la muestra utilizada comprende edades desde los 6 meses. (Scheiman y cols. 1996). La medición de las pruebas optométricas en edad pediátrica es otro campo de investigación.

A continuación, se describe cada habilidad acomodativa y sus formas de medirlas.

4.1. AMPLITUD DE ACOMODACIÓN (AA)

Es la diferencia entre el estado de reposo del cristalino y su enfoque de refracción máximo dado por la capacidad para modificar su potencia, lo cual le permite al sistema visual realizar el enfoque de objetos a diferentes distancias de la retina. (León Álvarez y cols. 2014).

La amplitud de acomodación se puede medir de manera objetiva y subjetiva. Se mide primero monocular y después binocular. Todas las pruebas hay que hacerlas con el paciente corregido con su refracción subjetiva de lejos, buena iluminación ambiental y sobre el test de cerca, fijando la mirada sobre la línea de letras una agudeza visual (AV) inferior a la máxima AV corregida (MAVC) del ojo que estemos examinando. El test recomendado es la carta de Snellen. (Yekta y cols. 2017).

La forma **objetiva** es mediante la **retinoscopía dinámica** usando el método de retinoscopía **Nott**. De tal manera que se ocluye un ojo, se le coloca al paciente la lente con la que pueda ver nítida esas letras (sumada a su refracción de lejos), y éste se ajusta el test de cerca lo más alejado posible que pueda leer las letras. En este punto se posiciona el examinador con el retinoscopio usando el espejo plano y se va acercando o alejando en función de si ve las sombras inversas o directas respectivamente, hasta observar el llenado de pupila. Se repite igual con el otro ojo y después con ambos descubiertos. El resultado es la inversa de la distancia (en metros) entre el examinador y el test, menos la lente que había colocado previamente. (León y cols. 2016).

Hay 3 métodos de medirlo de manera **subjetiva**:

1. Método de las lentes negativas o de Sheard: se coloca el test de cerca a 33 cm en la barra métrica del foróptero. Se ocluye un ojo y se van añadiendo lentes negativas en pasos de 0.25D cada 10 segundos (Medrano 2008) sobre la refracción de lejos del paciente hasta que refiera la “primera borrosidad mantenida”, es decir, hasta que no pueda aclarar más las letras. Repetir con el otro ojo y después con ambos ojos simultáneamente. (León y cols. 2016). El resultado es la cantidad de lentes negativas introducidas más 2,50 D*. (Antona y cols. 2009a).

* Se acerca el test de 40 cm a 33 cm para disminuir el efecto óptico de disminución de la imagen por acción de las lentes negativas, pero la compensación de la acomodación para esa distancia se mantiene en 2,50 D.



Ilustración 4. Método de Sheard o de las lentes negativas.

2. Método del alejamiento o Push-down: se pone el test de cerca sobre la varilla métrica del foróptero lo más cerca posible donde el paciente vea borroso monocularmente. Ir alejando el test a una velocidad de 4 cm por segundo hasta que el paciente refiera ver las letras nítidas y claras. Hacer lo mismo con el otro ojo y después binocularmente. El resultado es la inversa de la distancia entre el ojo y el test. (León y cols. 2016).

3. Método del acercamiento o de Donders: primero de forma monocular se coloca el test en la barra del foróptero a la distancia donde el paciente vea las letras. Ir acercando el test hasta que refiera “borrosidad mantenida”, es decir, que no pueda aclarar las letras utilizando la acomodación. Hacer después binocularmente. El resultado es la inversa de la distancia (en metros) entre el paciente y el texto. (Yekta y cols. 2017).

Los resultados de las pruebas, independientemente del método utilizado, se comparan con los valores obtenidos mediante el uso la fórmula de Hofstetter según la edad. (León y cols. 2016).

$$AA = 18,5 - (0,3 \times edad)$$

Ecuación 1. Fórmula de Hofstetter según la edad. (León y cols. 2016).

Tras analizar todos los métodos para medir la amplitud de acomodación, vamos a compararlos para decidir cuál es el más idóneo.

León y cols. en 2016 demostraron que la prueba de retinoscopia dinámica es fiable y útil para medir la AA, incluso utilizando un autorefractómetro infrarrojo de campo abierto. Pero habría que hacer un estudio con este método para normalizar los valores ya que los valores obtenidos en el ensayo estaban muy alejados de los preestablecidos. (León y cols. 2016).

Según ellos, las pruebas subjetivas se acercan más a los valores normales. El problema es la imposibilidad de comprobar la veracidad o certeza de la respuesta del paciente cuando éste refiere la borrosidad constante. Los resultados con estos métodos son inferiores a los obtenidos con la fórmula de Hofstetter; esto es debido al tamaño del objeto percibido (menor con las lentes negativas y al alejar el texto), la proximidad al objeto y el tiempo de reacción del sujeto. (León y cols. 2016).

Un defecto que tienen en común tanto el método de Donders como el de Sheard es que no tienen en cuenta la profundidad de campo del ojo. Ello hace que la amplitud de acomodación clínica o subjetiva (la medida en las pruebas optométricas) sea mayor 0,5D o 1,00 D más que la amplitud de acomodación real u objetiva. (Furlan y cols. 2009a).

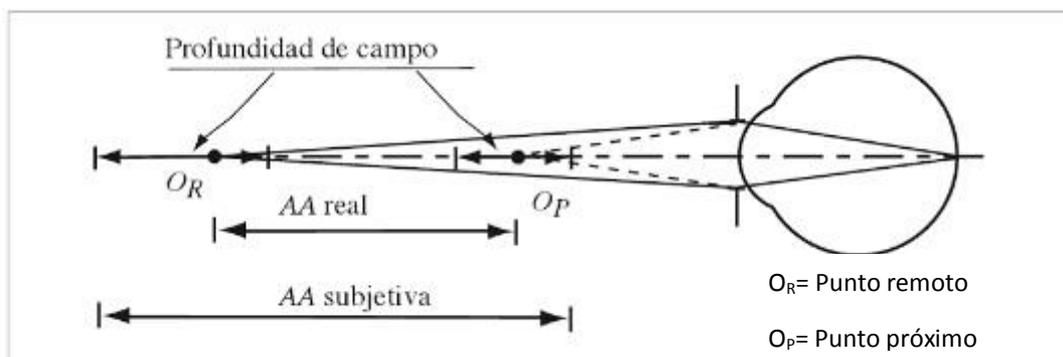


Ilustración 5. Representación de la amplitud de acomodación clínica y real de un ojo miope. (Furlan y cols. 2009a).

Según Medrano, el método de Donders no es un método adecuado ya que proporciona datos erróneos debido a la subjetividad de la prueba. También, por el hecho de acercar el test ya que provoca magnificación de las letras lo que sobreestima la AA. (Medrano 2008).

Según este artículo de Medrano, con las sombras del retinoscopio tampoco es acertado porque hay que disponer de mucha experiencia para tomar la AA con exactitud. Excepto en casos en los que el paciente no colabore. (Medrano 2008).

Por último, concluye que el método de Sheard es el más correcto ya que es una forma rápida, cómoda, no sobreestima los valores y es el más reproducible, a pesar de ser un método subjetivo.

A esta conclusión llegan numerosos autores que avalan que el método de Sheard es el más reproducible para medir la AA tanto monocular como binocular. (Antona y cols. 2009a; Felipe Márquez y cols. 2015; Palomo Álvarez y Puell 2008; Scheiman y Wick 2013b; Yekta y cols. 2017).

AA	Retinoscopía Nott	Método de Sheard	Método Push-down	Método de Donders
Medrano 2008	NO	SI	-	NO
Palomo Álvarez y Puell 2008	-	SI	-	-
Furlan 2009	-	NO	-	NO
Antona y cols. 2009a	-	SI	-	-
Scheiman y Wick 2013b	-	SI	-	-
Felipe Márquez y cols. 2015	-	SI	-	-
León y cols. 2016	SI	NO	NO	NO
Yekta y cols. 2017	-	SI	-	NO

Tabla 2. Cuadro resumen del método más reproducible según los autores para medir la AA.

En cuanto a los valores normales no se ha llegado a la unanimidad sobre cuáles son los valores establecidos como referencia debido a la gran variabilidad. Aunque posteriormente, los resultados obtenidos de las pruebas se comparan con la fórmula de Hofstetter descrita anteriormente. Pero los que más se aproximan utilizando el método de Sheard son:

Variables	Valores (D)
AA Monocular	9 ± 1,50
AA Binocular	8,50 ± 1,50

Tabla 3. Valores normales de la amplitud de acomodación (Abraham y cols. 2015).

Factores que afectan a la medida de la amplitud de acomodación (Furlan y cols. 2009a):

- **Tiempo de presentación del test:** este factor condiciona a la velocidad de acercamiento del test en el método de Donders o a la frecuencia de cambio de lentes en el método de Sheard. Debido al hecho de que el ojo tarda entre un segundo y un segundo y medio en estabilizar la acomodación en un punto determinado. Por lo que el test tiene que ser presentado, al menos, durante un segundo para que la respuesta acomodativa sea completa.

- **Tamaño del estímulo del optotipo:** siempre debe ser menor al límite de resolución del ojo. Aunque hay que tener en cuenta que el ojo acomodará más ante un estímulo pequeño que ante un estímulo mayor.

- **Tipo de estímulo:** no tiene la misma dificultad un test con letras que uno con números. Los números demandan más acomodación que las letras ante igualdad de agudeza visual.

- **Contraste del optotipo:** es importante que el test tenga una buena iluminación para que no reduzca el contraste del optotipo, ya que la acomodación tiende a situarse en un valor fijo denominado acomodación tónica.

- **Posición de la cabeza y dirección de la mirada:** la cabeza debe estar erguida y la mirada al frente. Porque, según Atchison y cols. en 1994, si el sujeto mira hacia abajo con la cabeza y/o con la mirada, el cristalino se desplaza hacia delante por efecto de la gravedad, el punto próximo se acerca y aumenta la AA. Aunque desde un punto de vista clínico, el efecto es irrelevante.

	Condiciones ideales
Tiempo presentación del test	Mínimo 1 segundo
Tamaño del estímulo	Inferior al límite de resolución del ojo
Tipo de estímulo	Letras
Contraste del optotipo	Alto (con buena iluminación)
Posición de la cabeza y dirección de la mirada	Cabeza erguida y mirada al frente

Tabla 4. *Condiciones ideales para la medida de la AA.* (Furlan y cols. 2009a).

4.2. ACOMODACIÓN RELATIVA

Es la máxima variación que puede realizar la acomodación cuando se estimula con lentes negativas (ARP) o cuando se relaja con lentes positivas (ARN) manteniendo la demanda vergencial constante. (Borrás García y cols. 2004a).

La Acomodación Relativa Negativa (ARN) es la máxima capacidad que tiene el ojo de relajar la acomodación manteniendo la imagen nítida de un objeto cercano con una convergencia constante. (Borrás García y cols. 2004a).

La Acomodación Relativa Positiva (ARP) es la máxima cantidad de acomodación que el ojo puede ejercer para mantener la imagen nítida ante la presencia de un estímulo cercano, manteniendo la convergencia fija. (Borrás García y cols. 2004a).

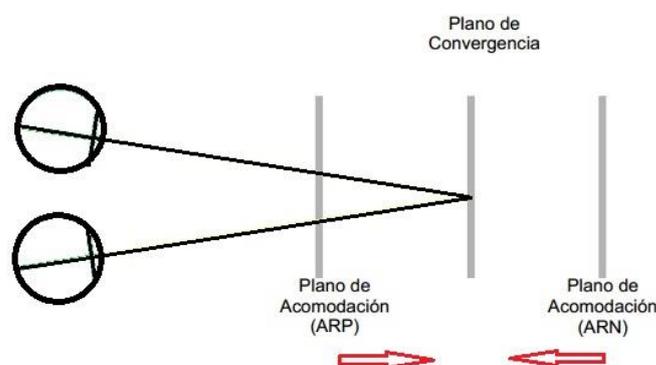


Ilustración 6. Movimiento del plano de acomodación en el ARN y ARP.

Se realiza utilizando el foróptero, colocando el optotipo de cerca en la barra métrica a 40 cm. Introducir en el foróptero la refracción de lejos del paciente. El sujeto tiene que fijar la mirada en la línea de letras inferior a la mejor agudeza visual corregida. El test debe tener buena iluminación. (Palomo Álvarez y Puell 2008).

A continuación, ir añadiendo lentes esféricas positivas en ambos ojos a la vez, en pasos de 0,25 D, hasta que el sujeto refiera la primera borrosidad. La cantidad (en dioptrías) de lentes introducidas es el valor de la Acomodación Relativa Negativa (ARN). (Palomo Álvarez y Puell 2008).

Volver a colocar la refracción del paciente e ir añadiendo lentes esféricas negativas en pasos de 0,25 D en ambos ojos simultáneamente, hasta que el sujeto refiera la primera

borrosidad. La cantidad de lentes introducidas (medidas en dioptrías) es el valor de la Acomodación Relativa Positiva (ARP). (Palomo Álvarez y Puell 2008).



Ilustración 7. Medición de ARN y ARP con el foróptero.

Esta forma de medir tanto ARN como ARP es la más reproducible. (Felipe Márquez y cols. 2015; Palomo Álvarez y Puell 2008; Scheiman y Wick 2013b; Yekta y cols. 2017).

Goss y Zhai en 1994, con una muestra de 800 pre-présbitas demostraron que el ARN presenta mayor repetibilidad que el ARP. Obtuvieron que el valor medio de ARN era $+2,00 \pm 0,50$ D y el valor medio de ARP $-2,37 \pm 1,12$. Por lo que en la medida del ARP hay mayor variabilidad de resultados, lo que demuestra que es menos repetible que el ARN. (Goss y Zhai 1994).

Según el artículo de Felipe Márquez y cols. en 2015, basado en el libro de Scheiman y Wick (Scheiman y Wick 2013b), se debe medir primero el ARN y después el ARP. (Felipe Márquez y cols. 2015). Ya que si se hiciese al revés el esfuerzo solicitado a los rectos internos por la convergencia fusional excesiva podría modificar el valor de la divergencia dando valores más bajos.

No es una prueba puramente acomodativa ya que intervienen las vergencias fusionales al intentar mantener la demanda vergencial constante. Pero los resultados verifican los obtenidos en otras pruebas acomodativas. (Borrás García y cols. 2004a).

El ARN mide indirectamente la capacidad de divergir, es decir, la vergencia fusional negativa (VFN). Y el ARN mide indirectamente la capacidad de converger o la vergencia fusional positiva (VFP). La acomodación mantiene la imagen clara y nítida, y las vergencias hacen que la imagen sea única. (Scheiman y Wick 2013b).

La medida de la acomodación relativa también puede servir para comprobar si la refracción es correcta, por ejemplo, si el sujeto está hiperconvergiendo con negativos en su refracción. En ese caso el ARN daría un resultado mayor a +2,50 D. (Jiménez Rodríguez y cols. 2006).

Los valores normativos para el ARN y el ARP son:

Variables	Valores (D)
ARN	+2,00 ± 0,50
ARP	-2,25 ± 1,00

Tabla 5. Valores normales de la acomodación relativa. (Scheiman y Wick 2013b).

4.3. FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA

Es la habilidad del sistema visual de realizar cambios dióptricos bruscos de forma precisa y cómoda. Se valora la capacidad visual para modificar de forma brusca la acomodación, enfocando rápidamente objetos a distintas distancias. (Borrás García y cols. 2004a).

La flexibilidad acomodativa se mide en visión próxima. Se puede medir de forma objetiva y subjetiva:

MÉTODOS OBJETIVOS		MÉTODOS SUBJETIVOS	
MONOCULAR	BINOCULAR	MONOCULAR	BINOCULAR
Autorefractómetro	----	Flippers ± 2,00 D y test cerca	Flippers ± 2,00 D y vectograma

Tabla 6. Métodos objetivos y subjetivos para medir la FA.

El método **objetivo** para medir la flexibilidad es utilizando un **autorefractómetro**. Éste solo mide la flexibilidad acomodativa monocular (FAM). Se coloca al sujeto en el autorefractómetro. Primero calcula el error de refracción (el cuál utiliza durante toda la prueba) y después inicia el test. Se le presenta un estímulo al ojo derecho y se mide la flexibilidad en el ojo izquierdo, ya que se ha demostrado que la acomodación está sincronizada en ambos ojos. (Radhakrishnan y cols. 2007).

Previamente se calibra el aparato para cada sujeto. Para ello, el ojo izquierdo se ocluye con un filtro Wratten y el ojo derecho se le presenta un test de letras a 6 metros con agudeza visual 0,7. Se introducen lentes de +4,00 a -1,00 D delante del filtro del ojo izquierdo. El resultado de la refracción medida se compara con el error de refracción. Esto se hace para minimizar los errores en los resultados. (Radhakrishnan y cols. 2007).

El método **subjetivo** para medir la flexibilidad acomodativa tanto monocular como binocular es utilizando flippers de $\pm 2,00$ D:

Monocular: se emetropiza al paciente con su refracción de lejos. Se coloca el test de cerca a 40 cm con buena iluminación; el sujeto se debe fijar en la línea de letras de una agudeza visual (AV) inferior a la máxima AV corregida (MAVC) de lejos. Se utilizan **flippers** de $\pm 2,00$ D (o $\pm 1,50$ D en el caso de que el sujeto no sea capaz de aclarar las letras con las lentes de 2,00 D). (Felipe Márquez y cols. 2015).

Empezar colocando la lente de +2,00 D sobre el ojo derecho (el otro ojo se ocluye con un oclisor traslucido), el sujeto tiene que hacer el esfuerzo de aclarar las letras, cuando esto se produzca tiene que avisar para voltear el flipper y cambiar a la lente de -2,00 D, y tiene que volver a aclarar las letras con esta lente; así sucesivamente. Repetir igualmente con el ojo izquierdo. (Felipe Márquez y cols. 2015).

La prueba se realiza durante un minuto y se cuentan los ciclos por minuto. Un ciclo se considera cuando ha aclarado la lente positiva y la negativa.



Ilustración 8. Medición de la flexibilidad acomodativa mediante flippers.

Binocular: con el sujeto emetropizado de lejos, se utilizan **flippers** de $\pm 2,00$ D (o $\pm 1,50$ D) y un test vectográfico antisupresión a 40 cm para asegurar que el sujeto está viendo a través de los dos ojos y que no suprime alguno de ellos. Para usar este tipo de test hay que colocar al sujeto filtros polarizados. (Wick y cols. 2002b).



Ilustración 9. Flippers manuales.



Ilustración 10. Test vectográfico antisupresión. (Scheiman y Wick 2013b).

Una vez preparado el sujeto, se interpone el flippers con las lentes de $+2,00$ D en ambos ojos a la vez y volteamos a las lentes de $-2,00$ D cuando el sujeto avise que ha aclarado las letras del optotipo. En todo momento tiene que ver una sola imagen estereoscópica (en relieve) del vectograma. (Wick y cols. 2002a).

Se repite la secuencia durante un minuto y se valoran los ciclos por minuto.

Factores que afectan a la medida de la flexibilidad acomodativa: (Kedzia y cols. 1999; Radhakrishnan y cols. 2007).

FACTORES QUE AFECTAN A LA MEDIDA DE LA FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA

- **Tiempo para nombrar** los símbolos y criterios del sujeto para juzgar que el test está nítido.
 - **Tiempo** y habilidad de **voltear** el flipper
 - **Aumento y disminución del tamaño de las letras del test por efecto de las lentes** positivas y negativas, respectivamente
 - **Movimientos sacádicos** de los ojos
 - **Profundidad de foco** del sujeto
 - **Relación** entre el **Músculo acomodativo y la respuesta**, y su velocidad de actuación
-

Tabla 7. Factores que afectan a la medida de la flexibilidad acomodativa. (Kedzia y cols. 1999; Radhakrishnan y cols. 2007).

Según Kedzia y cols. en 1999 y Radhakrishnan y cols. en 2007, ambos artículos demuestran que el flujo de error que puedan inducir estos factores (excepto los factores dependientes del sujeto y de su sistema visual) se puede disminuir utilizando un **flipper semi-automático** (desarrollado por Vision Co-operative Research Center – CRC en Sídney, Australia). (Kedzia y cols. 1999; Radhakrishnan y cols. 2007).

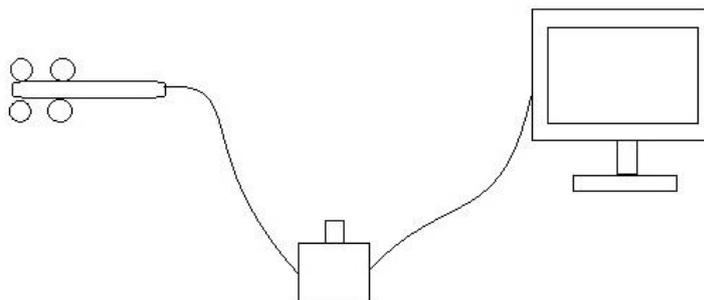


Ilustración 61. Esquema flipper semi-automático.

Este artilugio consta de un flipper estándar ($\pm 2,00$ D) montado sobre un mango unido a un interruptor de mercurio. Todo ello unido a un ordenador que registra el tiempo que necesita la persona con cada lente y la frecuencia de cambio (ciclos por minuto). (Pandian y cols. 2006).

El interruptor de mercurio lo activa el sujeto cuando está preparado y activa el sistema y un temporizador de 60 segundos. Cuando aclara las letras lo vuelve a pulsar para continuar la prueba. (Pandian y cols. 2006).

También se puede medir la **flexibilidad acomodativa en visión lejana** utilizando flippers de 0,00 y -2,00 D, pero esta prueba carece de utilidad. (Pandian y cols. 2006).

De todos los métodos, el más reproducible es el uso flippers en visión cercana ya que es el que da valores más próximos a la norma y es el utilizado en la metodología de la mayoría de los artículos consultados (Felipe Márquez y cols. 2015; García y cols. 2000; Kedzia y cols. 1999; Scheiman y Wick 2013b; Wick y cols. 2002a; Wick y cols. 2002b; Yekta y cols. 2017).

Lo ideal sería utilizar flippers semi-automáticos ya que disminuyen el error humano del examinador, pero no está al alcance de todos los gabinetes de optometría.

Independientemente del método utilizado, ésta prueba tiene baja reproducibilidad ya que según algunos estudios (McKenzie y cols. 1987; Rouse y cols. 1989) demuestran que la medida de la flexibilidad acomodativa no da los mismos resultados en repetidas ocasiones en los mismos sujetos. En estos artículos, los valores iban incrementando en las posteriores mediciones.

Por lo que debe usarse junto con otras pruebas diagnósticas para definir algún tipo de disfunción acomodativa.

A pesar de ello, Hoseini-Yazdi y cols. en 2015 concluyen que la flexibilidad acomodativa tanto monocular como binocular debe incorporarse como una prueba complementaria rutinaria porque es la más útil para detectar disfunciones tanto acomodativas como binoculares no estrábicas. (Hoseini-Yazdi y cols. 2015).

Como valores normales de la flexibilidad de acomodación utilizando flippers se han aceptado los siguientes:

Variables	Valores (cpm)
<i>FAB</i>	11 ± 5
<i>FAM</i>	10 ± 5

Tabla 8. Valores normales de la flexibilidad de acomodación. (Yekta y cols. 2017).

4.4. POSTURA o RESPUESTA ACOMODATIVA

La postura o respuesta acomodativa (también llamada eficacia acomodativa) establece el plano de enfoque del sujeto respecto al estímulo acomodativo. Este plano de enfoque puede estar adelantado a la retina, en el plano de la retina y detrás de ella. En cada caso el sujeto hiper-acomoda, acomoda las dioptrías necesarias para focalizar la imagen en retina o hipo-acomoda, respectivamente. (Antona y cols. 2009b).

Se mide la diferencia en dioptrías entre el plano de la retina y el plano de enfoque del sujeto. Si el plano está delante, el sujeto hiper-acomoda para un cierto estímulo y se le denomina **adelanto acomodativo o lead**. Cuando el plano se sitúa detrás de la retina, el sujeto hipo-acomoda para un estímulo dado y se le denomina **retraso acomodativo o lag**. (Antona y cols. 2009b).

Esto se debe a que el ojo aprovecha la profundidad de campo para acomodar lo mínimo necesario ante una demanda acomodativa dada y conseguir ver la imagen nítida. El valor fisiológico es un Lag de 0,50-0,75 D. (Furlan y cols. 2009a).

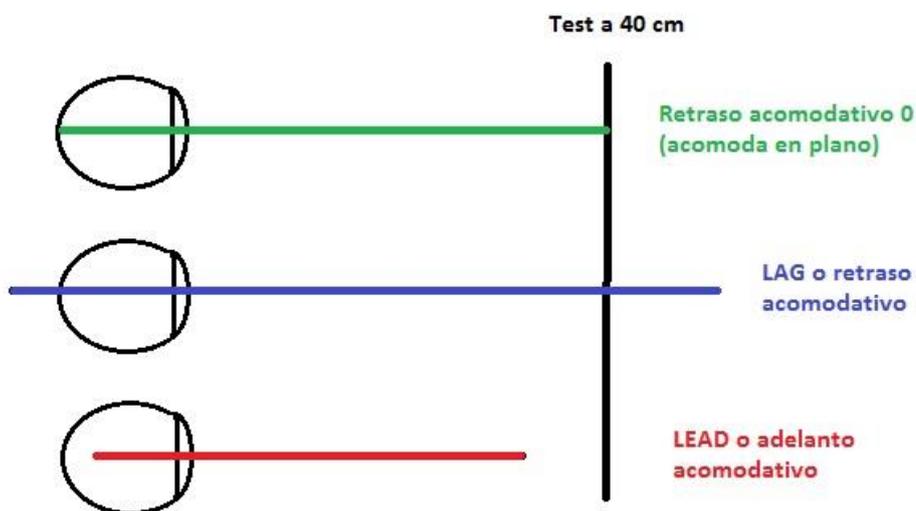


Ilustración 12. Esquema postura acomodativa.

La postura acomodativa (PA) se puede medir de forma objetiva y subjetiva. Solo binocularmente.

MÉTODOS OBJETIVOS	MÉTODOS SUBJETIVOS
Retinoscopía MEM	Cilindros Cruzados Fusionados (CCF)
Retinoscopía BELL	
Retinoscopía NOTT	
Autorefractómetro	

Tabla 9. Métodos objetivos y subjetivos para medir la PA.

Hay 4 métodos para medir la PA de forma **objetiva**: 3 de ellos basados en la retinoscopía dinámica y 1 utilizando un autorefractómetro:

1. Método de Estimación Monocular (retinoscopía MEM): con el paciente emetropizado con gafa de prueba, se muestra un estímulo acomodativo de agudeza visual 0,7 a 40 cm. El examinador se sitúa con el retinoscopio a 40 cm del sujeto y observa la dirección de las sombras retinianas horizontales en el ojo derecho. Si las sombras son directas, posicionar lentes esféricas positivas delante del ojo durante 2 segundos con la regla de esquiascopia; y si las sombras son inversas, posicionar lentes esféricas negativas hasta neutralizar las sombras. Comprobar el resultado en el ojo izquierdo. El resultado es la cantidad de lentes interpuestas necesarias para neutralizar el reflejo retiniano. (Felipe Márquez y cols. 2015).

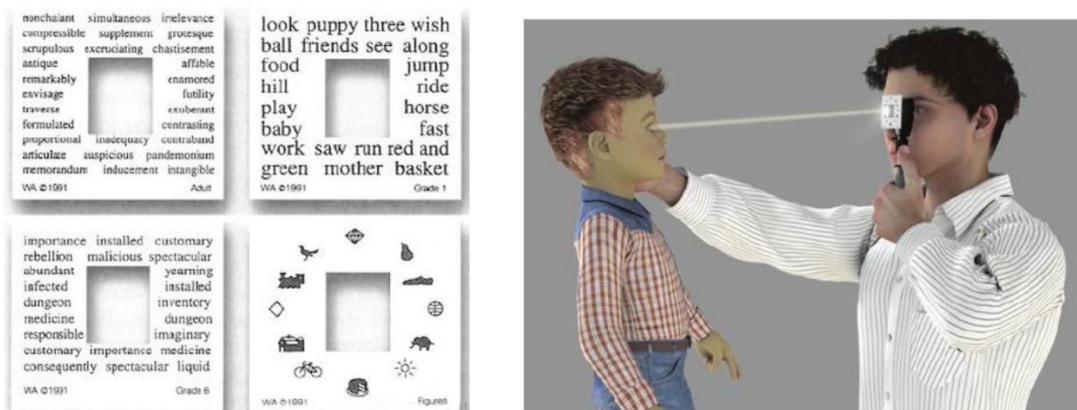


Ilustración 13. Retinoscopía MEM y optotipos utilizado. (Scheiman y Wick 2013b).

Importante que no se deje mucho tiempo la lente puesta para que no influya en la respuesta acomodativa. También hay que tener en cuenta la iluminación de la sala. Esta debe ser normal, similar a la luminosidad que utilice el sujeto habitualmente. (Scheiman y Wick 2013b).

2. Retinoscopía Bell: se pide al sujeto (con el error refractivo corregido) que sostenga el test de cerca a su distancia de lectura habitual y fije a una agudeza visual de 0,7. El examinador se sitúa a 40 cm del sujeto con el retinoscopio y observa las sombras del ojo derecho. Si las sombras son directas, acercar el texto al sujeto y si las sombras son inversas, retirar el texto del sujeto. Comprobar el valor de la postura acomodativa en el ojo izquierdo. El resultado es la inversa de la distancia (en metros) entre el sujeto y el test. (Tarczy-Hornoch 2009).

La iluminación debe ser igual que en la retinoscopía MEM.



Ilustración 14. Medición de la postura acomodativa mediante retinoscopía MEM.

3. Retinoscopía Nott: utilizando el foróptero, se introduce la ametropía del sujeto y se coloca el test a 40 cm. Pedir al sujeto que fije la mirada a la línea de letras con agudeza visual 1,0 mientras el examinador evalúa la dirección de las sombras con el retinoscopio, primero en el ojo derecho. Si las sombras son directas, alejar el retinoscopio y si las sombras son inversas, acercar el retinoscopio hasta neutralizar las sombras. Repetir en el ojo izquierdo. La respuesta acomodativa es la diferencia entre la posición del retinoscopio donde las sombras sean neutras y la posición inicial (40 cm), expresado en

dioptrías. El resultado final es la resta de la respuesta acomodativa menos 2,50 D (acomodación necesaria para enfocar a 40cm). (Antona y cols. 2009b).



Ilustración 15. Sombras retinianas de la retinoscopia.

MÉTODO	POSICIÓN TEST	POSICIÓN RETINOSCOPIO	MEDIDA
Retinoscopia MEM	Estático a 40 cm	Estático	Potencia de la lente neutralizadora
Retinoscopia BELL	Se mueve hacia delante o atrás	Estático	Intervalo dióptrico entre el test y el retinoscopio
Retinoscopia NOTT	Estático a 40 cm	Se mueve hacia delante o atrás	Intervalo dióptrico entre el test y el retinoscopio

Tabla 10. Comparación de métodos de retinoscopia dinámica para medir PA. (Furlan y cols. 2009b).

4. Autorefractómetro: para medir la postura acomodativa es necesario que el autorefractómetro sea de campo abierto y con infrarrojos. El aparato se alinea con la primera imagen de Purkinje del sujeto. Éste tiene que leer letras aleatorias dispuestas en un rectángulo a 60, 50, 30, 25, y 20 cm de distancia. Se le presenta el test con un ángulo constante de 0,2 grados o con un tamaño de letra constante de 3,5 mm. Estos test de lectura están impresos con láser de 600 ppp (puntos por pulgada) en papel blanco. Ambos ojos se miden a la vez. (Seidemann y Schaeffel 2003).

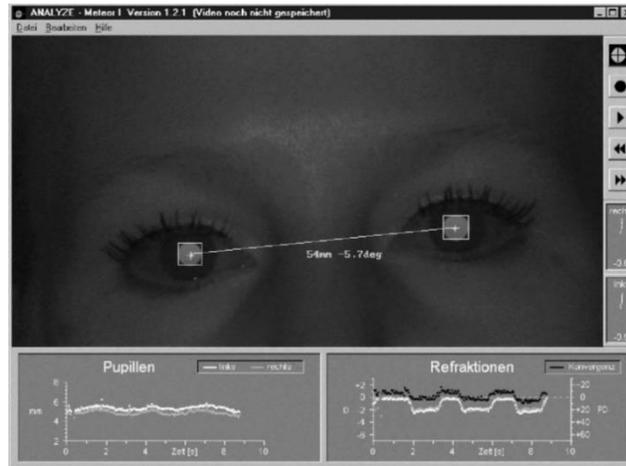


Ilustración 16. Alineación del autorefractómetro con la primera imagen de Purkinje del paciente. (Seidemann y Schaeffel 2003).

La forma **subjetiva** de medir la PA es utilizando los **Cilindros Cruzados Fusionados (CCF)**: se coloca en el foróptero la refracción del sujeto, los cilindros cruzados fusionados de Jackson (equivalen a $\pm 0,50$ D orientados a 90°) y una tarjeta de fijación con líneas verticales y horizontales negras sobre papel blanco (alto contraste de 80%) a 40 cm. Debe haber buena iluminación ambiental y sobre el test (para impedir que acomode en exceso). (Antona y cols. 2009b).

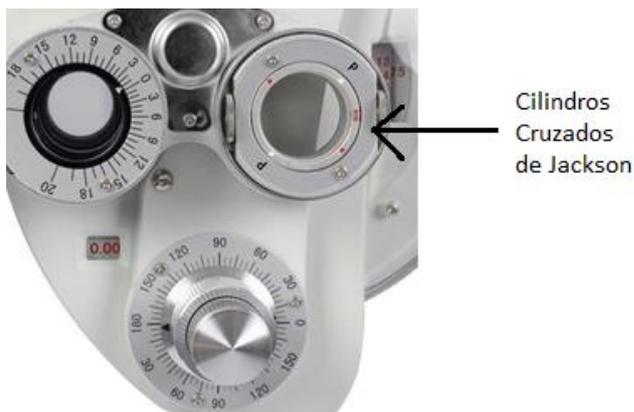


Ilustración 17. Localización de los CCF en el foróptero.



Ilustración 18. Tarjeta de fijación para medir la PA con los CCF.

A continuación, preguntar qué líneas ve más clara las verticales o las horizontales. Hay tres posibles respuestas: (Antona y cols. 2009b).

- 1) Ambas líneas las ve iguales de claras: el resultado es una PA de 0,00 D.
- 2) Si el sujeto ve más claras las líneas horizontales: significa que hay un retraso acomodativo (Lag). Ir añadiendo lentes esféricas positivas en pasos de 0,25 D hasta ver igual de claras las líneas horizontales y verticales, o en caso de que esto no suceda, cuando pase a verse más claras las verticales.
- 3) Si el sujeto ve más claras las líneas verticales: significa que hay un adelanto acomodativo (Lead). Ir añadiendo lentes esféricas negativas en pasos de 0,25 D hasta ver todas las líneas iguales de claras o cuando cambie a ver más claras las horizontales.

Hay factores que pueden influir en la medida de la postura acomodativa como son el error de refracción, las heteroforias y la profundidad de foco. (McClelland y Saunders 2003).

Tras describir todos los métodos existentes para medir la postura acomodativa, vamos a discutir cual es que tiene mayor repetibilidad.

El uso del autorefractómetro para medir la PA es el método que tiene menor repetibilidad ya que es el menos preciso. Debido a que solo mide en el eje de fijación y 5º fuera de este eje subestima el valor del Lag. Además, el usar un autorefractómetro de campo abierto (que es el más idóneo) dificulta la obtención de un punto de referencia lejano y ello puede llevar a un error potencial en la calibración del aparato. (Seidemann y Schaeffel 2003).

Tarczy-Hornoch en 2009, comparó los 3 tipos de retinoscopia MEM, Bell y Nott. Concluyó que la técnica con mayor repetibilidad es la retinoscopia Nott debido a que la retinoscopia MEM sobreestima los valores en comparación con las demás. Está más influenciada que otras por la hipermetropía latente y por ello puede conducir a una mayor relajación de la acomodación.

Y la retinoscopia Bell tiene baja reproducibilidad porque influye mucho, en el resultado de la prueba, la distancia examinador-sujeto. Un 10% de variación en la distancia supone

una variación de 0,33 D. Otro inconveniente es el movimiento del objetivo de fijación ya que puede estimular y modificar la respuesta acomodativa. (Tarczy-Hornoch 2009).

Antona y cols. en 2009, también estudian el mejor método para medir la respuesta acomodativa y cuál de las pruebas tiene mayor reproducibilidad. Compara la retinoscopia MEM, Nott, Cilindros Cruzados Fusionados (CCF) y el autorefractómetro de campo abierto. Según sus resultados, la retinoscopia Nott es la más reproducible. Ya que la retinoscopia MEM modifica la acomodación al introducir las lentes. Los CCF es una prueba subjetiva y depende de la respuesta del sujeto. Y el autorefractómetro sobreestima los valores. (Antona y cols. 2009b).

Tras todo lo expuesto se llega a la conclusión que la retinoscopia Nott es la técnica que presenta mayor repetibilidad.

El valor que define la postura acomodativa como normal es el valor fisiológico de 0,50 – 0,75 D de Lag.

Variable	Valores (D)
<i>Postura acomodativa (PA)</i>	0,50 -0,75 Lag o retraso acomodativo

Tabla 11. Valores normativos de la postura acomodativa (Scheiman y Wick 2013b).

5. CONCLUSIONES

1. Los métodos que presentan mayor repetibilidad son:

HABILIDADES ACOMODATIVAS	MÉTODO MÁS REPRODUCIBLE
AA	Método de Sheard o de las lentes negativas
ARN/ARP	Añadiendo lentes +/- en el foróptero
FAM	Flippers $\pm 2,00$ D y test de cerca Snellen
FAB	Flippers $\pm 2,00$ D y test vectográfico antisupresión
PA	Retinoscopía Nott

Tabla 12. Pruebas optométricas acomodativas más reproducibles.

2. Las pruebas no son intercambiables ya que no hay concordancia en los resultados entre un método y otro en las diferentes habilidades del sistema acomodativo.

3. Dada la alta prevalencia de disfunciones acomodativas es necesario desarrollar un protocolo de medidas y determinar los valores normativos.

4. En este estudio se han fijado las edades de 18 y 45 años como edad mínima y máxima para realizar las pruebas optométricas de carácter acomodativo, porque el propósito es desarrollar un protocolo de medidas en la edad adulta.

5. Las pruebas que se llevan a cabo monocularmente son puramente acomodativas, mientras que en las medidas binoculares intervienen el sistema vergencial. Por tanto, ante una disfunción acomodativa sería conveniente el análisis de la función vergencial para así poder descartar cualquier influencia de dicho sistema.

ANEXO: abreviaturas y glosario

AA	Amplitud de acomodación
ARN	Acomodación relativa negativa
ARP	Acomodación relativa positiva
AV	Agudeza visual
CCF	Cilindros cruzados fusionados
cm	Centímetros
cpm	Ciclos por minutos
D	Dioptrías
FA	Flexibilidad acomodativa
FAB	Flexibilidad acomodativa binocular
FAM	Flexibilidad acomodativa monocular
MAVC	Máxima agudeza visual corregida
MEM	Método de estimación monocular
mm	Milímetros
PA	Postura acomodativa
ppp	Puntos por pulgadas
VFN	Vergencia fusional negativa
VFP	Vergencia fusional positiva
y cols.	Y colaboradores

Reproducible: (sinónimo de repetible) un método o prueba se considera reproducible cuando al realizarse repetidas veces sobre el mismo individuo bajo las mismas condiciones, por el mismo sujeto (repetibilidad intraexaminador) o al comparar los resultados con otros sujetos (repetibilidad interexaminador), se obtienen valores iguales o similares. (Antona 2010).

Concordancia: propiedad que establece hasta qué punto los resultados obtenidos con distintos métodos para una misma variable son equivalentes. (Antona 2010).

BIBLIOGRAFÍA

Abraham NG, Srinivasan K, Thomas J. Normative data for near point of convergence, accommodation, and phoria. *Oman J. Ophthalmol.* 2015;8(1):14–8.

Antona B. Fiabilidad intraexaminador y concordancia de pruebas clínicas de evaluación de la visión binocular [tesis doctoral]. Madrid:Universidad Complutense de Madrid; 2010.

Antona B, Barra F, Barrio A, Gonzalez E, Sanchez I. Repeatability intraexaminer and agreement in amplitude of accommodation measurements. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2009a;247(1):121–7.

Antona B, Sanchez I, Barrio A, Barra F, Gonzalez E. Intra-examiner repeatability and agreement in accommodative response measurements. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2009b;29(6):606–14.

Borrás García R, Gispets Parcerisas J, Ondategui Parra JC. Disfunciones de la acomodación. En: Borrás García R, Gispets Parcerisas J, Ondategui Parra JC, editores. *Visión binocular. Diagnóstico y Tratamiento.* Politext; 2004b. p. 49–66.

Borrás García R, Gispets Parcerisas J, Ondategui Parra JC. Examen clínico. En: Borrás García R, Gispets Parcerisas J, Ondategui Parra JC, editores. *Visión binocular. Diagnóstico y Tratamiento.* Politext; 2004a. p. 15–48.

Felipe Márquez G, Nombela Palomo M, Cacho I, Nieto Bona A. Accommodative changes produced in response to overnight orthokeratology. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2015;253(4):619–26.

Furlan WD, García Monreal J, Muñoz Escrivá L. Refracción ocular. Acomodación y ametropías. En: Furlan WD, García Monreal J, Muñoz Escrivá L, editores. *Fundamentos de Optometría: refracción ocular.* 2ª Edición. Valencia: PUV; 2009a. p. 15–82.

Furlan WD, García Monreal J, Muñoz Escrivá L. Técnicas de refracción objetiva. En: Furlan WD, García Monreal J, Muñoz Escrivá L, editores. *Fundamentos de Optometría: refracción ocular.* 2ª Edición. Valencia: PUV; 2009b. p. 83–120.

García-Muñoz Á, Carbonell-Bonete S, Cantó-Cerdán M, Cacho-Martínez P. Accommodative and binocular dysfunctions: prevalence in a randomised sample of university students. *Clin. Exp. Optom.* 2016;99(4):313–21.

García A, Cacho P, Lara F, Megías R. The relation between accommodative facility and general binocular dysfunction. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2000;20(2):98–104.

Goss DA, Zhai H. Clinical and laboratory investigations of the relationship of accommodation and convergence function with refractive error. *Doc. Ophthalmol.* 1994;86(4):349–80.

Hokoda SC. General binocular dysfunctions in an urban optometry clinic. *J. Am. Optom. Assoc.* 1985;56(7):560–2.

Hoseini-Yazdi SH, Yekta A, Nouri H, Heravian J, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Frequency of Convergence and Accommodative Disorders in a Clinical Population of Mashhad, Iran. *Strabismus.* 2015;23(1):22–9.

Ide T, Ishikawa M, Tsubota K, Miyao M. The Effect of 3D Visual Simulator on Children's Visual Acuity - A Pilot Study Comparing Two Different Modalities. *Open Ophthalmol. J.* 2013;7(1):48–69.

Jiménez Rodríguez R, González Anera R, Jiménez Cuesta JR. Actualización optométrica pediátrica: función acomodativa II. *Gac. Óptica.* 2006;410(1):10–5.

Kedzia B, Pieczyrak D, Tondel G, Maples WC. Factors affecting the clinical testing of accommodative facility. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 1999;19(1):12–21.

Lara F, Cacho P, García Á, Megías R. General binocular disorders: prevalence in a clinic population. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2001;21(1):70–4.

León A, Estrada JM, Rosenfield M. Age and the amplitude of accommodation measured using dynamic retinoscopy. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2016;36(1):5–12.

León Álvarez A, Estrada Alvarez JM, Medrano SM. Valores normales de la amplitud de acomodación subjetiva entre los 5 Y los 19 años de edad. *Cienc. Tecnol. para la Salud Vis. y Ocul.* 2014;12(2):11–25.

Martín Herranz R, Vecilla Antolínez G. Acomodación. En: Martín Herranz R, Vecilla

Antolínez G, editores. Manual de Optometría. 1ª edición. Madrid: Médica Panamericana; 2010. p. 77–92.

McClelland JF, Saunders KJ. The repeatability and validity of dynamic retinoscopy in assessing the accommodative response. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2003;23(3):243–50.

McKenzie KM, Kerr SR, Rouse MW, DeLand PN. Study of accommodative facility testing reliability. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1987;64(3):186–94.

Medrano SM. Métodos de diagnóstico del estado acomodativo. *Cienc. Tecnol. para la Salud Vis. y Ocul.* 2008;10:87–96.

Montés-Micó R, López Gil N. Acomodación y presbicia. En: Montés-Micó R, López Gil N, editores. *Optometría: principios básicos y aplicación clínica*. Barcelona: Elsevier España; 2011. p. 39–58.

Palomo Álvarez C, Puell MC. Accommodative function in school children with reading difficulties. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2008;246(12):1769–74. +

Pandian A, Sankaridurg PR, Naduvilath T, O'Leary D, Sweeney DF, Rose K, y cols. Accommodative Facility in Eyes with and without Myopia. *Investig. Ophthalmology Vis. Sci.* 2006;47(11):4725.

Puell Marin MC, Susín Brabo M. Presbicia. En: Puell Marin MC, Susín Brabo M, editores. *Óptica fisiológica el Sist. óptico del ojo y la visión Binocul.* Madrid: Editorial complutense; 2006. p. 179–87.

Radhakrishnan H, Allen PM, Charman WN. Dynamics of Accommodative Facility in Myopes. *Investig. Ophthalmology Vis. Sci.* 2007;48(9):4375.

Rouse MW, DeLand PN, Chous R, Determan TF. Monocular accommodative facility testing reliability. *Optom. Vis. Sci.* 1989;66(2):72–7.

Scheiman M, Gallaway M, Coulter R, Reinstein F, Ciner E, Herzberg C, y cols. Prevalence of vision and ocular disease conditions in a clinical pediatric population. *J. Am. Optom. Assoc.* 1996;67(4):193–202.

Scheiman M, Wick B. Management. En: Scheiman M, Wick B, editores. *Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement*

disorders. 4ª Edición. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013a. p. 233–449.

Scheiman M, Wick B. Diagnosis and General Treatment Approach. En: Scheiman M, Wick B, editores. Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorders. 4ª Edición. Philadelphia, US.: Lippincott Williams & Wilkins; 2013b. p. 2–138.

Seidemann A, Schaeffel F. An evaluation of the lag of accommodation using photorefractometry. *Vision Res.* 2003;43(4):419–30.

Shao Y, Tao A, Jiang H, Mao X, Zhong J, Shen M, y cols. Age-related changes in the anterior segment biometry during accommodation. *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2015;56(6):3522–30.

Szklo M, Nieto FJ. Medición de la ocurrencia de la enfermedad. En: Szklo M, Nieto FJ, editores. Epidemiología intermedia: conceptos y aplicaciones. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2003. p. 47–78.

Tarczy-Hornoch K. Modified bell retinoscopy: measuring accommodative lag in children. *Optom. Vis. Sci.* 2009;86(12):1337–45.

Wick B, Gall R, Yothers T. Clinical testing of accommodative facility: part III. Masked assessment of the relation between visual symptoms and binocular test results in school children and adults. *Optometry.* 2002a;73(3):173–81.

Wick B, Yothers TL, Jiang B-C, Morse SE. Clinical testing of accommodative facility: Part I. A critical appraisal of the literature. *Optometry.* 2002b;73(1):11–23.

Yekta A, Khabazkhoob M, Hashemi H, Ostadimoghaddam H, Ghasemi-Moghaddam S, Heravian J, y cols. Binocular and accommodative characteristics in a normal population. *Strabismus.* 2017;25(1):1–7.