BASES OPTOMÉTRICAS PARA UNA LECTURA EFICAZ

Por

Sara B. Díaz Álvarez
Antonio Gómez García
Celia Jiménez Garófano
Mª del Pilar Martínez Jiménez

Directoras
Marta Cabranes Azcona
Beatriz Nácher Oviedo

MASTER en OPTOMETRÍA y ENTRENAMIENTO VISUAL

Junio 2004

AGRADECIMIENTOS

No hubiera sido posible la realización de este trabajo sin el inestimable apoyo de nuestras tutoras Marta Cabranes y Beatriz Nácher que nos han orientado con sus conocimientos y han confiado en nosotros hasta el "último momento".

Así como agradecer al resto de profesorado del Centro de Optometría Internacional por inculcarnos el afán de superación y transmitirnos su ilusión y saber en el campo de la optometría.

También a nuestros compañeros por compartir nervios y risas, animarnos y ofrecer su ayuda durante todo el curso.

Queremos dar las gracias cariñosamente a Mª José Gutiérrez por escucharnos cuando más lo necesitábamos y por estar siempre disponible con una sonrisa.

Por último, muy especialmente, agradecer a nuestras familias el estar siempre a nuestro lado dándonos su cariño y comprensión y por apoyarnos en la importante decisión que finalmente nos ha hecho estar hoy aquí.

MUCHAS GRACIAS a TODOS.

ÍNDICE GENERAL

Índice I
Ilustraciones II

INTRODUCCIÓN..... 1
HIPÓTESIS Y OBJETIVO 2
MATERIAL..... 3
MÉTODO 4
Capítulo 1: HABILIDADES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO LECTOR.
MOTILIDAD OCULAR..... 5
- Sistema visual 5
  - Desarrollo del sistema visual..... 5
- Musculatura ocular..... 9
- Cinemática ocular..... 11
- Organización anatomofisiológica de los movimientos oculares..... 12
  - Control neurofisiológico de los movimientos oculares..... 13
- Clasificación de los movimientos oculares..... 16
  - Movimientos para el mantenimiento de la mirada 17
  - Movimientos para el desplazamiento de la mirada..... 22
  - Movimientos de fijación 32
- Métodos de evaluación de los movimientos oculares..... 34
  - Evaluación de los sacádicos 34
  - Evaluación de los seguimientos..... 43
- Disfunciones oculomotoras..... 45
  - Características de las disfunciones oculomotoras..... 46

PSICOMOTRICIDAD 48
- Desarrollo psicomotor..... 48

Imagen corporal 52
Equilibrio 54
Lateralidad-direccionalidad 55
Organización espacial 62
Ritmo 63
Percepción 63
- Percepción 64
Coordinación ojo-mano 67
Discriminación figura-fondo 72
Constancia de forma 72
Cerramiento visual 73

Capítulo 2: LECTURA

- Lectura 74
- Movimientos oculares durante la lectura 77
Pausas de fijación 77
Movimientos sacádicos 78
Movimientos de regresión 79
- Vías neurológicas en el proceso lector 80
- Desarrollo en el aprendizaje de la lectura 82
- Requisitos básicos en el aprendizaje de la lectura 84
- Comprensión lectora y atención 85
Comprensión 86
La memoria 89
Atención 92
- Velocidad lectora 95
- Deficiencias en la lecto-escritura 100
Malos hábitos en la lectura 100
Errores en la lecto-escritura 100
- Diferencias entre lectores expertos y lectores de bajo rendimiento 102

Capítulo 3: TRATAMIENTO

- Ejercicios de motilidad ocular..... 106
  - Sacádicos 106
  - Seguimientos..... 107
- Ejercicios de psicomotricidad..... 107
  - Imagen corporal..... 107
  - Equilibrio..... 108
  - Lateralidad-direccionalidad..... 109
  - Organización espacial..... 111
  - Ritmo..... 111
  - Coordinación ojo-mano. Integración visuo-motora..... 111
- Ejercicios de percepción visual..... 112
  - Discriminación visual..... 113
  - Figura fondo 114
  - Constancia de forma 114
  - Cerramiento visual..... 114
  - Relaciones visuo-espaciales 115
- Ejercicios de memoria visual y visualización..... 116

DISCUSIÓN 117

CONCLUSIÓN 118

BIBLIOGRAFÍA..... 119

ILUSTRACIONES

Fig.1. Posición de los ojos en las órbitas oculares..... 9
Fig.2. Vista temporal donde están ilustrados los músculos extraoculares del ojo izquierdo 10
Fig.3. El ojo y su sistema de referencia..... 11
Fig.4. Compensación de los movimientos de la cabeza mediante movimientos vestibulares..... 19
Fig.5. Nistagmo optocinético..... 21
Fig.6. Representación de un movimiento ocular rápido en respuesta a un desplazamiento del objeto hacia la derecha 25
Fig.7. Actividad muscular del recto lateral izquierdo y del recto medio izquierdo durante un movimiento ocular rápido hacia la izquierda..... 25
Fig.8. Representación de un MOL en respuesta a un movimiento del objeto de velocidad constante hacia la derecha 27
Fig.9. Actividad del músculo rectal, tanto en tarea de seguimiento lateral como movimiento de convergencia 31
Fig.10. Esquema del movimiento de la letra “A”..... 32
Fig.11. Tarjeta demostración de la prueba de sacádicos de Pierce..... 36
Fig.12. Tarjeta de prueba de sacádicos de Pierce (Test 1) 36
Fig.13. Prueba de sacádicos de Pierce (Test 2)..... 37
Fig.14. Prueba de sacádicos (Test 3)..... 37
Fig.15. Valores normalizados según la edad del test de sacádicos de Pierce37
Fig.16. Tarjeta de demostración de prueba de sacádicos..... 38
Fig.17. Tarjeta de la prueba de sacádicos K-D (Test 1)..... 38
Fig.18. Tarjeta de la prueba de sacádicos K-D (Test 2)..... 38
Fig.19. Tarjeta de la prueba de sacádicos K-D (Test 3)..... 38
Fig.20. Valores normalizados por edades del test K-D..... 39
Fig.21. Tarjeta del test vertical DEM..... 40
Fig.22. Tarjeta del test horizontal DEM..... 40

Fig.23. Valores del test DEM por edad y criterios diagnósticos..... 40
Fig.24. Método electrooculográfico..... 41
Fig.25. Visagrafo..... 42
Fig.26. Tarjeta demostración de los trazos de Groffman..... 44
Fig.27. Normas del test de Groffman..... 44
Fig.28. Del movimiento al lenguaje 50
Fig.29. Imagen corporal..... 52
Fig.30. Imitaciones propuestas en el test de gestos de Borges-Lezine..... 53
Fig.31. Figura incompleta de Gessell..... 53
Fig.32. Círculos en la pizarra 60
Fig.33. Test de dominancia lateral de Schilling 60
Fig.34. Test de dominancia ocular de Perret..... 61
Fig.35. Primera coordinación de conos segmentarios de movimientos..... 68
Fig.36. Copia de formas según edades..... 70
Fig.37. Test de Bender..... 71
Fig.38. Movimientos oculares durante la lectura 79
Fig.39. Áreas de la corteza involucradas en el proceso lector..... 81
Fig.40. Número de fijaciones que se pueden hacer en una frase..... 97
Fig.41. Pescadito..... 108
Fig.42. Izquierda-Derecha..... 109
Fig.43. Hormigas 110
Fig.44. Relaciones entre objetos..... 110
Fig.45. Cartas Pick-it..... 113
Fig.46. Flip flops..... 115
Fig.47. Letras de diferentes direcciones..... 11

Introducción

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se desarrolla en torno a unas demandas visuales cada vez mayores. En las actividades escolares un 90% de la información que se recibe es visual, llegando hasta un 100 % en las tareas de lectura.

Según recientes estudios el porcentaje de fracaso escolar es cada vez más elevado. En la población infantil, los problemas de aprendizaje alcanzan valores del 11%, siendo un 80% debido a problemas de procesamiento visual y un 60% a trastornos de audición y emocionales.

Este procesamiento visual no sólo implica una buena agudeza visual, sino que requiere considerar todas aquellas habilidades que durante el desarrollo del sistema visual afecten a su aprendizaje, como son: motilidad ocular, coordinación ojo-mano, percepción, mantenimiento de la atención, memoria visual,... Estas habilidades están íntimamente ligadas en el proceso lector, por lo que cualquier disfunción en alguna de ellas repercutirá directamente sobre la lectura.

En la detección de estas disfunciones juega un papel muy importante el optometrista que mediante una terapia visual adecuada puede potenciar el rendimiento lector.

Hipótesis y Objetivo

HIPÓTESIS Y OBJETIVO

Objetivo

La finalidad de este trabajo no es que el optometrista se encargue del aprendizaje de la lectura, sino de preparar y ayudar a los pacientes para conseguir una lectura eficiente, evitando problemas de aprendizaje en los niños y tratando de mejorar el rendimiento lector.

Hipótesis

Debido a la estrecha relación que existe entre los movimientos oculares, percepción y lectura, creemos conveniente el estudio de la implicación de disfunciones en estos movimientos y problemas en el proceso lector.

Material

MATERIAL

Para la realización de este trabajo hemos empleado material bibliográfico y formato digital.

Para la búsqueda de información hemos utilizado las siguientes referencias:

- Motilidad ocular.
- Problemas de aprendizaje.
- Lectura.
- Lectoescritura.
- Psicomotricidad
- Lateralidad.
- Percepción.
- Percepción visual.
- Sistema visual.
- Memoria.
- Memoria visual.
- Terapia visual.
- Neurooftalmología.
- Campo visual.
- Dislexia.
- Atención.
- Pediátricos.
- Pedagogía.
- Psicopedagogía.
- …

Método

MÉTODO

Para conseguir un proceso lector eficaz se necesita partir de un desarrollo psicomotor óptimo y evitar las interferencias que las disfunciones oculomotoras provocan sobre el proceso lector.

El método llevado a cabo, y que exponemos a continuación, ha sido desarrollar:

- Los factores que influyen en el proceso lector: motilidad ocular y desarrollo psicomotor.
- Lectura: concepto, proceso y disfunciones.
- Tratamiento.

Factores que influyen en la lectura

MOTILIDAD OCULAR

EL SISTEMA VISUAL

El sistema visual se considera un sistema de procesamiento de la información. Donde el 80% de esta información, recibida del exterior, es visual, ya que hay una mayor proporción de fibras visuales, aproximadamente 1.500.000 fibras, frente a las 200.000 auditivas.

La luz incide en las células fotorreceptoras de retina: conos y bastones, que van a ser los encargados de transducir la energía luminosa recibida en energía química. Luego esa energía pasa a través del nervio óptico para llegar hacia el quiasma, y desde ahí irá por cintillas ópticas hacia el cuerpo geniculado externo, radiaciones ópticas hasta el córtex visual (áreas V1-V7).

La correcta orientación de los ojos se produce gracias al sistema oculomotor, el cual realiza la aproximación de los ojos hacia la zona visual a discriminar. Este fenómeno de orientación se produce por la utilización de los músculos extraoculares, los cuales desplazarán los ojos al lugar de interés.

Desarrollo del sistema visual

Las percepciones visuales al nacer son limitadas puesto que las fóveas no se desarrollan hasta el tercer mes de vida.

La retina sigue la Ley de Desarrollo Perifero-Central por lo que el niño en las primeras semanas utiliza la retina periférica y sólo percibe luz y movimiento, alcanzado la madurez del adulto entre los 11-15 meses. La agudeza visual es de un 10% a los tres meses de vida y va desarrollándose a medida que lo hace la retina.

Desde el punto de vista fusional, la visión binocular no se adquiere hasta los 2 ó 3 meses. La acomodación se desarrolla paralelamente a la agudeza visual y aparece al mes de vida. A partir del 6º mes, tanto acomodación como convergencia seguirán un desarrollo paralelo.

Los movimientos oculares de seguimiento comienzan en torno a la segunda semana. El niño es capaz de seguir un estímulo luminoso entre el primer y segundo mes aunque estos movimientos todavía no son perfectos.

El reflejo de vergencia es más tardío, entre el tercer y sexto mes los ojos pueden converger al presentar un estímulo cercano.

A continuación se enumeran algunas pautas relacionadas con la edad que pueden ayudar a decidir si el niño está experimentando problemas de visión. Hay que recordar que no todos los niños son iguales, y que los niños llegan a ciertas etapas a diferentes edades

Las **etapas del desarrollo de la visión** son:

- Al nacer:
  - Mala visión.
  - El bebé parpadea en respuesta a la luz brillante o al tocarle los ojos.
  - Los ojos no están a veces coordinados, pudiendo parecer torcidos.

- Inicialmente fija los ojos en una cara o luz y luego empieza a seguir un objeto en movimiento.

- 1 mes:
  - Mira a las caras e ilustraciones con imágenes de contraste en blanco y negro.
  - Puede seguir un objeto hasta 90 grados.
  - Mira a los padres atentamente.
  - Se empiezan a formar las lágrimas.

- De 2 a 3 meses:
  - Empieza a ser capaz de ver un objeto como imagen.
  - Se mira las manos.
  - Sigue las luces, las caras, los objetos.

- De 4 a 5 meses:
  - Empieza a tratar de alcanzar objetos con las manos, pudiendo llegar a golpearlos.
  - Puede mirar fijamente un bloque.
  - Reconoce el biberón.
  - Se mira al espejo.

- De 5 a 7 meses:
  - Tiene una visión completa de los colores.
  - Es capaz de ver a distancias más largas.
  - Puede recoger un juguete que se ha caído.
  - Vuelve la cabeza para ver un objeto.
  - Le gustan determinados colores.
  - Toca su imagen en un espejo.

- De 7 a 11 meses:
  - Puede mirar fijamente objetos pequeños.
  - Empieza a tener una percepción de la profundidad.
  - Juega al escondite.

- De 11 a 12 meses:
  - Puede mirar objetos que se mueven rápidamente.

- De 12 a 14 meses:
  - Es capaz de colocar formas en los agujeros correctos.
  - Se interesa en las ilustraciones.
  - Reconoce objetos, familiares e ilustraciones en libros, y puede señalar objetos cuando se le pregunta por: "¿Dónde está....?".
  - Señala y gesticula para pedir objetos y acciones.
  - Reconoce su propia cara en un espejo.

- De 18 a 24 meses:
  - Es capaz de enfocarse en los objetos de cerca y de lejos.
  - Hace garabatos con los lapiceros o pinturas y puede imitar dibujos de una línea recta o de un círculo.
  - Puede señalar partes del cuerpo (la nariz, el pelo, los ojos) cuando se le pregunta.

- De 36 a 48 meses:
  - Puede copiar formas y nombra los colores
  - La visión es cercana a 20/20.

- De 48 a 72 meses:
  - Reconoce y recita el alfabeto.
  - Está listo para empezar a leer.
  - Tiene una percepción completa de la profundidad.
  - Utiliza las tijeras.

.

MUSCULATURA OCULAR

Los ojos se encuentran situados en las órbitas oculares del cráneo, cuyas paredes internas son paralelas y de dirección sagital, y las externas forman un ángulo aproximado de 90º. Los ojos se insertan en las órbitas formando un ángulo de 45º y formando un ángulo aproximado con los ejes visuales de 23º (Fig. 1.).

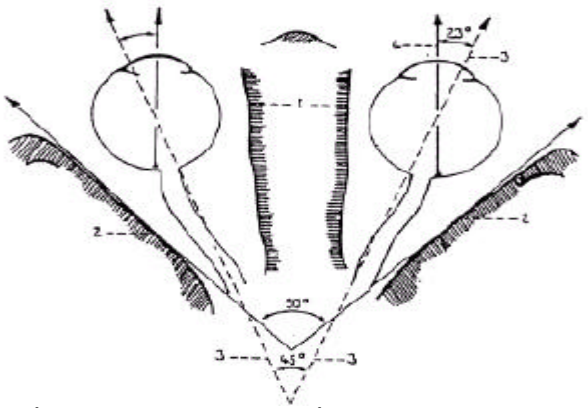


Fig.1. POSICIÓN DE LOS OJOS EN LAS ÓRBITAS OCULARES (Pons, A. Apuntes de cinemática del ojo. Universitat de Valencia, 2001).

Los ojos dentro de las órbitas están inmersos en la grasa orbicular la cual les permite una suave y completa posibilidad de rotación para posicionarse en casi todas las direcciones del espacio. Se encuentran rodeados por los 6 músculos extraoculares responsables de sus movimientos.

Estos seis músculos extraoculares están controlados por diferentes pares craneales:

- Oculomotor común (III par craneal).
- Patético (IV par craneal).
- Oculomotor externo (VI par craneal).

Las acciones de los 6 músculos extraoculares son (Fig. 2.):

- El ***recto externo o lateral:*** su acción es abducción.
- El ***recto interno o medial:*** su acción es aducción.
- El ***recto superior:*** sus acciones son elevación, aducción e inciclotorsión.
- El ***recto inferior:*** sus acciones son depresión, aducción y exciclotorsión.
- El ***oblicuo superior:*** sus acciones son depresión, abducción e inciclotorsión.
- El ***oblicuo inferior o menor:*** sus acciones son elevación, abducción y exciclotorsión.

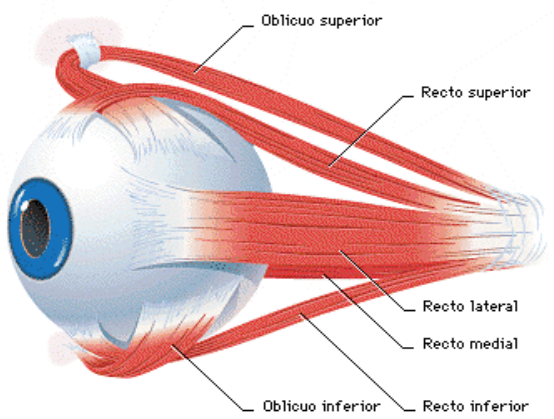


Fig.2. VISTA TEMPORAL DONDE ESTÁN ILUSTRADOS LOS MÚSCULOS EXTRAOCULARES DEL OJO IZQUIERDO (http://personales.ya.com/erfac/ojo.htm).

CINEMÁTICA OCULAR

Para proceder al estudio de los movimientos oculares, es necesario realizar un breve repaso a la cinemática de los movimientos. Con el fin de facilitar dicho estudio se considera al ojo como una esfera (Fig.3), con tres ejes de referencia (X, Y, Z) y con un centro de rotación denominado "O".

Se define la *posición primaria* como aquella posición en la que los ejes se encuentran mirando al frente con la cabeza en vertical, con ambos ejes visuales paralelos y con los meridianos verticales de ambas córneas paralelos.

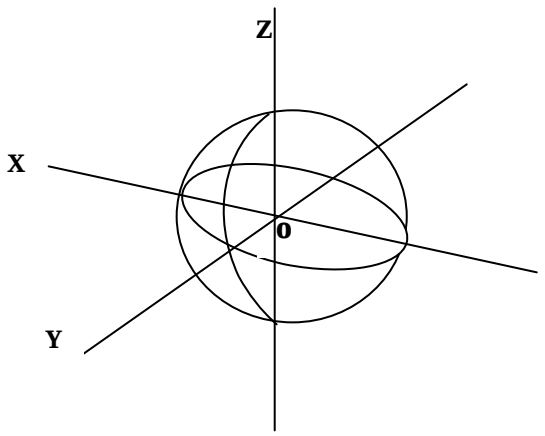


Fig. 3. EL OJO Y SU SISTEMA DE REFERENCIA (Jiménez Cuesta, J. R. Apuntes de Visión Binocular. Universidad de Granada. Curso 1999-2000)

A partir de esta definición se abordan los movimientos oculares según las leyes de la cinemática:

- Las rotaciones en torno al eje X: hacia arriba *(elevación o supraducción),* hacia abajo (*depresión o infraducción*).
- Las rotaciones en torno al eje Z: hacia la zona nasal *(adducción)* y hacia el exterior *(abducción).*

- Las rotaciones alrededor del eje Y se llaman *torsiones o cicloducciones* y se distinguen dos tipos: *intorsión*, cuando el extremo superior del meridiano vertical de la córnea se inclina hacia adentro y *extorsión* al contrario. La amplitud de las torsiones no suele superar los 5º.

Hay una diferencia importante entre este tipo de rotaciones. Las rotaciones en torno al eje X o Z, pueden ser voluntarias mientras que las rotaciones con respecto a Y son involuntarias.

ORGANIZACIÓN ANATOMOFISIOLÓGICA DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES

Los movimientos oculares sirven para centrar y mantener la fijación foveal sobre un objeto en el espacio. Los procesos de captación, procesamiento y la actividad de reaccionar ante la información visual actúan sin ser el sujeto consciente de las complejas interacciones nerviosas que permiten este proceso.

Desde el punto de vista funcional, los movimientos oculares se dividen en tres áreas: el estímulo sensorial, la integración nerviosa y el rendimiento motor. Cada área está especializada en una función dentro del procesamiento visual. La información sensorial le sirve al cerebro para conocer las características de los objetos y la relación del cuerpo con el espacio. Luego esta información sensorial es analizada por el mecanismo de integración nerviosa, el cual tomará decisiones y las enviará a los mecanismos motores para cambiar la posición de los ojos y del cuerpo en el espacio. Por último estos mecanismos motores se dedican a obedecer las órdenes enviadas de los centros nerviosos más altos.

Control neurofisiológico de los movimientos oculares:

a) El sistema aferente:

Se puede dividir en diferentes vías: vía óptica, vía coclear, vía vestibular, vía propioceptiva y vía voluntaria.

- **Vía Óptica:** los movimientos oculares se inician por la estimulación retiniana cuando la luz incide en los conos y bastones, los cuales van a transformar la energía luminosa en impulsos eléctricos. A continuación la señal va a salir través del nervio óptico para ir al quiasma, cintillas y desde aquí tomará dos vías diferenciadas. El 80% de la información se dirige a la vía Retino-cortical:

Cintilla ? Cuerpo geniculado externo ? Córtex visual, y el otro 20% a la vía Retino-mesencefálica:

Cintilla ? Tubérculos cuadrigéminos anteriores (TCA)
? Núcleo paraventricular del hipotálamo
? Núcleo de la cintilla óptica accesoria
? Región preteptal: núcleo accesorio del omc (oculomotor común)
? Pulvinar

Finalmente, a través de la sustancia reticular, la información recibida de los TCA y Área 8 del córtex frontal se dirige hacia la formación reticular paraprotuberancial (FRPP) y al núcleo intersticial craneal de la cintilla longitudinal posterior (icCLP); para terminar en los núcleos oculomotores (núcleo del oculomotor común, oculomotor externo y patético).

- **Vía Coclear:** la vía empieza en el oído, a través del nervio acústico va a llegar la información al núcleo coclear, desde este núcleo una parte de la información va a la oliva y la otra a los tubérculos cuadrigéminos posteriores (TCP); estos últimos tienen relación con los TCA. Desde los TCA y la Oliva se lleva la información a través de la sustancia reticular a la FRPP – icCLP para finalmente terminar en los núcleos oculomotores.

- **Vía Vestibular:** empieza en los canales semicirculares, a través del nervio vestibular se conecta con el núcleo vestibular. Desde este núcleo se manda la información a la médula espinal (ME), tálamo-córtex, cerebelo y FLP A través de la sustancia reticular, la información viaja desde el cerebelo y la FLP hasta la FRPP - icCLP, terminando en los núcleos oculomotores.

- **Vía Propioceptiva:** empieza en el cordón medular posterior, a continuación va al núcleo de Goll y de Burdach, y desde este núcleo se conecta con el tálamo, cerebelo y con los TCA. A partir del cerebelo y los TCA la vía propioceptiva continúa, a través de la sustancia reticular, para llevar la información a la FRPP – icCLP, terminando finalmente en los núcleos oculomotores.

- **Vía Voluntaria:** esta vía la forma el área 8 del córtex, desde aquí la vía voluntaria va por dos vías, la piramidal y la extrapiramidal. Estas dos vías también se mandan entre sí información. Continuando a través de la sustancia reticular para llegar a la FRPP – icCLP. Finalmente la vía voluntaria a este nivel terminará en los núcleos oculomotores.

b) El sistema eferente:

Está compuesto por el oculomotor común, patético y el oculomotor externo.

- **Nervio Oculomotor Común:** su núcleo está situado en Pedúnculos Cerebrales. El trayecto que sigue va a ser desde la surgencia de la cara interna (borde inferior de Pedúnculos), penetrando en la órbita por la hendidura esfenoidal, a través del Seno Cavernoso, y desde ahí se dirige a sus respectivos músculos.

  El oculomotor común inerva al músculo elevador del párpado, recto superior, recto inferior, recto interno, oblicuo inferior, músculo ciliar y al esfínter de la pupila.

- **Nervio Patético:** su núcleo está situado en pedúnculos cerebrales, cruzando sus fibras por detrás del acueducto de Silvio. El patético realiza el siguiente trayecto: desde la surgencia de la cara posterior entre TCP y protuberancia, rodea la cara externa de los pedúnculos, dirigiéndose a la órbita a través del seno cavernoso para penetrar a continuación en la órbita por la hendidura esfenoidal.

  Este par craneal inerva al músculo oblicuo superior.

- **Nervio Oculomotor Externo:** el núcleo está situado en protuberancia. El trayecto que sigue va desde la surgencia del surco bulboprotuberancial, para dirigirse a la órbita atravesando el seno cavernoso, penetrando finalmente en la órbita por la hendidura esfenoidal.

  Este núcleo se encarga de inervar al músculo recto externo.

CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES

El movimiento del ojo en la órbita depende del conocimiento por parte del cerebro de dónde está el cuerpo, y de la relación de éste con respecto a la cabeza.

Hay muchas clasificaciones de los movimientos oculares en la actualidad. Entre ellas la clasificación de Carpenter, se basa en atender a la funcionalidad del movimiento, y según este criterio, se pueden determinar tres tipos:

a) Movimientos para el mantenimiento de la mirada: son aquellos que compensan el movimiento de los objetos o de la cabeza para que permanezca la mirada fija sobre un punto.
   Existen dos tipos de movimientos: los asociados al sistema vestibular y los optocinéticos.

b) Movimientos para el desplazamiento de la mirada: permiten pasar la atención de un objeto a otro y se subdividen en tres tipos:
   - Rápidos: sacádicos.
   - Lentos: movimientos de búsqueda o seguimiento.
   - Vergencias y versiones.

c) Movimientos de fijación: donde se incluyen tres tipos de movimientos: los microsacádicos, los desplazamientos lentos y los de tipo tremor.

Desde el punto de vista de la evolución, el sistema vestibular probablemente se desarrolla en primer lugar, seguido de cerca por los sistemas optocinéticos y sacádicos. Con el desarrollo de la fóvea se originarán los sistemas para el seguimiento y para los movimientos sacádicos voluntarios, y finalmente el sistema de vergencia para la visión binocular única y la estereopsis.

Movimientos para el mantenimiento de la mirada

Se encargan de mantener la mirada sobre un punto con independencia de los movimientos de la cabeza o del objeto. Los movimientos de los ojos que compensan los movimientos de la cabeza se denominan vestibulo-oculares, mientras que los que compensan el movimiento del objeto se denominan optocinéticos. Ambos reflejos se procesan en los núcleos vestibulares.

El individuo se posiciona en el espacio a través de la propiocepción y kinestecismo, de su sistema laberíntico y oculomotor.

Movimientos vestibulo-oculares:

El sistema vestibular es el encargado del control postural. Cualquier movimiento de los ojos ocurre como consecuencia de los impulsos que llegan de uno o más de los núcleos oculomotores (núcleos del III, IV y VI par craneal). El núcleo del VIII par lleva la información del sistema vestibular, responsable de los mecanismos de posición postural, que luego es transmitida a los tres núcleos oculomotores.

Los mecanismos de control postural no pueden ser controlados por la persona, son movimientos reflejos y nunca alcanzan las regiones de consciencia.

El sistema vestibular transmite la información sobre la posición e inclinación del cuerpo y la cabeza, los movimientos del cuello y la posición de los músculos extraoculares para poder rectificar su posición. La función de este sistema es mantener el campo visual estacionario con respecto al ojo cuando se producen los movimientos anteriormente nombrados.

Los movimientos del sistema vestibular se clasifican en:

- Los **reflejos posturales estáticos**: están relacionados con la gravedad. Los sensores que responden a la gravedad están en el oído interno junto con los que responden al equilibrio. El oído interno está dividido en dos partes: la cóclea, que es el aparato receptivo para el sonido, y la parte no-auditiva, llamado sistema vestibular o laberinto.

- Los **reflejos estático-dinámicos**: están asociados con receptores (tres canales semicirculares con un fluido en su interior llamado endolinfa) que son sensibles a los movimientos de la cabeza, normalmente rotaciones; la información que se recoge del movimiento de la endolinfa, se transmite al VIII par craneal y desde éste a los núcleos de los nervios oculomotores.

Por ejemplo, cuando la cabeza gira 30º a la derecha, los ojos efectúan una levoducción de 30º para compensar este giro. Otro movimiento de compensación son las ciclotorsiones, que se producen para compensar los giros de la cabeza en el plano frontal (Fig. 4).

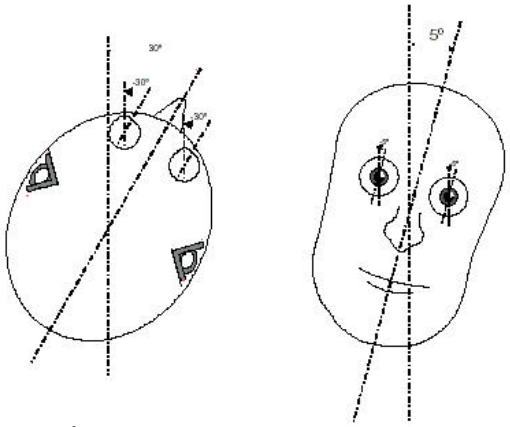


Fig. 4. *COMPENSACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LA CABEZA MEDIANTE MOVIMIENTOS VESTIBULARES (Pons, A. Cinemática del ojo, Apuntes de la Universitat de Valencia, 2001)*

- **Nistagmo vestibular:**

Si se pudiera aislar el sistema vestibular, los movimientos serían del tipo nistagmo (movimientos oculares rápidos en una dirección seguidos de lentos en la otra dirección). La cabeza puede moverse rápidamente con una extensión de muchos grados, mientras los ojos para conseguirlo deben rectificar su posición con una sucesión de movimientos de tipo nistagmo, al cual se conoce con el nombre de *nistagmo vestibular*.

El estímulo para los MOL (movimientos oculares lentos) vestibulo-oculares lo constituyen los movimientos de la cabeza. La latencia transcurrida desde el inicio del movimiento cefálico hasta el MOL resultante puede ser de hasta 15ms. Las velocidades punta de los MOL vestibulo-oculares son variables, pudiendo alcanzar los 300 a 400 º/s. Los movimientos son conjugados, suaves y el sistema de control es continuo.

En los movimientos efectuados con la cabeza fija respecto al cuerpo, la entrada procedente de los receptores cervicales se suma a la del órgano vestibular periférico, a fin de producir un movimiento ocular compensador.

Movimientos optocinéticos:

Nuestro sistema visual realiza movimientos para compensar el desplazamiento de la imagen en la retina; esta compensación puede producirse cuando la frecuencia no es muy elevada. La forma del movimiento optocinético es también del tipo nistagmo.

- **Nistagmo optocinético (NOC):**

  El nistagmo optocinético puede ser empleado para determinar el estado de la motilidad ocular. En consulta podemos ponerlo de manifiesto sentando al sujeto en frente de un tambor rotatorio cubierto con tiras uniformes blancas y negras.

  Si se hace pasar una sucesión de bandas verticales u otras siluetas por delante de los ojos, se produce un nistagmo. Al parecer fue Helmholtz quien por primera vez hizo una descripción adecuada de este tipo de nistagmo, al observar los ojos de los pasajeros que miraban a través de las ventanillas de los trenes. Consiste en una fase de seguimiento lento hacia el lado del movimiento del objeto, seguida de una sacudida rápida de retorno en sentido opuesto. En el nistagmo optocinético la persona no es consciente de él. A este fenómeno se le llama a veces *nistagmo del tren*.

  Las características del NOC dependen de la rapidez de movimiento del objeto y del estado visual, así como de la atención

del sujeto. Linksz señaló que la respuesta del NOC está más en función de la percepción del movimiento y del reconocimiento de las siluetas, que de la agudeza visual.

En la práctica clínica, con los recursos optocinéticos habituales sólo se obtiene una estimación burda de la agudeza visual. A continuación se presentan ejemplos de la visión mínima requerida para un estímulo situado a una distancia de 60 a 120 cm.

1. Tambor con franjas: contar dedos a 1-1,5 m (Fig. 5.).
2. Banda de cuadros: contar dedos a 1-1,5 m.
3. Cinta de sastre: 0,05 a 0,015 m

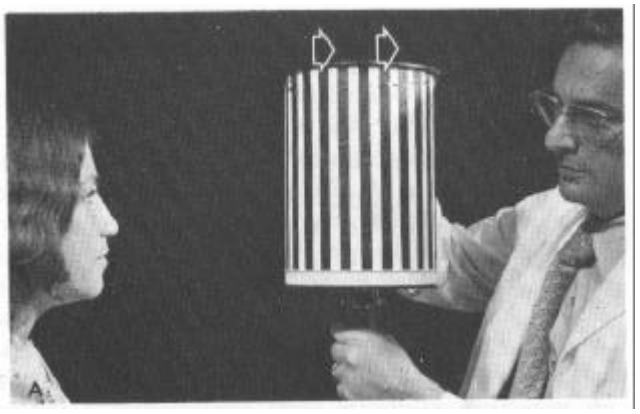


Fig. 5. NISTAGMO OPTOCINÉTICO. El movimiento del tambor con franjas. (Glaser, J. S. Neurooftalmología, 2nd Ed., 1993)

En la figura 5, el movimiento del tambor con franjas provoca un nistagmo cuya fase rápida es de sentido opuesto al movimiento de los objetos.

El NOC es de especial utilidad en los niños como prueba aproximada de la función visual.

- **Reflejo optocinético:**

El reflejo optocinético es el encargado de llenar el vacío cuando falla el reflejo vestíbulo-ocular. En la vida real es el propio movimiento el que estimula el reflejo optocinético. Los seres humanos al poseer un sistema de seguimiento bien desarrollado, los ojos adquirirán una velocidad igual a la del medio exterior. Por este motivo es complicado estudiar el reflejo optocinético aislado.

Movimientos para el desplazamiento de la mirada

Los ojos compensan los movimientos del cuerpo para mantener la imagen estable gracias a los reflejos posturales. Sin embargo, el grado de alineamiento que dan estos mecanismos es insuficiente, ya que es necesario que la imagen del objeto de fijación caiga y se mantenga en fóvea. Para ello es necesario disponer de otros mecanismos.

Cuando se realiza la tarea de seguimiento de un objeto y se estudia los movimientos oculares, se apreciará una fase rápida y otra lenta. La fase rápida corresponde a los movimientos sacádicos, mientras que la fase lenta corresponde a los movimientos lentos de seguimiento.

Los movimientos de mantenimiento de mirada y de fijación al ser voluntarios se inician en la corteza motora, que está localizada en el lóbulo frontal. Desde aquí las señales viajan hacia los correspondientes núcleos motores oculares. Los movimientos involuntarios, como los originados por el sistema vestibular, son controlados por el lóbulo occipital.

Movimientos oculares rápidos (sacádicos):

Los sacádicos son movimientos oculares que nos permiten dirigir rápidamente nuestra línea de mirada al punto de interés que estimule la fóvea o mover los ojos de un objeto a otro. Es decir, son los movimientos más rápidos de los ojos cuya función es traer una parte del campo visual a la región foveal. Estos tipos de movimientos rápidos comparten muchas características con la fase rápida del nistagmo vestibular y la de nistagmo optocinético.

Los movimientos sacádicos son los realizados típicamente durante la lectura.

Hay 3 vías neurológicas finales para el movimiento sacádico desde la corteza hasta los núcleos oculomotores:

La 1ª vía comienza en los campos oculares frontales, desde aquí van a transmitir directamente a los núcleos de la formación reticular de protuberancia y del mesencéfalo, para finalmente llegar a los núcleos oculomotores.

La 2ª vía no va tan directamente, sino que pasa por el núcleo caudado, la sustancia negra, y el colículo superior antes de llegar a las FRPP y del mesencéfalo para luego ir a los núcleos oculomotores.

La 3ª vía comienza desde los campos oculares de la corteza frontal y visual hasta el colículo superior, luego pasa por las FRPP y del mesencéfalo para finalmente llegar a los núcleos oculomotores.

El desplazamiento de un objeto va a ser el estímulo visual que provoca los MOR. Después de un cambio instantáneo de la posición de ese estímulo, el sistema oculomotor responde con un MOR tras una retraso de 200 a 250 ms. donde nada sucede. Tanto la duración como la velocidad máxima del

MOR dependen de la amplitud del movimiento ocular. La velocidad más rápida se alcanza a la mitad del movimiento, en la secuencia principal del sacádico. Como la velocidad que puede alcanzar un sacádico depende de la amplitud del movimiento, cuanto mayor es esa amplitud, mayor es la velocidad. Pequeños movimientos desarrollan velocidades de 100 a 200º/s, movimientos más amplios alcanzan hasta 500º/s. Se han llegado incluso a registrar velocidades de 800º/s.

Aunque la latencia normal es alrededor de 200 ms, el tiempo de reacción puede variar dependiendo de la iluminación, tamaño y contraste del estímulo, motivación y atención del sujeto. El sacádico ideal es un movimiento ocular simple que se inicia rápidamente y para de forma brusca en el estímulo de interés. Si con un sólo movimiento sacádico los ojos no llegan a la posición deseada, se induce un segundo sacádico, llamado *sacádico corrector*. Esta es la imprecisión más común, a la que se denomina hipometría; lo contrario, menos común, es la hipermetría.

Los sacádicos precisos son importantes en casi todas las actividades visuales, incluyendo otros aspectos de actividad escolar, como copiar de la pizarra o de un libro, deportes y muchas actividades relacionadas con el trabajo.

Los MOR son conjugados y su sistema de control se lleva a cabo de acuerdo con la continua llegada de información visual; estas decisiones son irrevocables, y por lo tanto, una vez que los ojos se han puesto en movimiento, no es posible alterar su trayectoria.

Transcurrida la latencia necesaria, la respuesta del MOR al desplazamiento del objeto (Fig. 6) consiste en un periodo de aceleración hasta una velocidad máxima y una desaceleración de los ojos rumbo a la nueva posición del objeto.

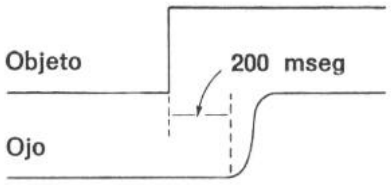


Fig.6. REPRESENTACIÓN DE UN MOVIMIENTO OCULAR RÁPIDO (MOR) EN RESPUESTA A UN DESPLAZAMIENTO DEL OBJETO HACIA LA DERECHA, EN LA QUE SE ILUSTRAN LA LATENCIA (200 MSEG) Y LA TRAYECTORIA DEL MOR (SACUDIDA). (Glaser, J. S. Neurooftalmología, 2nd Ed, 1993).

La actividad del par de músculos agonista-antagonista se caracteriza durante el movimiento por una descarga de máxima activación del agonista y una inhibición total del antagonista (Fig. 7).

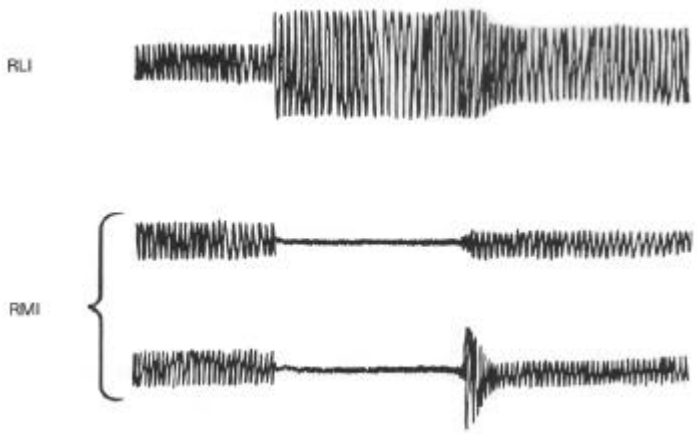


Fig. 7. ACTIVIDAD MUSCULAR DEL RECTO LATERAL IZQUIERDO (RLI) (AGONISTA) Y DEL RECTO MEDIO IZQUIERDO (RMI) (ANTAGONISTA) DURANTE UN MOVIMIENTO OCULAR RÁPIDO (MOR) HACIA LA IZQUIERDA. OBSÉRVESE LA DESCARGA DE ACTIVIDAD DEL RLI Y LA TOTAL INHIBICIÓN DEL RMI DURANTE EL MOR Y LA AUSENCIA DE ACTIVIDAD FRENADORA EN EL RMI. (Glaser, J. S. Neurooftalmología, 2nd Ed, 1993).

La descripción apropiada de un movimiento sacádico debe incluir tanto su magnitud como su trayectoria; una refijación puede constar de varios movimientos sacádicos de magnitudes y trayectorias variables.

- **Supresión sacádica:**

Aunque los movimientos sacádicos son voluntarios, su duración no se puede controlar a voluntad, ya que se ejecutan entre pausas y lo único que se puede controlar es la duración de estas últimas. Así, si se realiza una tarea de seguimiento lenta, las pausas serán mayores; si la tarea de seguimiento se realiza más rápidamente, estas pausas durarán menos.

Cuando los ojos se mueven muy rápidamente durante estos movimientos sacádicos, la imagen se desplaza rápidamente en la retina, pero en cambio el observador no tiene sensación de movimiento o de emborronamiento de la imagen. Parece como si hubiese una supresión de la imagen durante un sacádico, al menos durante cierto instante. Esta inhibición de la percepción ocurre realmente y se llama *supresión sacádica*. Experimentos en detección de estímulos demuestran que la percepción es nula durante los primeros 50 ms. del movimiento sacádico, recuperándose la percepción un tercio después de haberse iniciado el movimiento sacádico.

Movimientos oculares lentos (seguimientos):

Son la fase lenta de los movimientos y, como sucede con los sacádicos, algunos autores dicen que coinciden con las fases lentas del nistagmo vestibular y optocinético. Normalmente están acompañados por movimientos lentos de torsión de pequeña en amplitud.

La vía neurológica para los seguimientos comienza en la corteza visual llegando a los núcleos oculomotores: desde la corteza visual los impulsos son enviados al núcleo protuberancial dorsolateral, y desde éste hacia el

cerebelo; en donde están el flóculo y el vermis dorsal (los cuales están implicados en los seguimientos) y desde aquí mandan los impulsos hacia el núcleo vestibular, y finalmente hasta los núcleos oculomotores (III, IV, y VI, los cuales están localizados en el cerebro medio y posterior), que envían los impulsos a los 12 músculos extraoculares para realizar los movimientos.

Las funciones y características de los seguimientos son:

- Posibilitar la visión clara y continua de objetos en movimiento. Este reflejo de seguimiento visual produce movimientos oculares que aseguran la fijación foveal continua de objetos móviles en el espacio y provoca un movimiento de seguimiento tras un retraso de 125 ms. (Fig. 8).

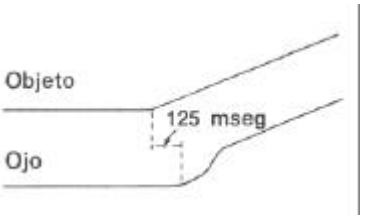


Fig.8. REPRESENTACIÓN DE UN MOL EN RESPUESTA A UN MOVIMIENTO DEL OBJETO DE VELOCIDAD CONSTANTE HACIA LA DERECHA, EN LA QUE SE ILUSTRA LA LATENCIA (125 MS) DEL MOL, ASÍ COMO EL MOR DE CAPTURA. (Glaser, .J. S. Neurooftalmología, 2nd Ed, 1993).

- Las velocidades máximas que se pueden esperar en un seguimiento son aproximadamente de 90º por segundo, aunque pueden obtenerse valores superiores con movimientos de objetos de gran amplitud.

Los movimientos oculares lentos del reflejo vestibulo-ocular y del nistagmo optocinético pueden alcanzar velocidades mayores. Los MOL son movimientos conjugados suaves, y están bajo el control de un sistema capaz de modificar de forma continua la salida motora en respuesta a la entrada visual.

El movimiento inicial de los seguimientos es de velocidad igual a la del objeto, pero más tarde los ojos se retrasan con respecto a él y precisan una sacudida de captura para efectuar la refoveolización antes de proseguir el rastreo con un MOL de seguimiento.

Los seguimientos están afectados por la edad, la atención y la motivación.

Dichos movimientos sólo están implicados cuando el estímulo es móvil, por lo que es más difícil relacionarlos con la lectura y la actividad escolar. Los seguimientos juegan un papel más significativo en actividades tales como los deportes y la conducción.

Vergencias y Versiones:

Las vergencias y versiones son movimientos de desplazamiento de mirada, ejecutados con movimientos sacádicos y lentos de seguimiento.

Las vergencias son los movimientos binoculares donde existe un cambio en el ángulo que forman los ejes visuales, con lo que permiten la fusión.

Las versiones son pequeños desplazamientos laterales en torno a un punto de fijación, en los que no varía el ángulo de convergencia.

Cuando los ojos están situados de forma que las imágenes retinianas de los objetos están localizadas en la fóvea, los impulsos de las dos fóveas van a una zona del córtex llamada fóvea cortical. Las fibras optomotoras envían

los impulsos desde la región occipital hacia la zona del cerebro medio, que controla el tono de los músculos del ojo. Cuando las imágenes permanecen en fóvea, los músculos que controlan la dextroversión y la levoversión serán iguales, y ambos ojos permanecerán fijando el objeto. Si por ejemplo, el objeto se mueve a la derecha, la imagen se forma en el lado izquierdo de cada retina. Los impulsos visuales de las dos retinas son enviados a las células de la región izquierda del córtex occipital. Desde estas células se mandan los impulsos a la zona del cerebro medio que origina que los ojos se muevan hacia la derecha, hasta que el objeto se forme otra vez en las dos fóveas. La inervación recibida en los músculos horizontales de ambos ojos es la misma ***(ley de Hering).*** Este sería el mecanismo neuronal de las versiones.

Pero si el objeto realiza, por ejemplo, un movimiento de acercamiento a los ojos, la situación es diferente. La imagen se forma en los lados temporales de cada retina. Por tanto, las imágenes retinianas no pueden situarse en puntos correspondientes y, en principio, se verían dobles, habría diplopia. En consecuencia en la zona del cerebro medio se interpretaría la señal recibida y se indicaría a los músculos que se contrajesen, y así la imagen se volverá a formar en las dos fóveas.

Parece que las áreas 18 y 19 del córtex pueden comparar las imágenes foveales de los dos ojos y, si son distintas, se iniciarán los movimientos de corrección para restaurar ambas imágenes en fóvea. A este mecanismo se le llama *reflejo de fusión*.

- **Vergencias (relación convergencia-acomodación):**

Los ojos deben funcionar totalmente coordinados para que los resultados perceptivos sean óptimos; ambos ojos deben ser dirigidos exactamente al mismo punto del espacio. El sistema que dirige esta

función se denomina **sistema de vergencias** y su acción produce movimientos disyuntivos de los ojos acercándolos o alejándolos entre sí de acuerdo a la distancia a la que se encuentre el objeto.

Al dirigirse ambos ojos hacia el mismo punto del espacio, el objeto observado producirá una imagen semejante en cada ojo, aunque no igual ya que cada ojo lo percibe desde un lugar diferente, debido a la separación entre ellos. La percepción de imágenes muy semejantes por parte de ambos hace que el cerebro fusione dichas imágenes en una sola viéndose el espacio visual como único, a este fenómeno se le denomina visión binocular.

Debido a la distinta posición entre ambos ojos, se producirán imágenes ligeramente distintas, lo cual es aprovechado por el sistema visual para producir la estereopsis, es decir, sirve esto para reconocer profundidades espaciales.

El sistema de vergencias tiene la capacidad de converger, mecanismo que se produce al acercar el punto de fijación al observador, y también de divergir como cuando se observa un objeto lejano después de una tarea en visión cercana.

El sistema de vergencias está unido a los sistemas de control de entrada de luz y al sistema de acomodación, de modo que al mirar un objeto cercano, la función coordinada de estos componentes del sistema visual producirá simultáneamente la convergencia de los ojos, alineándolos exactamente sobre el objetivo, y disminuirá el tamaño pupilar que permitirá la entrada exacta de luz, modificando el estado óptico del ojo para enfocar correctamente el objeto; de esta manera se podrán discriminar hasta los detalles más pequeños. Así, cuando los ojos acomodan para un punto cercano, se inicia cierta

cantidad de convergencia simplemente por el hecho de acomodar (*convergencia acomodativa).*

La actividad muscular durante un movimiento de convergencia es muy elevada, superior a cuando realizamos un movimiento de seguimiento. En la siguiente figura (Fig.9) se ve el registro de actividad del músculo recto. La parte superior de la figura es un movimiento normal de rotación de 25º en una tarea de seguimiento lateral; la parte inferior corresponde a un movimiento de convergencia de 25º, comprobándose la mayor actividad en este caso.

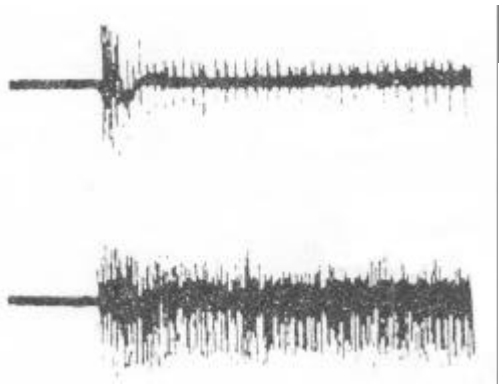


Fig. 9. ***ACTIVIDAD DEL MÚSCULO RECTAL, TANTO EN TAREA DE SEGUIMIENTO LATERAL (ARRIBA) COMO MOVIMIENTO DE CONVERGENCIA (ABAJO).*** *(Glaser, .J. S. Neurooftalmología, 2nd Ed., 1993).*

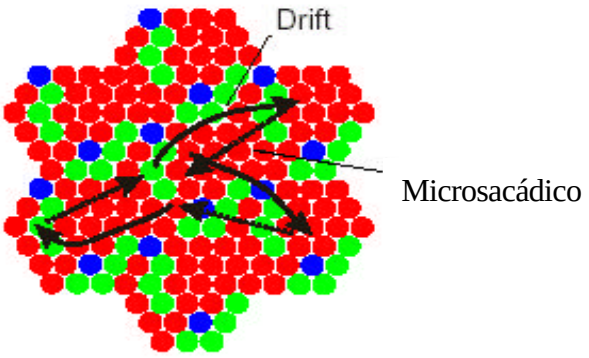
Debido a la complejidad en la coordinación de los mecanismos anteriormente descritos, son los más fácilmente vulnerables ante demandas excesivas del sistema. Las demandas excesivas como las que se producen en la lecto-escritura, los trabajos con monitores de ordenador, etc. hacen fracasar al sistema visual, lo que se manifestará a través de una sintomatología molesta o incapacidad de realización de las tareas.

Movimientos de fijación:

Son conocidos como micromovimientos, por su pequeña amplitud. Con los movimientos de fijación se evalúa la habilidad del paciente de mantener la fijación estable en un objeto determinado. A menudo la evaluación de la fijación se pasa por alto en un examen rutinario.

Estos movimientos están relacionados también con el mecanismo de la acomodación. Permiten, en definitiva, que el sistema visual esté en las mejores condiciones dinámicas para tener una AV máxima.

Cuando una persona fija un objeto (ya sea monocular o binocularmente) los ojos hacen pequeños movimientos de diferentes tipos, aunque no sea consciente de ello. En la figura 10 está representada la trayectoria que sigue la imagen de un punto en la zona foveal de la retina. Se observa cómo la imagen retiniana de un punto objeto se está continuamente desplazando a lo largo de la fóvea: las líneas curvas representan movimientos de desplazamiento



que son lentos, modulados con un movimiento de alta frecuencia tipo tremor, que tiende a desplazar la fijación del centro de visión y un movimiento rápido (microsacádico) que tiende a traer de vuelta la imagen hacia el centro.

Fig. 10. ESQUEMA DEL MOVIMIENTO DE LA LETRA "A"

Para observar estos movimientos se requieren técnicas especializadas ya que son difíciles de ver por técnicas convencionales. Una de ellas utiliza una fuente de infrarrojos: la luz reflejada por la esclerótica cuando los ojos se están moviendo, se recoge en detectores que luego estudian la variación de la luz reflejada en dichos micromovimientos. Con estas técnicas se han podido además hacer ciertas descripciones sobre sus características:

- Los **movimientos de tipo tremor:** durante las fijaciones es posible descubrir minúsculos movimientos de temblor o vibración del ojo (tremor), de muy pequeña amplitud, 15" y de altísima frecuencia, entre 30 y 70 ciclos/s.
- **Desplazamientos lentos** (o también llamados drifts): tienen amplitudes en torno a 5´ en 0,2 s.
- **Microsacádicos:** son los micromovimientos de mayor amplitud, entre 1" y 20" en torno a 0,025 s. Son movimientos microsacádicos muy rápidos e involuntarios que se suceden separados por intervalos de unos 20-30 ms.

Los microsacádicos se diferencian de los sacádicos, no sólo en la amplitud del movimiento, sino en la forma de su desplazamiento. Mientras que el desplazamiento de los sacádicos sigue una trayectoria prefijada, la de los microsacádicos es al azar. Todo esto, lleva a pensar que las vías de control de los movimientos microsacádicos y los sacádicos son distintas.

Función del nistagmo fisiológico:

Necesitamos conseguir estabilizar la imagen en la retina para conocer su función, una vez fijada desaparece a los cinco segundos. La razón es que estos movimientos involuntarios son absolutamente necesarios, los receptores de la retina necesitan la estimulación continua y espaciada en el tiempo para evitar problemas de fatiga o saturación. Se asegura también que los receptores estén continuamente excitados, ya que la luz que cae sobre ellos está continuamente fluctuando.

Todos los pacientes, excepto los muy jóvenes, nerviosos, hiperactivos o distraídos, deberían ser capaces de mantener una fijación precisa, sin movimientos apreciables durante 10 segundos.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES

Evaluación de los sacádicos

El propósito del test de los sacádicos es valorar la calidad y precisión de los mismos; se han desarrollado una gran variedad de procedimientos para valorarlos. Los test pueden incluir *observación directa del examinador*, *test estandarizados con formato visuo-verbal cronometrado* y examen objetivo de los movimientos oculares utilizando *pruebas electrodiagnósticas*.

El test de observación directa:

Es una técnica que requiere que el paciente mire de un objeto a otro mientras el optometrista observa los sacádicos del paciente.

Existen varias escalas para crear mayor uniformidad en la valoración. Estas escalas son altamente subjetivas y los optometristas no experimentados pueden tener dificultad para aprender su uso. Otro problema es que es un método cualitativo, que no permite la medida y además es muy difícil observar los movimientos de baja amplitud o alta frecuencia.

- **Procedimiento:**
  - Se pide al paciente que mire de un punto a otro 10 veces.
  - Los puntos de fijación se sujetan separados 10 cm.
  - Se realiza monocularmente.

- **Sistema de puntuación:**

  4+ → suave y preciso.

  3+ → ligero movimiento corto.

  2+ → exagerados movimientos cortos o largos o aumento de la latencia.

  1+ → incapacidad de realizar la tarea o aumento de la latencia.

Tests cronometrados y estandarizados:

Estos tests son baratos, fáciles de realizar y proporcionan una valoración cuantitativa de los movimientos oculares en un ambiente de lectura simulado. Valoran la función oculomotora en base a la velocidad con la que se ven, reconocen y vocalizan con precisión una serie de números.

Hay varios tests disponibles:

- **La Prueba de Sacádicos de Pierce:**

Esta prueba consta de una tarjeta de demostración y tres tarjetas de prueba. Cada tarjeta tiene números seleccionados aleatoriamente colocados en ambos márgenes de una hoja de prueba de 21,5 cm por 27,7 cm. Va incrementándose la dificultad a medida que se aumenta el número de la tarjeta.

Procedimiento:

- El paciente tiene que leer los números de arriba a abajo, y de izquierda a derecha, tan rápido y preciso como le sea posible, sin utilizar el dedo. Después se comparan los tiempos con las tablas de valores esperados (Fig. 15).
- Al principio se le muestra la tarjeta de demostración, la cual tiene flechas que le indican la dirección que debe seguir (Fig. 11).
- A continuación, se le pasaría la 1ª tarjeta del test. Esta sólo tiene líneas horizontales (Fig. 12).
- La 2ª tarjeta no tiene líneas, pero la separación de los números es la misma que en la 1ª tarjeta del test (Fig. 13).
- La 3ª tarjeta del test no tiene ninguna línea, tiene el mismo número (30 números) de dígitos que la 1ª y 2ª tarjeta, pero ahora están más los números más comprimidos (Fig. 14).

FIG.12. TARJETA DE PRUEBA DE SACÁDICOS DE PIERCE (TEST 1)

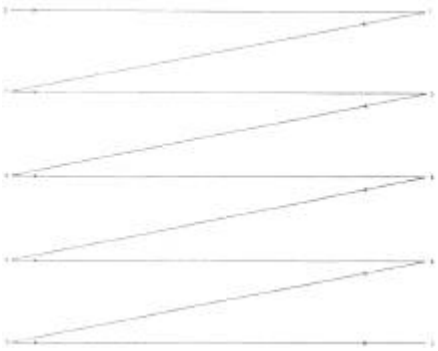


Fig.11. TARJETA DEMOSTRACIÓN DE LA PRUEBA DE SACÁDICOS DE PIERCE

Fig.13. PRUEBA DE SACÁDICOS DE PIERCE (TEST 2)

Fig.14. PRUEBA DE SACÁDICOS DE PIERCE (TEST 3)

Tiempo en segundos

EDAD	TEST 1	TEST 2	TEST3	TOTAL
6	42	44	53	139
7	33	41	41	115
8	27	31	34	92
9	22	25	32	74
10	21	23	24	67
11	20	22	24	67
12	19	21	22	63
13	18	20	21	59
14	17	19	19	56

Fig. 15. VALORES NORMALIZADOS SEGÚN LA EDAD DEL TEST DE SACÁDICOS DE PIERCE
(Los gráficos 11-15 pertenecen a Maples, W.C.. Prueba Oculomotora NSUCO, año 1996)

- **La Prueba de King-Devick:**

Esta prueba es una mejora de la de Pierce, ya que sus autores pensaron que si la prueba está relacionada con la lectura, sería mejor una prueba donde se requiera que la persona haga fijaciones intermedias aleatorias además de las fijaciones del margen de la página.

Esta prueba está formada por los dígitos de los laterales y por 3 números aleatorios separados en el centro de cada fila. Simula la ejecución real oculomotora cuando se lee y contiene una tarjeta de demostración y 3 tarjetas de prueba. Aquí hay 40 dígitos, y en la de Pierce había 30.

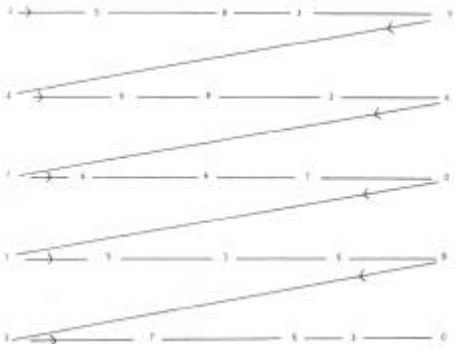


Fig. 16. TARJETA DE DEMOSTRACIÓN DE PRUEBA DE SACÁDICOS K-D

Fig. 17. TARJETA DE LA PRUEBA DE SACÁDICOS K-D (TEST 1)

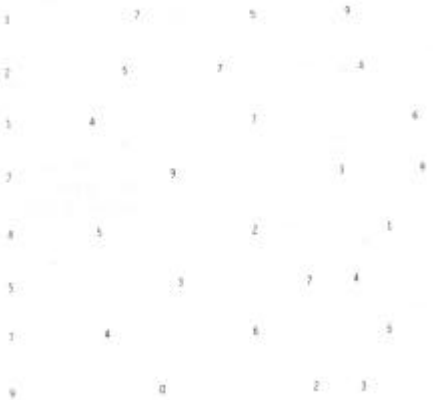


Fig. 18. TARJETA DE LA PRUEBA DE SACÁDICOS K-D (TEST 2)

	Edad	Media del tiempo (por edad) 1	2	3	TOTAL
Tiempo	6	30.98	37.05	51.00	119.03
D. S.		10.10	12.96	19.39	40.92
	7	26.71	31.12	43.06	100.89
		5.97	8.75	15.16	25.16
	8	22.98	24.89	31.26	79.13
		6.37	7.75	11.59	27.35
	9	21.02	22.89	29.53	73.44
		7.20	7.50	10.82	26.03
	10	19.72	20.79	27.76	68.27
		6.08	7.37	10.82	26.03
	11	17.58	18.95	20.39	56.92
		4.60	4.51	7.45	13.85
	12	16.49	17.68	19.42	54.05
		3.60	4.43	5.31	13.51
	13	16.29	16.96	18.98	52.23
		2.52	2.72	3.26	7.50
	14	14.86	16.87	18.73	50.46
		2.40	2.33	2.49	5.84

Fig. 20. VALORES NORMALIZADOS POR EDADES DEL TEST K-D

La siguiente tabla representa las normas y desviaciones estándares según la edad junto con la puntuación acumulada del tiempo total (Fig.20).

(Los gráficos 16-20 pertenecen a: Maples, W.C.. Prueba Oculomotora NSUCO, año 1996)

Tanto el Test de Pierce como el de King-Devick tienen el problema de que los niños pequeños pueden decir los números lentamente simplemente porque tienen dificultad para nombrarlos, y no presentan precisamente una disfunción oculomotora. Otro problema es que los niños pueden aprenderse las pruebas al repetírselas por 2ª vez.

- **Prueba del Desarrollo del Movimiento Ocular (DEM):**

Fue desarrollada por Richman y Garzia para evitar los problemas de verbalización detectados en la prueba de K-D. Ésta utiliza una pre-prueba para cerciorarse de que el paciente puede reconocer y decir los dígitos. Si el niño tiene dificultad para nombrar los números no se haría el DEM. Si dice bien los dígitos, entonces se le pasaría las dos hojas de 40 números orientados verticalmente (Fig.21). A continuación se le pasaría la tarjeta con 80 números dispuestos horizontalmente (Fig.22). Se comparan los

Fig. 21. TARJETA DEL TEST VERTICAL DEM

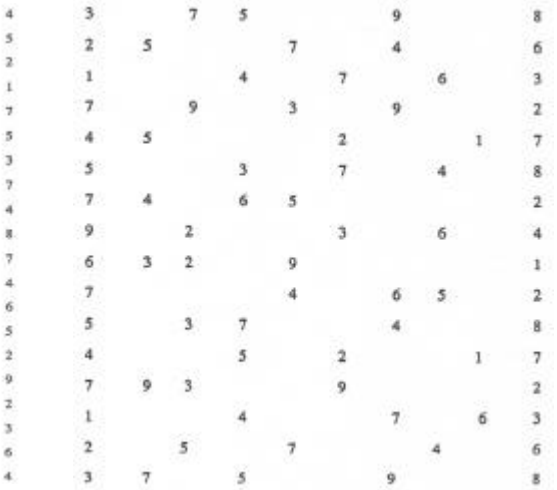


Fig.22. TARJETA DEL TEST HORIZONTAL DEM

tiempos de las hojas verticales y la de la horizontal con los datos normalizados (Fig.23), y si sale que el tiempo horizontal es más grande indicaría una disfunción oculomotora.

Fig.23. VALORES NORMALES DEL TEST DEM POR EDAD Y CRITERIOS DIAGNÓSTICOS

EDAD	T. VERTICAL	T. HORIZONTAL	COCIENTE

Pruebas electrodiagnósticas:

Son unas pruebas objetivas. Se utilizan los métodos electro-oculográficos (EOG), los métodos infrarrojos de reflejo en córnea (Eye-Trac, Visagrafo, Ober-2) y los métodos de videograbación.

- ***El instrumental del EOG:***

  Los electrodos se ponen alrededor del ojo y en la cabeza, y se registra los movimientos mediante los cambios medidos en la energía eléctrica cuando la córnea se dirige a diferentes puntos del espacio (Fig.24). El aparato convierte estos datos de potencial eléctrico en un diagrama de movimiento del ojo. Proporciona información sobre el número de fijaciones, regresiones, duración de las fijaciones, velocidad de lectura, eficacia relativa y grado de equivalencia. La ventaja es que es un sistema independiente de los movimientos de la cabeza.

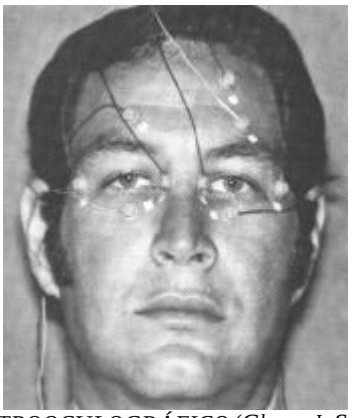


Fig. 24. MÉTODO ELECTROOCULOGRÁFICO (Glaser, J. S. Neurooftalmología, 2nd Ed, año 1993).

- El **Eye-Trac**, el **Visagrafo** (Fig.25) y el **Ober-2:**

  Son caros, no se emplean electrodos, si no que transfieren la luz reflejada del ojo al dispositivo grabador.

  Los dos primeros necesitan que la cabeza esté quieta y la unidad calibrada. La calibración del instrumento puede ser un factor determinante en la exactitud de los datos. El Ober-2, requiere que el paciente lleve las gafas protectoras especiales, las cuales van a iluminar la córnea.

Fig.25. VISAGRAFO (www.nsuok.edu/literacy/images/visagraphb.jpj)

- **Métodos de videograbación:**

  Se graban en vídeo los movimientos oculares. Las secuencias de vídeo de alta velocidad pueden ser luego estudiadas mediante sistemas informáticos para conocer los movimientos que realiza el ojo.

Evaluación de los seguimientos

El propósito del test de los seguimientos es valorar la calidad y precisión de los mismos. No hay tantas formas de evaluación para los seguimientos como para los sacádicos. Estas técnicas son *la observación directa* y el uso de la *prueba de seguimiento visual Groffman*.

Observación directa:

- **Procedimiento:**
  - Se pide al paciente que siga un punto de izquierda a derecha, de arriba abajo y en círculos.
  - El procedimiento se realiza monocularmente.

- ***Sistema de puntuación:***

  4+ → suave y preciso.

  3+ → una pérdida de fijación.

  2+ → dos pérdidas de fijación.

  1+ → más de 2 pérdidas de fijación.

La observación directa para evaluar los seguimientos, al igual que la observación directa de los sacádicos, tiene varios defectos. Mientras la técnica es más fácil de enseñar a un clínico inexperto, la observación que se debe realizar es más difícil. La fiabilidad de la puntuación de la observación directa es cuestionable y es difícil cuantificar los resultados.

Prueba de Seguimiento Visual Groffman:

Consta de una tarjeta de demostración (Fig.26) y 2 tarjetas de prueba. Las tarjetas son líneas serpenteantes, donde en la parte superior hay letras y en la inferior números. El paciente tiene que seguir los trazos sólo con los ojos y decir a qué número corresponde cada letra. Se anota el tiempo de respuesta, y luego se comparan los resultados con los valores normalizados (Fig.27) para saber si hay un problema de rastreo visual.

Fig. 26. TARJETA DEMOSTRACIÓN DE LOS TRAZOS DE GROFFMAN

SEGUNDOS/PUNTOS	ESPERADO		
	PUNTOS	DESVIACIÓN ESTANDAR	EDAD
16 = 10	10	3,5	7
16 – 20 = 9	17	3,0	8
21 – 25 = 8	22	3,0	9
26 – 30 = 7	26	2,5	10
31 – 35 = 6	28	3,0	11
36 – 40 = 5	32	4,0	12
41 – 45 = 4			
46 – 49 = 3			
50 – 60 = 2			

Fig. 27. NORMAS DEL TEST DE GROFFMAN

Fig.26 y 27 extraídas Maples, W.C.. Prueba Oculomotora NSUCO, año 1996)

DISFUNCIÓNES OCULOMOTORAS

El término disfunción oculomotora se utiliza cuando existen problemas en alguna de las tres áreas de la oculomotilidad. Si se encuentra un problema en los sacádicos habrá también una disfunción en la fijación o en los seguimientos, o si hay una disfunción en los seguimientos habrá problemas en la fijación y en los sacádicos.

Al contrario de las habilidades de la acomodación y binoculares, que alcanzan los niveles máximos de desarrollo muy temprano durante la infancia, el desarrollo oculomotor es más lento, progresando durante los primeros años de colegio. Debido a este largo desarrollo del control oculomotor, un desarrollo lento puede dejar a un niño con unas habilidades inadecuadas para cumplir las demandas escolares.

Algunos optometristas piensan que hay una relación entre las malas habilidades oculomotoras y los problemas de atención. Si se tratan las anomalías oculomotoras puede mejorar la atención y la concentración.

Hoffman demostró mediante un estudio que podía existir relación entre los problemas oculomotores y los de aprendizaje. Evaluó los seguimientos y sacádicos utilizando las escalas cualitativas de los sacádicos y seguimientos, junto con una valoración objetiva usando el Eye Trac, y concluyó que el porcentaje de niños que tenían problemas de aprendizaje, sufría alguna disfunción oculomotora; mientras que en los niños con un desarrollo escolar correcto este porcentaje era mucho menor.

La disfunción en los seguimientos interfiere probablemente más en deportes que en la lectura. Cualquier deporte que implique el seguimiento de

una pelota, provocará una demanda significativa en el sistema de los seguimientos oculares.

Características de las disfunciones oculomotoras

Síntomas y signos de una disfunción en los sacádicos:

- **Síntomas:**

– Estos síntomas generalmente están relacionados con el uso de los ojos para la lectura.
– Excesivo movimiento de cabeza.
– Frecuentes pérdidas de lugar.
– Omisión de palabras.
– Saltos de líneas.
– Velocidad de lectura lenta.
– Mala comprensión.
– Periodo de atención corto.
– Dificultad para copiar de la pizarra.
– Dificultad para resolver problemas aritméticos con columnas de números.
– Dificultad para realizar tests psicológicos estandarizados.

- **Signos:**

- Ejecución en el visagrafo por debajo de su edad.
- Puntuación por debajo del 15% en el Test de Desarrollo de los Movimientos Oculares (DEM).

- Puntuación por debajo de 3+ en las observaciones directas del clínico.

Síntomas y signos de una disfunción en los seguimientos:

La disfunción en los seguimientos interfiere probablemente más en deportes que en la lectura. Cualquier deporte que implique el seguimiento de una pelota, provocará una demanda significativa en el sistema de los seguimientos oculares. Por ejemplo, tener problemas para coger o golpear una pelota de béisbol y dificultad con otros deportes que impliquen calcular tiempo y seguir un objeto en movimiento, pueden estar relacionados con una disfunción en los seguimientos.

- **Síntomas:**

– Excesivo movimiento de cabeza.
– Malo en deportes.
– Dificultades en la lectura.

- **Signos:**

Puntuación por debajo de 3+ en la observación directa del optometrista.

Estudiados ya uno de los principales componentes de la lectura, la motilidad ocular, vamos a pasar al otro gran tema que afecta a su correcto desarrollo: psicomotricidad y percepción. Relacionando estos bloques entre sí en los siguientes capítulos.

PSICOMOTRICIDAD

Según diversos autores, el desarrollo psicomotor es elemento imprescindible para procesos superiores del pensamiento infantil. Tanto es así que se considera como uno de los factores de la conducta y del desarrollo humano. La psicomotricidad hace referencia a comportamientos motores globales y finos; es decir, al control del cuerpo y sus segmentos para la posible utilización de sus capacidades de acción y expresión.

Pertenece al ámbito psicomotor la destreza manual de un niño al aprender a escribir, y cabe también considerar dentro de este dominio el control de los movimientos oculares dirigidos a un punto determinado del espacio, así como la coordinación entre ambas habilidades y el desarrollo motor del niño en general.

Por lo que se hace necesario introducir el concepto de psicomotricidad, su desarrollo y etapas, como fase previa y paralela al aprendizaje de la lectoescritura.

DESARROLLO PSICOMOTOR

En la literatura se encuentran diversas clasificaciones de las etapas de desarrollo psicomotor. Piaget, aunque no define directamente la psicomotricidad, es uno de los autores más referidos en este campo por considerar la motricidad como base de los mecanismos cognoscitivos.

Piaget clasifica el desarrollo en cuatro etapas:

- Inteligencia sensoriomotriz (de 0 a 2 años).
  Habilidades locomotrices y manipulativas. Comienza a organizar la información sensorial.
- Pensamiento preoperacional (de 2 a 7 años).
  Forma y maneja símbolos.
- Operaciones concretas (de 7 a 12 años).
  Operaciones lógicas elementales.
  El pensamiento guía la acción.
- Operaciones formales (desde los 11 años).
  Pensamiento independiente de la acción.

Según H. Wallon el niño evoluciona a saltos, que son por una parte dependientes de su maduración y por otra influenciados por el entorno. En las primeras etapas la psicomotricidad participa en la elaboración de las funciones psicológicas; posteriormente será sustento de los procesos mentales.

Aunque el proceso madurativo del niño se encuentra estrechamente ligado al medio, existen unos principios madurativos que rigen en cierta medida su desarrollo psicomotor:

Principio de direccionalidad:

Ley céfalo-caudal. El control de los movimientos se consigue desde la cabeza en orden descendente.

Ley próximo-distal. El niño, en primer lugar, ve su cuerpo como una globalidad. La conciencia y el control de los segmentos se llevan a cabo progresivamente desde la parte más cercana al cuerpo hasta la más alejada.

Principio de la asimetría funcional: Por la asimetría a nivel neurológico, el organismo tiende a desarrollarse con el mismo patrón.

Principio de fluctuación autorreguladora: El niño no desarrolla todas las áreas a la par. Así, por ejemplo, se observa en el desarrollo motor y en el desarrollo del lenguaje; normalmente un niño no comienza a hablar hasta que no ha conseguido empezar andar.

Coinciden autores como Kephart, Williams, Vayer, Frostig, Cratty, Getman,… en que la evolución del desarrollo motor desemboca en el desarrollo perceptivo, pasando por el perceptivo-motor. Autores que se preocupan en atender un adecuado desarrollo psicomotor para intentar evitar problemas de aprendizaje.

Movimiento ⇨	Organización sensorial ⇨	Estructura perceptiva ⇨	Corticalización (Lenguaje. Planificación)

Fig.28. (Da Fonseca en: Desarrollo motor y actividades físicas, Ruiz Pérez, L. M. Madrid (España), Gymnos, D.L. 1987, 258 p)

En el campo de la optometría es conocido que el desarrollo evolutivo infantil está íntimamente relacionado con las capacidades visuales, por lo que se tiene en cuenta la siguiente evolución:

- Sistema de respuesta innato: Reflejo tónico del cuello (RTC), reflejo simetrotónico, parpadeo, agarre,…
- Sistema motor general para la acción: Rodar, arrastrarse, gatear (la actividad más perfecta para el desarrollo y la maduración neurológica), andar,…
- Motor especial de acción: Coordinación ojo-mano, ojo-pie,…
- Oculomotor para reducir acción: Destrezas del movimiento ocular.
- Pronunciación motora para reemplazar la acción: Uso de experiencias visuales y motoras para comunicarse.
- Visualización: Comparación visual, memoria visual, proyección…
- Organizaciones perceptuales: palabras, fórmulas, mapas,…

Dicha secuencia evoluciona conforme se consiguen las siguientes habilidades:

- Noción corpórea (conciencia, imagen y esquema corporal).
- Verticalidad, equilibrio.
- Lateralidad, bilateralidad, concepto de línea media.
- Direccionalidad.
- Organización espacial.
- Coordinación, ritmo.
- Tiempo, espacio.
- Percepción.

Gessell estudió el desarrollo psicomotor desde sus variantes posturales y la coordinación oculomotriz. Actualmente, existen diversas propuestas de programas de desarrollo basados en ejercicios perceptivo-motores y en el control de los movimientos oculares.

Contenidos del programa de Getman	Contenidos del programa de Frostig
- Coordinación general. - Equilibrio. - Coordinación ojo-mano. - Movimientos oculares. - Percepción de forma. - Memoria visual.	- Coordinación visuo-motriz. - Ejercicios de figura-fondo. - Ejercicios de fidelidad perceptiva. - Ejercicios de orientación espacial.

Los niños que completan este tipo de programas perceptivo-motores, según Myers y Hamill, suelen mostrar menos problemas de atención visual, mejor discriminación visual, una coordinación mejor desarrollada (logros básicos para la actividad lectora), e incluso una imagen más positiva de sí mismos.

Imagen corporal

Se define imagen corporal como la representación que cada individuo hace de su propio cuerpo y las partes de éste. Se considera una fase inicial de identificación incluida en praxia global o motilidad gruesa. Diversos estudios indican que es una función parietal que no se adquiere totalmente hasta los 12 años. A partir de los 4 años el niño conoce las partes más importantes de su cuerpo (cabeza, brazos, manos, piernas, orejas…) y a partir de los 7 ya debe conocer detalles como sus párpados, su pulgar…

Es interesante el desarrollo propioceptivo de los diversos segmentos del cuerpo, como lo son los globos oculares y las manos y dedos para la lectura y la escritura. Se debe ayudar al niño a conocer la independencia de movimientos que pueden tener las partes de su cuerpo.

El concepto de imagen corporal implica, por tanto, el conocimiento del movimiento y las funciones del cuerpo, su estructura física y su posición en relación con otras personas u objetos. Es necesario orientarse en el propio cuerpo para después orientarse en el espacio.

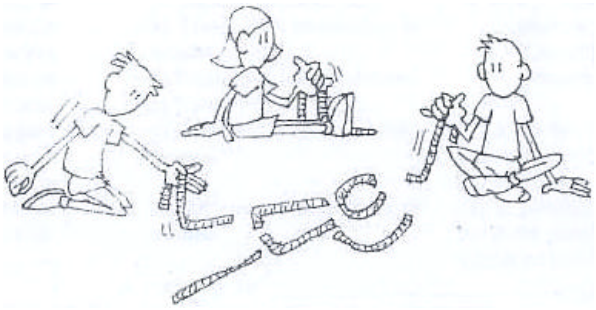


Fig29 .IMAGEN CORPORAL (trastornos de la comunicación. Gomedio, M. Gaceta Gymnos)

Tests para su evaluación:

- **Análisis de Wachs**: mapa mental del cuerpo. (3-6 años)
- **Imitación de gestos de Borges-Lezine**. (Fig.30): Supone el conocimiento y control del cuerpo además del conocimiento del modelo y aprehensión del significado.

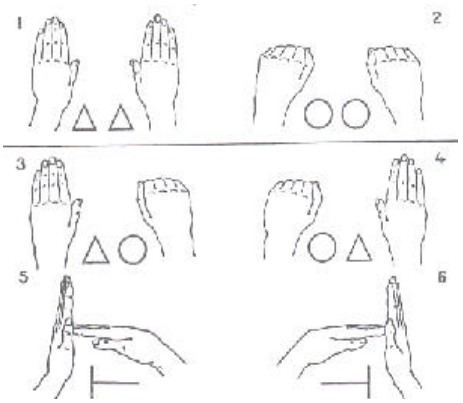


Fig.30IMITACIONES PROPUESTAS EN EL TEST DE GESTOS DE BORGES-LEZINE. (Ruiz Pérez, L. M. Desarrollo motor y actividades físicas. Madrid. Gymnos, D.L. 1987. 258 p.)

- **Lista de control de conductas perceptivo-motrices** de B.J. Cratty (apartados de imagen corporal).
- Apartado del **examen psicomotor de Vayer**: Control corporal.
- **Figura incompleta de Gessell**. (Fig.31)

Fig.31. FIGURA INCOMPLETA DE GESSELL

Equilibrio

El equilibrio, o control del cuerpo en verticalidad, es un componente perceptivo de motricidad infantil estrechamente ligado a la maduración del SNC. Se considera incluido en la 1ª unidad funcional cerebral de Luria (1ª atención, vigilancia, selectividad e integración).

El niño manifiesta un equilibrio adecuado, estático o dinámico, cuando es capaz de integrar la información del oído medio y propioceptiva con la recibida por su sistema visual. Hasta los 5 años, muestra progresivos ajustes de equilibrio y visuo-motores, pero el equilibrio con los ojos cerrados no lo conseguirá, aproximadamente, hasta el 7º año.

En su desarrollo, el niño debe darse cuenta de sus capacidades motrices (incluida la oculomotora) y ser capaz de ejecutarlas y variarlas según las demandas ambientales, y también en relación con la gravedad.

Una de las metas perceptivo-motrices es alcanzar el control postural para, a partir de ahí, comenzar actividades motoras y cognoscitivas. El ajuste global y segmentario se debe llevar a cabo de forma que no produzca tensión ni resistencia, lo que facilitará cualquier actividad.

Tests de evaluación:

Lista de control de conductas perceptivo-motrices de B.J. Cratty. (Pruebas de equilibrio)

- **Análisis de Wachs**.
- **Análisis de Suchoff. Parte 3ª:** "saltos alternativos 3-3".

Lateralidad-direccionalidad

La lateralidad se define, según Kephart, como la sensibilidad interna de un lado y otro del propio cuerpo y las diferencias entre ambas partes.

Se encuentra estrechamente relacionada con la consciencia corporal, la direccionalidad, la organización espacial y la temporalidad. Si un niño no ha integrado correctamente estas habilidades, difícilmente va a aprender a leer y escribir; actividades dentro de un límite físico (folio) y con una secuencia de izquierda a derecha y de arriba abajo.

Los componentes que integran la lateralidad son: motor, sensitivo, perceptivo, simbólico, conceptual, social…Por tanto, esta habilidad comprende la integración consciente de la experiencia sensorial y motora, un mecanismo de orientación propioceptivo y exteroceptivo.

Pertenece a las habilidades incluidas en la 2ª unidad funcional de Luria (recepción, análisis, elaboración, memoria, codificación y recodificación informativa y síntesis).

Apoyadas en el principio de asimetría funcional se encuentran definiciones como la de Conde y Viciana (1997), donde la lateralidad "es el dominio funcional de un lado del cuerpo sobre el otro y se manifiesta en la preferencia de servirse selectivamente de un miembro para realizar actividades concretas". La lateralidad tiene su origen en la organización nerviosa a nivel cerebral y viene determinada por la supremacía de un hemisferio sobre otro, dotando a un lado del cuerpo de mayor capacidad para desempeñar actividades motrices y mayor potencial sensorial que al otro.

Se puede decir que es un factor organizador en la utilización eficaz de las asimetrías funcionales del cuerpo, del cuerpo en el espacio y del espacio integrado mentalmente.

A partir de lo anteriormente dicho, y según la dominancia desarrollada, se pueden definir los siguientes conceptos:

Diestro: lado derecho dominante.

Zurdo: lado izquierdo dominante.

Lateralidad cruzada: Se es diestro de un miembro del cuerpo y zurdo de otro. (Desde el punto de vista optométrico el cruce más importante es el visuo-manual. Aunque también el audio-visual puede tener su importancia en el aprendizaje de la lectura).

Lateralidad contrariada: Zurdos o diestros que, por imitación o por obligación, hacen uso de segmentos del lado opuesto. (Normalmente, una lateralidad contrariada da lugar a un cruce visuo-manual). Por lo general, en acciones no sometidas a control, se manifiesta la verdadera dominancia.

Lateralidad indefinida: Se usan indiferentemente un lado u otro o dudan en la elección. Esta indecisión por asimetría junto con una falta de coordinación con la visión suelen dar lugar a problemas de aprendizaje. (Algunos autores incluso relacionan trastornos como el tartamudeo con la inseguridad derivada de esta indecisión). Por lo que es necesario reforzar el dominio de la lateralidad, teniendo en cuenta, previamente: que el niño desee afianzarlo, que no sea traumático, que tenga menos de 6 años y el índice de bilateralidad que presenta.

A los 18 meses el niño es ambidextro, pero presenta preferencia por una mano. Es a partir de entonces cuando se debe animar al empleo de la mano preferida. La adquisición temprana de una mano dominante inclina al organismo hacia el establecimiento de un predominio visual adecuado.

Con respecto a la dominancia ocular existen tres tipos: sensorial, motora y preferida. Lo que resulta complejo a la hora de determinar un cruce y puede llevar también a problemas de aprendizaje si no coinciden entre sí. (La dominancia motora y preferida suelen recaer sobre el mismo ojo).

Autores como Gessell o Ames atribuyen el origen de la preferencia ocular y manual al reflejo tónico del cuello, pero otros como Cratty (1982) o Azemar (1982) rechazan esta afirmación.

Según la respuesta de decisión del niño por un segmento de su derecha o izquierda cuando se pide que lo mueva, se clasifica la lateralidad en:

Tardía, si se toma cierto tiempo en responder.

Normal, si la respuesta es inmediata.

Consciente, cuando tiene que reflexionar unos momentos antes de responder.

Inexistente, cuando es incapaz de responder correctamente.

Independientemente de que tenga la dominancia lateral definida, es normal que un niño de 4 años no diferencie entre izquierda o derecha o que lo que para él está a su izquierda, para otra persona pueda estar a la derecha. La lateralidad no se termina de definir hasta alcanzados los 6 ó 7 años.

Su desarrollo normal se compone de cuatro fases:

Monolaterización (de 0 a 6 meses):

En los primeros meses el niño actúa de manera global ante los estímulos pero, por la actividad motora refleja (ej. RTC), se irá determinando una separación funcional del cuerpo.

Duolateralización (de 6 meses a 1 año):

Segundo nivel de organización neurológica caracterizado por un funcionamiento simétrico y simultáneo de ambos lados del cuerpo, sin llegar a relacionarlos entre sí. Aparece el concepto de línea media, difícilmente cruzada en esta etapa.

Contralateralización (de 1 a 6 ó 7 años):

Funcionamiento coordinado y voluntario de ambas partes, pero asimétrico. Aparece la coordinación ojo-mano, ojo-pie,… se consigue el equilibrio postural… Se puede traspasar la línea media.

Unilaterización (de 6 ó 7 años en adelante):

Proceso final de la elección del hemisferio dominante; un lado del cuerpo dirige y otro asiste.

También la visión sigue esta secuencia de evolución, siendo el gateo un ejercicio muy importante para favorecer el desarrollo de la binocularidad. Una vez alcanzada ésta, el niño presenta menos problemas para traspasar la línea media y alcanzar así la contralateralidad.

Junto con lateralidad se encuentra el concepto de direccionalidad, que se define como la habilidad de organizar el espacio exterior a partir coordenadas de orientación. El niño debe aprender que estas coordenadas dependen de la situación de otras personas o de los objetos respecto a su posición, no puede proyectar su propia derecha o delante sino que necesita tener en cuenta la coordenada que representa para la otra persona u objeto. Esta tarea es más compleja y generalmente se desarrolla de los 7 a los 12 años.

Deficiencias en las habilidades direccionales pueden dar lugar a una lectura lenta por un lado, y a inversiones de letras o números en la lectura por otro. Las actividades motrices, sobre todo las oculomotoras, que dan

más importancia a los movimientos de izquierda a derecha y de arriba abajo, transferidas al espacio visual, pueden mejorar la habilidad lectora.

Los símbolos lingüísticos se basan en una dirección relativa para su correcta identificación, por lo que se requiere una maduración en esta habilidad para no confundir letras o palabras como p-q, b-d…

Según Cratty, existen estudios que indican que la discriminación izquierda-derecha de las partes del cuerpo no predicen los problemas de inversión de letras. Pero puede ser que no se tuviera en cuenta la relación izquierda-derecha relativa entre el niño y un objeto del espacio, o entre dos objetos (l-o = b, o-l = d), que necesita previamente de la consciencia de su propia lateralidad. Es normal que si un niño no ha integrado las coordenadas desde su cuerpo, tenga dificultades para percibirlas visualmente y reproducirlas o interpretarlas en expresión escrita.

Como ejemplo, se pueden citar estudios realizados por Greenspan y Heydorn en los cuales apreciaron una disminución de errores por inversión tras la utilización de tareas perceptivo-motoras direccionales.

La mayoría de los niños de unos 8 años dejan de cometer errores de inversión de letras, números o palabras.

Aunque también se puede dar este tipo de errores por un mal control de los movimientos oculares, que provoque un adelanto en la posición de la fijación.

Tests de evaluación:

- **Test de lateralización**: mediante preguntas observando la respuesta.

- **Análisis de Suchoff**: Los ángeles de pie (homólogo, monolateral, homolateral y contralateral). Círculos en la pizarra (simétricos y recíprocos). (Fig.32)

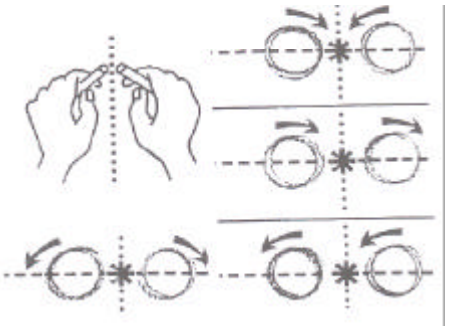


Fig32. CÍRCULOS EN LA PIZARRA. (Severston, E, D. Haymore, E. y Kennedy, C. Percepción visual, O.E.P. Madrid (España): Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas, 1997, 123 p.)

- **Benton:** Pruebas de dificultad creciente.

- **Test de Piaget-Head** (5 – 8 años)

- **Test de dominancia lateral de Schilling (TDL)**: Seguir los puntos una vez con cada mano y comparar los tiempos utilizados. (Fig.33)

Fig.33 TEST DE DOMINANCIA LATERAL DE SCHILLING (Ruiz Pérez, L. M. Desarrollo motor y actividades físicas. Madrid. Gymnos, D.L. 1987. 258 p.)

- **Tests de dominancia ocular**:

Sensorial: test del filtro rojo.

Motora: test de amplitud de triangulación (PPC).

Preferida: test del tubo.

Otro test de dominancia ocular curioso pero de menos confianza optométrica es el test del pato y el conejo de Perret (Fig.34); si al mirarlo a 60 cm se ve un conejo, denota dominancia del ojo izquierdo, y si ve un pato, dominancia del derecho.

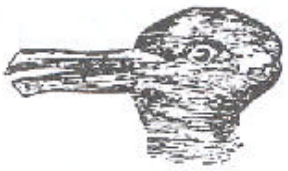


Fig. 34.TEST DE DOMINANCIA OCULAR DE PERRET (Ruiz Pérez, L. M. Desarrollo motor y actividades físicas. Madrid. Gymnos, D.L. 1987. 258 p.)

- **Test de inversión de Gadner**:

Test de reconocimiento

Test de ejecución

- **Examen psicomotor de Vayer**:.- Apartado Organizaciones de la lateralidad.
- **Examen psicomotor de Mazo**: Apartado lateralidad.
- **Lista de control de conductas perceptivo-motrices de B.J. Cratty.** (Pruebas de lateralidad).

Organización espacial

La organización espacial es el compendio de las habilidades anteriores. Se estructura progresivamente por una coordinación cada vez más compleja de acciones y desplazamientos, enlazando de esta manera funciones perceptivas y motrices.

Para una correcta organización del espacio se necesita una perspectiva tridimensional "real" (funcionamiento preciso de la visión binocular: estereopsis, vergencias, acomodación y proyección visual de las coordenadas del cuerpo dentro de las del espacio) integrada e interaccionando con la información propioceptiva y táctilo-kinestésica. De esta manera se asimilan los conceptos arriba, abajo, delante, detrás, izquierda, derecha.

La noción de que dos personas u objetos no pueden estar ocupando un mismo espacio se adquiere con la organización espacial.

Se debe tener en cuenta el significado que tiene el espacio en función del uso que se haga de él; no es lo mismo el espacio de juego o deportivo, en donde el niño se orienta, que el espacio de lectura o escritura (soporte), donde el niño debe orientar correctamente letras y palabras.

Para el aprendizaje de la escritura y lectura se recomienda comenzar por soportes amplios (pizarras, murales, cartulinas), para pasar a soportes más reducidos (A4, primero apaisado por estar más desarrollada la visión lateral, y después en vertical).

Ritmo

Toda acción tiene su propio ritmo de alternancia esfuerzo-relajación; si se ejecuta de acuerdo a él, se consigue una mejor coordinación y aprendizaje.

Las estructuras rítmicas son tres: perceptiva (facilita al sujeto a discriminar las unidades rítmicas simples), practo-rítmico (función motora) y de sincronización (unión del ritmo de la actividad, por ejemplo, lectora con el ritmo de los movimientos oculares).

Percepción

Se define percepción como el proceso cognoscitivo que da significado a una sensación física o a un estímulo y produce una impresión consciente del mundo externo. Se considera, por tanto, una función básica del desarrollo mediante la cual los estímulos sensoriales no sólo son captados, sino que además se interpretan y asocian con objetos, hechos o situaciones de su recuerdo, llegándose a transformar en experiencia útil.

De esta definición se extrae la importancia que tiene sobre los procesos de aprendizaje, y como consecuencia se pasa a tratar más ampliamente en el siguiente apartado.

PERCEPCIÓN

El concepto de percepción engloba dos aspectos: la percepción pura, mera recepción del estímulo, y la actividad perceptiva, considerada como la interpretación de la información sensorial recibida y que evoluciona con la edad. El proceso total de percibir requiere la atención, organización, discriminación y selección adecuada y se expresa directamente a través de respuestas verbales, motrices y gráficas.

Además del grado de atención, el proceso de percepción se ve afectado por la evolución del desarrollo psicomotor, el estrés emocional, factores ambientales…

Por todo ello, y por lo comentado en el apartado anterior sobre la evolución "a saltos" del desarrollo infantil, se debe prestar especial atención al nivel perceptual de cada niño en concreto (edad perceptual), pues no tiene ni suele coincidir en todos a la vez ni aún teniendo la misma edad cronológica.

En el proceso de maduración, se establece una modalidad perceptiva para cada modalidad sensorial. De esta manera se puede hablar de:

Percepción háptica, referida a las habilidades táctiles y kinestésicas, elaborada a partir de la información recibida a través del movimiento y del análisis sensorial táctil.

Percepción auditiva, para la que se requiere discriminación y memoria auditiva relacionada con ésta.

Percepción visual, considerada como un proceso visual de orden superior relacionado con las habilidades visuo-espaciales y visuo-motoras.

Ha de combinarse con la información procedente de la memoria visual y por tanto con la visualización (nivel más alto de la percepción visual).

De la integración de estas modalidades entre sí depende el desarrollo completo del niño.

Según Rosner la capacidad de analizar el lenguaje oral en sonidos separados (discriminación auditiva) y secuencias de sonidos (memoria auditiva) está directamente relacionado con el aprendizaje de la lectura. Pero se necesita además el esquema visual-auditivo para la correcta interpretación gráfica del lenguaje oral, es decir, asociar el aspecto visual de las formas de las palabras con su significado verbal-cognoscitivo.

Por otra parte, la sensación kinestésica-táctil actúa como mecanismo de retroalimentación para el desarrollo de las actividades visualmente dirigidas. Lo que hace de la percepción háptica un refuerzo de la percepción visual. Así por ejemplo, escribir o dibujar a mano alzada o con plantillas desarrolla la memoria motora y proporciona un complemento adicional a la percepción visual.

Prácticamente desde el nacimiento, el niño necesita explorar el medio de manera multisensorial (incluso mediante el gusto y el olfato) estableciendo bases de asociación entre los distintos esquemas de entradas de información para desarrollar su aprendizaje y extraer el mayor significado de las formas visuales.

Un estudio llevado a cabo por la Universidad de Grenoble (Francia) llega a la conclusión de que los niños que realizan un método multisensorial para el aprendizaje de la lectura (sobre todo visual-táctil), llegan a doblar su capacidad de reconocimiento de las letras, acelerando de esta manera el proceso lector.

Desde un punto de vista optométrico, se puede potenciar la terapia con ejercicios que integren habilidades visual-auditivo-kinestésico-táctil (VAKT). Otorgando mayor importancia a los programas de percepción visual, como cabía esperar.

Para alcanzar una buena percepción visual se requiere una discriminación visual de partida que refleje la capacidad del niño (o del adulto) para ser consciente de los rasgos distintivos de los objetos. La efectividad de los movimientos oculares va a depender de esta capacidad de discriminación visual y viceversa, cualquier disfunción de los movimientos oculares puede conducir a trastornos perceptivos.

Una vez dirigida la atención hacia los estímulos, es necesario un proceso de análisis de formas que relacione la discriminación primera con el reconocimiento y comparación para la posterior identificación. Por lo que las respuestas perceptuales se encuentran estrechamente relacionadas con la memoria visual, principalmente cuando estas respuestas son referidas al leguaje. De ahí la importancia de incluir en las terapias optométricas ejercicios de memoria visual y visualización.

Además de una correcta flexibilidad acomodativa y de vergencias, se necesita que el niño tenga suficiente destreza en esta habilidad (memoria visual) para tareas de copiado de la pizarra o de un libro cercano, donde, si el tiempo de exposición es mayor a 2 segundos se hace uso de la visualización.

Basado en la percepción visual se encuentra, por ejemplo, el programa de entrenamiento establecido por Marianne Frostig, quien dio prioridad a cinco de las habilidades visuales que considera de mayor importancia para la capacidad de aprendizaje del niño:

- **Coordinación ojo-mano**.

- **Discriminación figura-fondo.**
- **Constancia de forma.**
- **Percepción de las posiciones espaciales.**
- **Percepción de las relaciones visuo-espaciales.**

Algunas de estas habilidades han sido referidas anteriormente; **posiciones espaciales** y **relaciones visuo-espaciales** englobarían habilidades psicomotrices de consciencia corporal, lateralidad y direccionalidad en sus estadios superiores, integradas a la capacidad de visualización del espacio. (Están implicadas, junto con adelantos de los sacádicos, en errores de inversión durante la lectura). Se deben acompañar siempre de refuerzo verbal durante la terapia visual.

Se podría también incluir en programas perceptuales el cerramiento visual como una habilidad más que influye directamente en el aprendizaje.

A continuación se desarrollarán en profundidad las habilidades perceptuales sobre las que podemos actuar mediante terapia visual para la mejora de la lectura.

Coordinación ojo-mano

El desarrollo de la coordinación óculo-motora se encuentra incluido en el área psicomotriz de la coordinación general. Pero al hacer referencia a una actividad visuo-motora precisa, en la que están implicadas la percepción visual y kinestésica-táctil, se considera una habilidad del campo perceptual.

Se define como el enlace entre el campo visual, habilidades visuales y la motricidad fina de la mano (unión de conos de acción segmentarios. Es

necesario que el estadio de vivencia global del cuerpo vaya dando paso al estadio de las vivencias segmentarias).

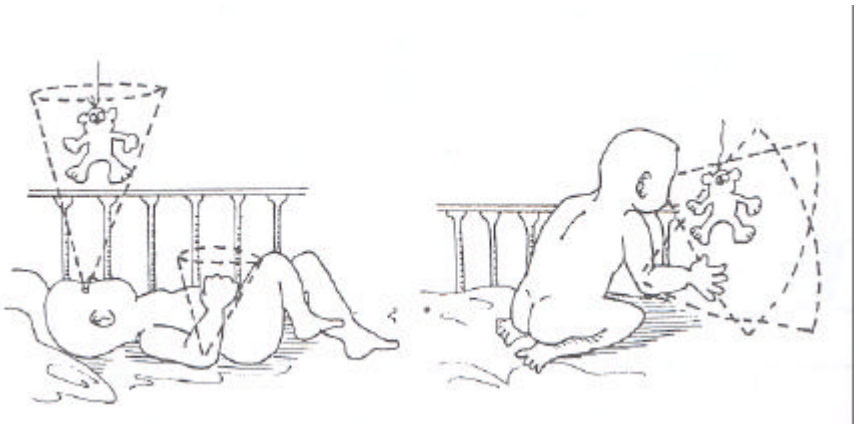


Fig.35. PRIMERA COORDINACIÓN DE CONOS SEGMENTARIOS DE MOVIMIENTOS.

(Cratty, B. J. Motricidad y psiquismo. Valladolid (España). Miñón, D.L.1979, 175 p.)

La madurez del sistema oculomotor y la coordinación de los movimientos oculares, juegan un papel primordial en el desarrollo de la coordinación ojo-mano.

El desarrollo de las relaciones visuo-motoras, según Williams, pasa por diferentes fases: parte de una exploración visual estática en las primeras semanas de vida y evoluciona desde el agarre visual (exploración activa de objetos) hasta conseguir que el sistema visual dirija las acciones manuales en torno a las 30 semanas. Pero no será hasta el 2º año cuando se alcance una conducta visual intencionada para dirigir realmente la actividad.

Estas relaciones se establecen en la siguiente secuencia:

1º. Captura visual del objeto.

Movimientos sacádicos y de seguimiento.

Fijación foveal y extracción de datos espaciales.

2º. Operaciones foveales de análisis.

Discriminación e identificación perceptiva.

Determinación del movimiento.

3º. Captura manual del objeto.

Desplazamiento de la mano en dirección al objeto con ajuste visual para asegurar el agarre.

4º. Manipulación.

Contacto kinestésico-táctil y análisis final del objeto.

La prensión final también se hará con respecto a una secuencia evolutiva que parte de la prensión palmar hasta llegar a la pinza digital.

Como se ha comentado anteriormente, no todos los niños de una misma edad se encuentran en un mismo estadio de desarrollo, incluso un mismo niño puede encontrarse en distintas fases para dos tareas diferentes. Será tarea del optometrista evaluar mediante test predictivos la edad perceptual, tanto perceptivo-motora como no motora, del niño para aplicar la terapia adecuada. El **test de Beery** de integración visuo-motora (VMI) así como el **test de Bender** (visual motor Gestalt, suele dar edades perceptuales menores), pueden ser herramientas útiles para comprobar el estadio de la habilidad motora. (Hay que contrastarlos con uno de percepción no-motora; **TVPS**).

Además del conocimiento de la fase de desarrollo del niño, los aspectos a tener en cuenta para estudiar la coordinación ojo-mano aplicada a la terapia visual, pueden ser los siguientes:

- Dominancia ocular.
- Dominancia manual.
- Manipulación de objetos.
- Copia de formas y diseños.
- Precisión de los movimientos oculares.

- Precisión de los movimientos manuales.
- Reacción dinámica a estímulos visuales.
- Etc.

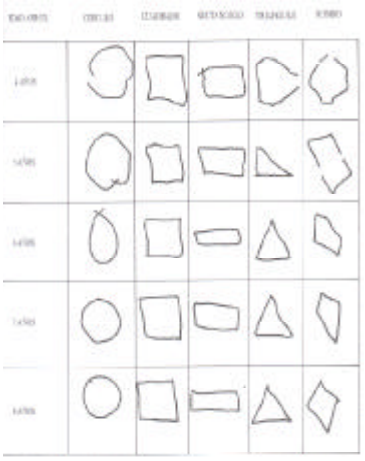


Fig. 36. COPIA DE FORMAS SEGÚN EDADES. (Cratty, B. J. Motricidad y psiquismo. Valladolid (España). Miñón, D.L.1979, 175 p.).

Autores como B.J. Cratty, recomiendan un entrenamiento de la escritura sobre soportes de barro que ofrezcan mayor estabilidad y precisión, además de frenar los movimientos de la mano para una mejor oportunidad de seguimiento visual. Durante este tratamiento, el optometrista puede observar el comportamiento del paciente en relación con la comprensión de las instrucciones dadas, la influencia de la fatiga (vergencias y acomodación sostenidas) y dificultad de la tarea, estrategias de ayuda (apoyo motor, subvocalización, esfuerzo), estilo de respuesta, control postural, manipulación del lápiz, reconocimiento de errores (biofeedback),…

El estudio de las conductas motrices finas de control visual es de gran interés en relación con su utilidad para favorecer la adquisición de las habilidades necesarias para la escritura, que afecta directamente a cualquier programa de lectura que se apoye en el rendimiento grafomotor.

Test coordinación ojo-mano y relaciones visuo-motoras

- **Test de dominancia manual:**
  - **Test de la cuchara.**
  - **Test del lápiz y el borrador.**
  - **Test de la baraja de cartas.**
  - **Test de la pelota.**
  - **Test de arrugar papeles**.
- **Test evolutivo de integración visuo-motora de Beery (VMI)**
- **Test Wold visuo-motor.**
- **Prueba de desarrollo de percepción visual (DTVP-2)**; optotipo de coordinación ojo-mano.
- **Prueba de destreza visual motora (TVMS).**
- **Test de Bender (visual motor Gestalt)** (más complejo).

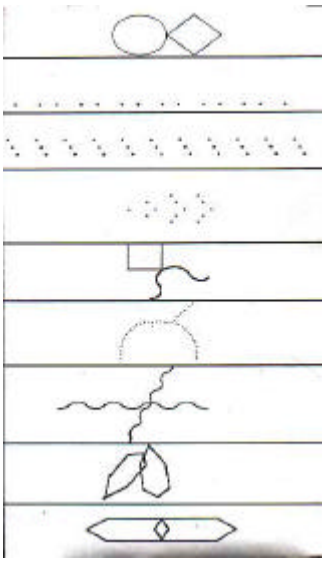


Fig.37.TEST DE BENDER

Discriminación figura-fondo

Se define como figura-fondo la operación perceptivo-visual que introduce las formas y sus implicaciones de perspectiva en el campo visual, permitiendo percibir una forma y seleccionarla de entre otras con distintos tamaños y orientaciones. No se podría distinguir una forma a menos que se observe en relación con su fondo y en contraste con éste.

Sin esta habilidad, neurológicamente, sería imposible leer.

Para las tareas de lectura se recomienda que el soporte utilizado sea blanco y el lápiz negro, obteniendo así un mayor contraste. Hasta los 4^6 y 5^6 años, el niño no es capaz de distinguir con propiedad el signo que esté dibujando del cuadrito o líneas del fondo.

Si se encuentra disminuida, el paciente presentará problemas en localizar una frase exacta en un párrafo. Además, una reducción en esta capacidad ralentiza los movimientos oculares y dificulta el control de la atención.

La **figura a fondo** se puede evaluar con el **TVPS**.

Constancia de forma

Refleja la capacidad de reconocer formas anteriores, rasgos distintivos de la figura, sea cual sea su tamaño, color y orientación.

Hay pacientes que tienen dificultades para comprender que una letra puede tener distintas tipografías pero ser la misma letra. Es importante que

los niños que aprenden a leer estén familiarizados con diferentes tipos de letras.

A = a = a

La habilidad de identificar formas geométricas con cambios de tamaño, color y en diferente dimensión, ayudará al niño a aprender a reconocer más fácilmente palabras conocidas aunque aparezcan en contextos desconocidos o en diferente tipo de imprenta.

El **TVPS** consta de láminas que evalúan esta habilidad.

Cerramiento visual

Se entiende por cerramiento visual la capacidad de reconocer las claves del estímulo visual que permiten determinar la percepción final sin tener presentes todos los detalles.

Cuando una persona tiene reducida esta habilidad suele presentar problemas a la hora de llegar a conclusiones lógicas.

Una vez más, con el test **TVPS** podemos evaluar esta habilidad.

Lectura

LECTURA

Podemos definir la lectura de una manera simplificada como la percepción y comprensión de sucesiones de signos gráficos (estímulos visuales).

Pero hay que tener en cuenta que también es tener la habilidad para evaluar lo que se lee y seleccionar lo fundamental de un texto escrito. Por lo tanto, la lectura es una actividad multidimensional en la que se manifiestan aspectos físicos y psíquicos, tales como: concentración, reflexión, coordinación motora, memoria, atención, etc. Es decir, que podría definirse como una dimensión "técnico-procesual" que tiene que ver con el desarrollo de destrezas, que requieren varios años de entrenamiento sistemático para ejecutarse de forma completa.

Por lo tanto la lectura implica dos mecanismos: uno visual (también llamado físico), que consiste en la percepción gráfica de las frases del texto escrito y otro mental (al que también se le denomina intelectual o psíquico), que incluye la interpretación y comprensión de lo que se lee.

Tanto la lectura como la escritura son procesos neurolingüísticos, lo que implica que su aprendizaje está íntimamente ligado; siendo **LA ESCRITURA** un refuerzo para el desarrollo del proceso lector; por ello es un punto importante en el estudio de los posibles problemas en la lectura. A continuación se procede a su análisis:

En principio para el niño aprender a escribir suele ser copiar, reproducir o imitar ciertas conductas manuales que dan lugar a determinados estímulos

visuales; para ello debe adquirir unas conductas motrices manuales básicas, los cuales se desarrollan a partir de la reproducción de estímulos visuales (modelos gráficos). El niño habrá aprendido a escribir cuando estos modelos hayan obtenido función discriminativa y controlen su respuesta manual.

La reproducción de estos modelos y la consiguiente comparación entre lo que él ha escrito y el propio modelo, proporciona al niño una forma de autocorrección.

Para que el niño aprenda a escribir es necesario que integre ciertas conductas como son una posición adecuada ante la mesa, una correcta prensión sobre el lápiz para controlarlo de una manera eficaz sobre el papel, etc.

Cuando el niño consiga que unos estímulos visuales neutros, modelo gráfico a copiar, se constituyan en estímulos discriminativos para ejercer una conducta manual (escritura) que tiene como consecuencia la aparición de otros estímulos visuales que serán semejantes a los primeros (letras escritas por el niño), se habrá alcanzado el aprendizaje de la escritura.

Según el modelo desarrollado por Flower y Hayes, el proceso de escritura es una actividad de resolución de problemas, el cual implica tres componentes:

- Contexto de la tarea.
- Memoria de trabajo.
- Memoria permanente.

Produciéndose los procesos de mayor importancia cognitiva en la memoria de trabajo, en la que se dan la planificación, la traducción y la revisión.

La diferencia existente entre buenos y malos escritores reside en la habilidad de procesar mejor la información, para generar, planificar y organizar bien las ideas del texto escrito.

Por lo tanto son condiciones indispensables que el niño perciba correctamente los estímulos visuales, para lo que necesita una correcta función visual binocular, junto con una destreza manual coordinada.

Retomando el significado de lectura debemos comprender que no sólo se queda en una simple interpretación de estímulos visuales, sino que podemos dividirla, en función del grado de comprensión y/o respuesta del sujeto ante esa sucesión de signos que conforman el texto, en varios tipos:

- **Lectura mecánica**: en la cual el lector se limita a identificar palabras prescindiendo del significado de las mismas, prácticamente no hay comprensión.
- **Lectura literal**: es una comprensión superficial del contenido.
- **Lectura oral**: conjunto de respuestas verbales articulatorias, emitidas selectivamente ante un conjunto de estímulos visuales constituidos por lo que llamamos letras, sílabas, palabras o textos.
- **Lectura silenciosa**: el mensaje escrito se capta sin pronunciar palabras, el lector puede extraer las ideas principales.
- **Lectura reflexiva**: hay un máximo nivel de comprensión. Se vuelve una y otra vez sobre los contenidos, tratando de interpretarlos. Es la lectura más lenta.
- **Lectura rápida**: es una lectura selectiva. Consiste en leer a saltos fijándose en lo más relevante.

En el mecanismo visual de la lectura debemos señalar que los ojos no recorren el texto de forma continua, sino dando pequeñas saltos que se denominan sacádicos. Los signos se perciben cuando el ojo realiza unas pequeñas pausa llamadas fijaciones. Aparte de los movimientos de

desplazamiento y pausa se han detectado también movimientos regresivos, siendo éstos los movimientos realizados en la lectura.

MOVIMIENTOS OCULARES DURANTE LA LECTURA

Durante la lectura los ojos dividen el texto en “paquetes” que son unidos por el cerebro en una experiencia visual espacio-temporal continua.

Los ojos realizan principalmente tres tipos de movimientos oculares durante la lectura:

- Pausas de fijación.
- Movimientos sacádicos.
- Movimientos de regresión.

Además de estos movimientos, se realizan pequeños ajustes vergenciales conforme los ojos se desplazan de una línea a otra o cuando se aleja y acerca el texto al lector y para mantener una fijación precisa actúan los movimientos de seguimiento juntamente con los sacádicos. Los movimientos inevitables de cabeza y de cuerpo deben ser compensados con los reflejos oculares vestibulares y además los sistemas acomodativos deben focalizar correctamente el punto próximo si se producen cambios de distancia del texto.

Pausas de fijación

Las fijaciones constituyen el 90% del tiempo total de la lectura. Diversos estudios han estimado que se realizan de 5 a 7 fijaciones por línea de unos 50 signos, aunque esto depende también, evidentemente, del grado

de experiencia del lector: un lector lento apenas lee una docena de signos cuando su ojo está inmóvil (espacio de reconocimiento), frente a una treintena o más de un lector rápido.

Es durante estas pausas de fijación cuando se capta realmente la información visual, siendo la fóvea la encargada de este procesamiento.

En general la duración de una fijación para un lector experto fluctúa alrededor de 250 milisegundos. Esta duración se ve afectada por la complejidad del material de lectura.

Movimientos sacádicos

Los movimientos oculares durante la lectura consisten, la mayor parte del tiempo, en pequeños sacádicos progresivos hacia la derecha (de unos 2 a 4 grados de amplitud y una duración de 250 milisegundos), los cuales van saltando de unas palabras a otras, sin detenerse la mayoría de las veces en las palabras comunes. Tienen una duración del 5 al 20% del tiempo total de la lectura.

Cuando los ojos llegan al final de una línea realizan un sacádico amplio con sentido hacia la izquierda (de aproximadamente unos 10 grados) hasta alcanzar el principio de la siguiente línea. A este movimiento deben seguirle pequeños sacádicos correctores para reajustar la posición del ojo justo al comienzo de la siguiente línea.

La retina periférica es la encargada de dirigir los movimientos sacádicos, mientras que la fóvea procesa información lingüística de alta resolución durante las fijaciones.

Durante los movimientos sacádicos de una posición a otra del texto se produce una supresión, para evitar la imagen borrosa. Además de esta

supresión ocurren otras antes y después del movimiento del ojo de unos 50 milisegundos de duración.

Movimientos de regresión

Son movimientos sacádicos hacia la izquierda o hacia atrás, está comprobado que son una parte necesaria para el proceso lector. Constituyen sobre el 5-20% de todos los movimientos durante la lectura en lectores expertos.

Los movimientos de regresión se realizan por una variedad de motivos:

- Corregir la mala lectura de palabras o frases.
- Dar una ojeada a detalles interesantes.
- Verificar significados de algunas palabras.
- Corregir errores oculomotores.

Como se puede observar las principales causas de ejecución de las regresiones incluyen procesos cognoscitivos de decodificación y comprensión del texto.

Los estudios demuestran que el número de regresiones se incrementa con la dificultad del texto.

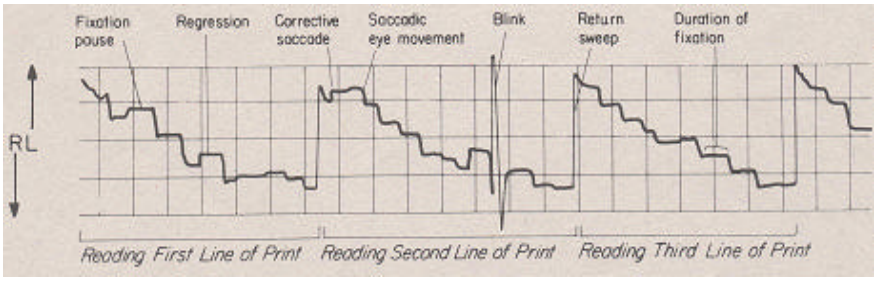


Fig.38.MOVIMIENTOS OCULARES DURANTE LA LECTURA. (Grisham, D., Simons, H. Perspectives on reading disabilities. En: Principles and practice of pediatric optometry. USA: Lippincotl company. 1990).

Aparentemente, a nivel superior de procesamiento, hay una integración de la información obtenida en las pausas de fijación durante los sacádicos.

Algunos autores han sugerido, que durante las pausas de fijación, los lectores obtienen información de la retina parafoveal y periférica, y que ésta es retenida en una especie de "almacén" visuo-temporal. Hecho que implicaría el uso de esta información visual en siguientes fijaciones para la confirmación de las próximas palabras del texto.

Por lo tanto el lector debe estar construyendo activamente la escena mientras los ojos se mueven. Esta construcción tiene una parte de información visual y otra en la que debe desarrollar lo siguiente que verá en la próxima fijación. Este campo de integración de la información durante los sacádicos no está muy estudiado.

VÍAS NEUROLÓGICAS EN EL PROCESO LECTOR

La lectura se encuentra muy relacionada, a nivel cerebral, con áreas visuales y orales.

Existen dos sistemas, magnocelular (relacionado con el movimiento y el tiempo) y parvocelular (asociado a los colores, los detalles y los grandes contrastes), los cuales actúan de forma independiente aunque sincronizada sobre el proceso lector para que se realice eficientemente.

Los movimientos oculares que se van a ejecutar son orientados por el sistema magnocelular, y una vez realizado el movimiento los impulsos del parvocelular informan al cerebro de los detalles de lo que se está viendo. Las

fibras asociativas conectan esta vía aferente con las áreas corticales motoras, auditivas, del habla, olfativas y del tacto.

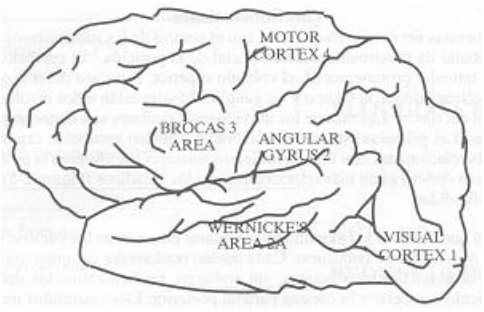


Fig.39.AREAS DE LA CORTEZA INVOLUCRADAS EN EL PROCESO LECTOR. (Maples, W.C. Prueba Oculomotora NSUCO, Madrid (España): Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas.1996).

El área de Wernicke y el área del girus angular, son las áreas encargadas de recordar el lenguaje. El área de girus angular es el área de la memoria donde se ejecuta la memoria visual de las palabras.

El proceso de verbalización de las imágenes visuales se produce en el área de Broca. Para que se de la lectura oral, se deben producir las siguientes fases: mediante las vías ópticas la imagen retiniana llega a la corteza visual, desde aquí viaja hasta las áreas de asociación visual donde la circunvolución angular procesa la información. Si la palabra es reconocida pasa al área del lenguaje de Broca y al área motora que controla el aparato fonador; mientras que si es necesario analizar la palabra los impulsos se dirigen al área de Wernicke, volviendo después a la circunvolución angular para acabar en las áreas del lenguaje.

Como consecuencia de esta integración sensorial, se envían impulsos motores a los núcleos III, IV y VI (localizados en el cerebro medio y posterior), transfiriendo la respuesta motora a los músculos extraoculares.

El control cerebral de los movimientos oculares sacádicos, no se encuentra localizado concretamente en ningún área. Las informaciones visuales van desde la corteza visual primaria hasta las áreas de la corteza parietal. Estas zonas se encargan de la atención, función principal en la visión y orientación espacial y además regula la fijación. A continuación la información es enviada al lóbulo frontal, donde se producen los procesos mentales y se organiza la acción; aquí es donde tiene lugar el control voluntario de la mirada. Bajo la corteza cerebral (en el encéfalo) se encuentran las vías del reflejo optomotor.

DESARROLLO EN EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA

El desarrollo de la decodificación lectora en el niño se inicia a la edad de seis años, siendo ésta una de las etapas más importantes de su aprendizaje, por lo que se debe dar especial importancia a que evolucione sin ningún tipo de interferencia.

Analizando los factores que pueden predecir el éxito en la lectura, y por tanto su correcto aprendizaje, se pueden citar:

- Habilidad para el razonamiento lógico:

Varios estudios demuestran que los niños con más destrezas en la realización de tareas de clasificación, sucesión y conservación (Piaget) aprenden a leer mejor que los niños con menos destrezas en estos ámbitos.

El aprendizaje de la lectura se ve beneficiado en los primeros cursos cuando el niño cuenta con la posibilidad de realizar:

- Un entrenamiento para captar perceptivamente las características de los objetos.
- Una clasificación de los objetos en términos de dimensiones múltiples.
- Una ordenación de los objetos siguiendo un criterio concreto y secuencial.

Según la teoría de Piaget, los niños que aprenden a leer bien, proceden de ambientes enriquecidos o tienden a ser generalmente más activos que sus compañeros, o ambas cosas a la vez.

- Conocimiento de las letras:

Numerosos estudios (entre los que destacan los de Call y los de Band y Dykstra) han demostrado que el conocimiento del niño de los nombres de las letras, es un elemento importante en la predicción del éxito del aprendizaje de la lectura. Tanto es así, que dicho conocimiento es mejor predictor incluso que las medidas de inteligencia.

Los niños, con la edad, se sirven menos del contexto y descifran las palabras rápida y automáticamente.

- Conciencia fonológica:

Es la habilidad para atribuir a cada letra (estímulo visual) una verbalización determinada y unívoca: fonema.

Esta conciencia fonológica se adquiere de manera lenta y progresiva; los niños que tienen problemas de lectura tienen una particular dificultad con esta habilidad.

• Conciencia sintáctica:

Es la habilidad para juzgar el grado de aceptación gramatical que presentan las frases de un texto; es decir, si un niño es capaz de advertir la diferencia entre una construcción aceptable y la que no lo es.

Por lo tanto será también un buen predictor de la comprensión lectora.

Cuando los estímulos visuales (elementos gráficos) han alcanzado en el niño un poder de control tal que ejerzan una respuesta verbal o cognoscitiva, estos estímulos habrán dejado de ser neutros y pasarán a ser discriminativos, en este momento se habrá producido el aprendizaje de la lectura.

REQUISITOS BÁSICOS EN EL APRENDIZAJE DE LA LECTURA.

Cuando el niño comienza en el importante proceso del aprendizaje lector es fundamental que tenga desarrolladas e integradas ciertas habilidades visuales, perceptivas y motoras, que faciliten una rápida asimilación de toda la información lectora.

Teniendo en cuenta la complejidad de este proceso, es necesario que se produzcan conjuntamente las siguientes habilidades:

- Un preciso control oculomotor.
- Percepción de forma y discriminación visual.
- Desarrollo de habilidades relacionadas con la orientación direccional.
- Memoria visual activa.
- Habilidad para integrar estímulos auditivos y visuales.

- Coordinación ojo-mano para el refuerzo de la lectura mediante la escritura.
- Motivación positiva.
- Atención adecuada a la situación de aprendizaje.
- Vocabulario adecuado.
- Sistema binocular eficaz.
- Conocimiento de las letras.
- Conciencia fonológica.
- Conciencia sintáctica.
- Habilidad de razonamiento lógico.

Independientemente del aprendizaje lector existen otras actividades escolares en las cuales se necesita cierto perfeccionamiento de las capacidades visuales del niño, como por ejemplo seguir objetos en movimiento, cambios del ángulo de convergencia, etc. Además deberá ser sensible a pequeños cambios de contraste, movimientos de pequeña amplitud, colores, detalles finos y ser capaz de representar en su mente las diferentes dimensiones y orientaciones espaciales. Por todo esto es por lo que es tan necesario el completo desarrollo de la etapa previa al aprendizaje (etapa psicomotora).

COMPRENSIÓN LECTORA Y ATENCIÓN

Es necesario centrar la atención sobre el texto Para una buena comprensión lectora.

Comprensión

Cuando los niños han adquirido un buen dominio de las habilidades básicas para leer (a la edad de 7 u 8 años aproximadamente), es el momento de afianzar el otro gran componente de la lectura: la comprensión; leer para aprender.

Modelos de comprensión lectora.

Existen diversos estudios realizados sobre comprensión donde destacamos:

· **Modelo de Gough** (1972):

En investigaciones realizadas sobre la lectura se han estudiado los movimientos oculares que realizan los lectores cuando se mueven por la página de un texto impreso. Estos movimientos resultan muy importantes para almacenar la señal visual en la memoria icónica como paso previo a la identificación de las letras. Dichos movimientos están formados por fijaciones y sacádicos; y cada fijación se ve limitada por un campo visual que abarca sólo unas letras.

Gough utiliza los resultados de la investigación sobre movimientos oculares como punto de partida para formular la primera etapa de su modelo.

Según este modelo, los lectores cuando leen se mueven por las frases "letra por letra, palabra por palabra". El proceso de lectura comienza con una fijación en la primera parte del texto. El autor nos dice que cada fijación abarca aproximadamente entre 15 y 20 letras que se retienen como una imagen. A continuación comienzan los procesos de análisis del patrón de

cada letra, con un movimiento de izquierda a derecha, una vez que la información se encuentra almacenada en la memoria icónica. Gough estimó que el tiempo aproximado para identificar cada letra estaba entre 10 y 20 milisegundos, que el almacenamiento duraba unos 0.25 segundos y que el lector realizaba unas 3 fijaciones por segundo; con lo que llegaba a la conclusión de que la tasa media de lectura era de unas 300 palabras por minuto.

Una vez almacenadas estas señales del texto, llega la parte de identificación de las palabras; la cual consiste en comparar una determinada cadena de códigos fonéticos con las entradas léxicas del léxico mental. Según se van decodificando las palabras se mantienen en la memoria de trabajo y ahí es donde se obtiene el significado de las palabras en cada frase y su consecuente comprensión.

- **Modelo de Goodman** (1967-1970):

A diferencia del modelo de Gough, este modelo no posee una secuencia de etapas fija; describe cuatro tipos de procesos que ocurren simultáneamente e interactivamente. Un proceso óptico (a través de la vista se capta el texto), perceptivo (el cual se encarga de identificar las letras y las palabras), sintáctico (que identifica la estructura del texto), y semántico (que construye el significado del texto).

Su principal objetivo es dar especial importancia a la construcción del sentido del texto, al tiempo que se observan las letras y se reconocen las palabras. Para Goodman la parte básica de la lectura consiste en obtener el significado del texto a partir de toda la información del contexto. En un principio se extrae la información visual del texto y a continuación se compara con las hipótesis que tenga el lector acerca del significado.

- **Modelo de Just y Carpenter** (1987):

El objetivo de dichos autores es construir un modelo de lectura que dé cuenta de la actividad ocular y en concreto de la variabilidad en la duración de las pausas que mantenían los ojos sobre las palabras. Dicho modelo consta de cuatro procesadores; un sistema de extracción de las señales visuales, el acceso al léxico, el procesador sintáctico y el procesador semántico. Todos estos procesadores tienen acceso a la memoria de trabajo, donde se encuentran las informaciones y conocimientos provenientes de la actividad de cada uno, disponibles para el lector.

Tras un estudio con niños vieron que la comprensión se inicia con la primera fijación ocular sobre el texto, la cual permite que los estímulos visuales se almacenen en la memoria icónica. A diferencia del modelo de Gough, que defendía el almacenamiento de un número fijo de letras por fijación, Just y Carpenter sugieren que la cantidad de entrada depende de ciertas diferencias individuales; como son:

- La habilidad para leer.
- El conocimiento del tema sobre el que trata la lectura.
- El propósito del lector.

La permanencia de la fijación ocular sobre las palabras concluye cuando se les atribuye significación. Así pues, la asignación del significado de cada palabra no sólo depende de la identificación de sus rasgos físicos y del reconocimiento de su forma ortográfica sino también del significado que le atribuye el lector a medida que lee el texto.

- **Modelo de procesamiento del discurso de Kintsch y Van Dijk**. **(1988)**:

Este modelo ha proporcionado una herramienta importante a los investigadores para comprender cómo se pueden crear las representaciones mentales sobre el significado del texto. La característica principal de dicho

modelo es la representación global del texto mediante múltiples huellas de memoria, que van dejando las sucesivas frases conectadas con las estructuras del conocimiento previo del sujeto.

Según lo visto en el desarrollo de estos modelos, la memoria (más concretamente la memoria visual) juega un papel muy importante dentro de la habilidad comprensiva, por lo que vemos necesario desarrollar su estructura para así entender mejor la relación existente entre las dos.

La memoria

Está estrechamente relacionada con las respuestas perceptuales referidas al aprendizaje y al lenguaje. Si esta habilidad se encuentra disminuida producirá un descenso en la eficiencia de las actividades relacionadas con la lecto-escritura.

La memoria encuentra estructurada en:

- Memoria sensorial:

Su función es registrar la información, interpretarla y retenerla durante un corto período de tiempo cuando ésta ha desaparecido. Información que llega hasta los sistemas perceptivos (los cuales se localizan en nuestro cerebro) a través de los detectores sensoriales (que se encuentran en nuestros ojos, oídos, nariz, lengua y piel).

Las modalidades más comunes de la memoria sensorial son la visual y la auditiva, que se denominan respectivamente memoria icónica y ecoica. El sistema visual retiene (o repite) patrones visuales durante aproximadamente un segundo, y el auditivo retiene patrones similares a los sonidos durante dos o tres segundos.

Su principal utilidad es que retiene la estimulación sensorial el tiempo suficiente para que la mente la pueda interpretar. Se podría definir entonces memoria icónica como la persistencia de un estímulo visual más allá de su presencia física. Dicho en otras palabras, tener una buena memoria icónica es obtener la mayor cantidad de información visual en el menor espacio de tiempo posible para así obtener un máximo rendimiento. Esta capacidad es esencial para la comprensión lectora.

Cuando se tiene la habilidad de la memoria visual secuencial baja, se producirán problemas en el orden de las letras y al deletrear palabras, es decir, ponen todas las letras pero cometen el error al ordenarlas.

- Memoria a corto plazo (MCP):

También denominada memoria de trabajo o primaria. A diferencia de la anterior, la información se retiene de forma más duradera; aunque su capacidad es limitada, ya que sólo es capaz de retener siete ítems (elementos) en una sola presentación.

Se considera como una memoria de transición; sirve para trasladar la información de la memoria sensorial a la memoria a largo plazo (aunque no toda la información que llega a la MCP va a parar a la MLP).

La MCP requiere una atención continuada y su trazo llega hasta los 30 segundos, después de los cuales se comienza a deteriorar.

- Memoria a largo plazo (MLP):

También se le denomina memoria permanente o secundaria. Este tipo de memoria no tiene límites conocidos y es el lugar donde se almacenan de forma permanente los elementos de información. Su duración puede variar desde minutos a años.

Los principales procesos relacionados con el paso a la MLP son:

- Codificación: proceso por el cual se forma una representación mental de algo de lo que se tiene experiencia.
- Repetición: volver a experimentar alguna estimulación varias veces. El sistema de repetición de información espacial o visual se denomina “plataforma visuo-espacial”.
- Elaboración: ampliar una experiencia inicial con detalles adicionales.

La información almacenada en la MLP se puede obtener mediante:

- Recuerdo: recuperamos una información asociándola con elementos del ambiente que se conectan con ella.
- Reconocimiento: es el proceso implicado cuando se ve algo y se tiene la sensación de haberlo experimentado anteriormente.
- Reconstrucción interferencial: recuperamos sólo una parte de una información más compleja, debido a la falta de elementos externos que conecten con ella.

En esta breve descripción de modelos de comprensión lectora centran nuestro pensamiento en los principales procesos que están presentes en la interpretación de textos y en el aprendizaje de la lectura.

Se puede observar que la comprensión lectora se fundamenta en procesos automáticos o casi automáticos como la percepción de las letras, el reconocimiento de las palabras, y la comprensión de las frases; pero a la vez nos muestran la importancia que tiene el conocimiento del lector y las estrategias que utilizan los lectores cuando leen.

Estos modelos ayudan a saber que cada lector construye sus propias representaciones del significado y lo hacen a partir de lo que saben y los diversos textos con los que se encuentran. En general cuanto mayor sea la

percepción y entrenamiento visual y la práctica y refuerzo en estrategias de comprensión mejor será la comprensión lectora.

Atención

La atención es el mecanismo implicado directamente en la recepción activa de la información; para que dichos mecanismos se pongan en marcha y puedan ser regulados por el sujeto, es necesario utilizar determinados procedimientos, denominados procesos estratégicos atencionales. Estos procedimientos tienen mucha importancia a la hora del aprendizaje y se puso de manifiesto cuando se comprobó que se podían modificar y mejorar a través de la práctica.

La atención está muy relacionada tanto con procesos cognitivos como efectivo-motivacionales. Es importante tener esto en cuenta, pues la atención actúa como un mecanismo de conexión que articula dichos procesos, los cuales determinan qué estímulos van a ser analizados y cuáles no. Por lo tanto cualquier fallo en el proceso de obtención de esta información visual (disfunciones oculomotoras y perceptivas) repercutirá directamente en el grado de atención.

Existen dos tipos de atención, uno interviene en procesos visuales y perceptivos (atención selectiva) y el otro en procesos de activación y control neuronal (atención sostenida) fuera de nuestro campo.

En la atención selectiva influyen una serie de habilidades como son:

- Las habilidades visuales para el control de la información: motilidad ocular, acomodación.
- Las habilidades visuales para el reconocimiento de la información: la fijación, control binocular, la foria.
- La formación de la imagen.

Muchas de las funciones visuales están implicadas en mantener una sostenida y selectiva atención visual. Cuando dichas funciones no trabajan correctamente se producen trastornos de la atención que facilitan la distractibilidad del niño entorpeciéndose el aprendizaje.

Ya desde el nacimiento existen comportamientos reflejo-oculomotores los cuales sirven de refuerzo a la atención multisensorial: los reflejos vestibulares permiten que se pueda mantener la fijación en independencia de los movimientos corporales y los reflejos óculo-auditivos centran el espacio visual y auditivo en el mismo punto de interés.

Una vez completado el desarrollo, los niños pueden llegar a inhibir estímulos reflejo-oculomotores prestando más atención a la tarea que estén desarrollando y por tanto obtener mejores resultados.

La habilidad de ir controlando los movimientos visuales va madurando lentamente durante el desarrollo. De manera que el niño mira automáticamente los objetos llamativos que entren en su campo visual, a continuación debe controlar sus movimientos oculares de manera que sus ojos se dirijan hacia aquellos objetos culturalmente importantes y no hacia aquellos que son brillantes, ruidosos o con movimiento. Cuando se producen retrasos en dichos movimientos el niño no es capaz de superar estos mecanismos reflejos primitivos y su atención es captada por estímulos llamativos, de manera que el niño muestra dificultades de atención y distractibilidad, dependientes del mal funcionamiento de su sistema visual que puede interferir inadecuadamente sobre su aprendizaje.

Si mejoramos el control oculomotor, mediante terapia visual, conseguimos aumentar la capacidad de atención y concentración de los niños.

Una de las características que influyen en el aumento de la atención una vez comenzada la tarea, es la disminución de la amplitud de los microsacádicos, los cuales deterioran la discriminación periférica, aumentando la concentración.

Según diversos autores para que el tratamiento visual de un niño con déficit atencional, hay que considerar los siguientes aspectos:

- Realizar actividades altamente motivantes.
- Entregar la información activando los tres canales sensoriales como son la visión, audición y kinestésico.
- Adecuar los niveles de exigencia a las capacidades del niño.
- Partir reconociendo las fortalezas del niño indicando siempre el grado de complejidad.
- Demarcación de límites realistas.
- Plan de cuidado y rehabilitación para el niño considerando los siguientes aspectos:
  - Personalizado.
  - Afectuoso.
  - Ajuste de exigencia a las capacidades personales.
  - Motivante.
  - Uso de técnicas combinadas.
  - Estimular.
  - Tareas graduadas.
  - Creativo.
  - De lo simple a lo complejo.

Existen tests para la evaluación de la atención y comprensión lectora pero éstos pertenecen más al campo de la psicología y pedagogía. Los optometristas nos centraremos más en la habilidad de **memoria visual**, que evaluamos mediante los siguientes **tests**:

- **Test de Gardner de habilidades visuo-perceptuales (TVPS).**
- **Test de Digit de atención visuo-auditivas.**
- **Test de memoria visual de Monroe III. (Gessell)**
- **VADS.**
- **Test de memoria visual de Getman**.

VELOCIDAD LECTORA

La velocidad lectora es un índice muy importante para medir la eficacia lectora de un sujeto, y se define como el número de palabras leídas por minuto.

Evidentemente la velocidad lectora estará afectada por todos los movimientos oculares que se realizan durante la lectura, pero se ve condicionada especialmente por los siguientes componentes:

- **Duración de las fijaciones:**

Según muestran los estudios la duración de una fijación para un lector adulto experimentado fluctúa alrededor de 250 milisegundos; esta duración se ve afectada según la complejidad del material: en la lectura de un material simple permanece prácticamente constante, mientras que en un texto más complejo puede ser mucho más variable. Esto se debe a que en ese tiempo se incluye el de percepción y algún nivel de comprensión.

En lectores con rendimiento lector bajo se ha comprobado que hacen más número de fijaciones y de mayor duración que los buenos lectores; también se ha demostrado que su modelo de movimientos oculares no varía con la dificultad del texto.

Hay varias hipótesis acerca de los procesos que controlan la duración de las fijaciones:

Una de ellas dice que los movimientos sacádicos son tan rápidos y las duraciones de las fijaciones tan cortas, debido a que el procesamiento semántico del texto debe quedarse un poco retrasado después del enorme gasto perceptual que se ha realizado.

Otra hipótesis atribuye las duraciones de las fijaciones al procesamiento cognoscitivo que se realiza durante cada fijación específica; según esto las palabras más difíciles deberían inducir fijaciones más largas, así mismo las investigaciones demuestran que las duraciones son más largas en palabras desconocidas que en las conocidas. Rayner y otros han realizado estudios que apoyan esta hipótesis, ya que demuestran que el contenido cognoscitivo de una palabra afecta a la duración de la fijación.

- **Espacio de reconocimiento o campo visual:**

Se define el espacio de reconocimiento como el área en donde en cada fijación se procesa el grupo de palabras que contiene (información visual).

Esta región se extiende 3 ó 4 letras hacia la izquierda desde la posición de fijación hasta 15 letras hacia la derecha.

Dentro del campo visual son utilizados distintos tipos de información: la información usada para la identificación de letras y palabras es obtenida por una pequeña región, que determina lo siguiente que tenemos que mirar. La información espacial recogida fuera de las siguientes 14 ó 15 letras es usada para fijaciones subsiguientes, mientras que la información que realmente puede ser procesada se realiza a 8 caracteres de la posición de

fijación, fuera de esta área los lectores están procesando sólo la forma de la palabra e información sobre su longitud.

El buen lector es el que tiene mayor espacio de reconocimiento, ya que así captará en cada fijación unidades más grandes y no se detiene en letras, sílabas o palabras carentes de sentido; podemos decir que la lectura rápida se realiza por unidades de pensamiento por lo que el lector tendrá mucha más información en el menor tiempo posible.

También es más provechoso, en cuanto al mecanismo mental, leer frases cuando tienen sentido completo, que leer elementos menores y aislados (palabras, sílabas,…) cuya comprensión resulta más difícil porque carecen de sentido.

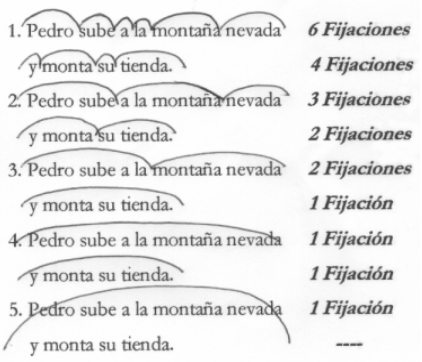


Fig. 40. Nº FIJACIONES QUE SE PUEDEN HACER EN UNA FRASE. (Gutiérrez, L. Curso para autodidactas de Centrotecnes)

Por lo tanto podemos sacar como conclusión que el mecanismo visual y mental están íntimamente relacionados, a mayor percepción visual mayor comprensión.

Cuando se lee sílaba por sílaba o palabra por palabra, hecho que ocurre en los niños que están aprendiendo a leer o en sujetos con problemas lectores, se tiene una menor comprensión ya que queda desconcertado porque estos elementos no tienen significado propio; mientras que un lector

rápido tiene una creciente significación, debido a que las palabras que anteceden o siguen aclaran el sentido de la oración o del párrafo.

Al lector lento le resulta difícil comprender el mensaje total porque divide la oración y, por tanto, su pensamiento en sus palabras y/o sílabas componentes; es decir, piensa el significado de cada una de ellas por separado dejando escapar el significado integral de la frase o párrafo.

Nuestros ojos son capaces de captar frases enteras en una sola fijación y de enviar al cerebro la idea completa, por lo tanto el objetivo de la lectura rápida es captar mayor número de palabras en cada espacio de reconocimiento.

A continuación exponemos un cuadro comparativo que refleja las diferencias más importantes entre la lectura rápida y lenta:

LECTURA LENTA	LECTURA RÁPIDA
- Desperdicia tiempo.	- Permite leer mucha información en el menor tiempo posible.
- Se olvidan las ideas de los párrafos iniciales por leer por palabras o sílabas.	- Permite encontrar con prontitud la idea principal porque la lectura se realiza por unidades de pensamiento.
- El lector otorga significado independiente a cada palabra o sílaba que forma parte de la oración.	- El lector otorga significado integral a toda la oración o párrafo permitiendo una mejor comprensión e interpretación de lo leído.

- **Número de regresiones:**

Las regresiones son unos movimientos sacádicos hacia la izquierda o hacia atrás y constituyen, en los lectores expertos, sobre el 5-20% de todos los movimientos que ocurren durante la lectura.

La mayoría de los movimientos de regresión se ejecutan por procesos cognoscitivos de decodificación y comprensión del texto, aunque también le influyen otros motivos:

- Corregir la mala lectura de palabras/frases.
- Dar una ojeada a detalles interesantes.
- Verificar significados de palabras.
- Corregir errores oculomotores.

El número de regresiones se incrementa con la dificultad del texto; aunque los lectores de bajo rendimiento no varían sus movimientos oculares con la complejidad. El número de regresiones en estos sujetos es mayor que en los lectores avanzados.

La media de velocidad lectora en adultos experimentados es de 200 a 400 palabras por minuto; se considera una lectura muy rápida, incluso con textos sencillos, una velocidad de 500 ppm.

Los programas de lectura rápida, según demuestran los estudios de Tinker, enseñan a los lectores a examinar rápidamente el texto y no a leer interpretando el sentido de cada palabra.

Otras investigaciones de Taylor demuestran que las duraciones de las pausas de fijación son normales en lectores de velocidad rápida, pero debido a su mayor espacio de reconocimiento necesitan un menor número de sacádicos, llegando a realizar una lectura vertical.

Para la evaluación tanto de la atención como de la comprensión y velocidad lectora, existen baterías de test que analizan el nivel de estas habilidades; aunque estos tests son utilizados por los psicólogos y pedagogos, y no en el ámbito de la optometría.

DEFICIENCIAS EN LA LECTO-ESCRITURA

Malos hábitos en la lectura

Son hábitos erróneos que dificultan la velocidad y la comprensión de la lectura:

- Movimientos asociados de cabeza, seguir la lectura con el dedo, con un lápiz,… (hábitos que disminuyen la velocidad oculomotora).
- Vocalización y subvocalización: significa leer en voz alta o gesticular la pronunciación. Este vicio frena también la velocidad del ojo, y además crea confusión al cerebro ya que recibe la misma información por dos vías pero con diferente velocidad: la visual y la auditiva. Este desfase obliga al cerebro a un doble procesamiento, e incluso aumenta la posibilidad de errores en la interpretación.
- Regresiones: consisten en volver al principio del texto antes de haber terminado la lectura, puede ser a nivel de párrafo o de texto. El lector realiza este tipo de movimientos porque cree no haber comprendido el texto o no saber por dónde va.
- Vocabulario deficiente: si el vocabulario es escaso omitiremos palabras y expresiones que harán que nuestra lectura sea lenta.

Errores en la lecto-escritura

Para poder decir que un niño tiene problemas de lectoescritura deben presentarse algunos de los siguientes errores:

- Rotación: confusión de letras con formas similares, tanto al leerlas como al escribirlas (por ejemplo, “b” - “d” - “p” -“q”).
- Inversiones: modificación de la secuencia correcta de las sílabas reflejada al leer y/o escribir (por ejemplo, “la” - “al”). Es normal que se produzcan este tipo de errores hasta primer curso de primaria, deben ser poco frecuentes en el segundo curso y cesar en el tercero.
- Confusiones: cambiar una letra por otra, gráfica o fonéticamente, por su similitud en pronunciación (por ejemplo, “b” - “p” - “t” - “d”).
- Omisiones en lectura y escritura: supresión de una o varias letras en la palabra (por ejemplo, “soldado” - “sodado”). Ausencia de fonemas (“va” en lugar de “van”), de sílabas (“panaría” - “panadería”), y en línea (salto de renglón).
- Agregados o adiciones: añadir fonemas, letras, sílabas o palabras inexistentes, leyendo y/o escribiendo (por ejemplo, “estos” en lugar de “esto”).
- Contaminaciones: cuando una sílaba o palabra escrita o leída fuerza a otra y se confunde con ésta, resultando una mezcla de ambas (“pájaro rojo” = “pajajo”).
- Sustituciones: al leer y/o escribir se cambian fonemas (“las” por “los”), sílabas (“es” por “de”), y palabras (“acabado” por “atado”).
- Disociaciones: fragmentar una palabra de forma incorrecta cuando se lee y/o escribe.
- Repeticiones: leer o escribir repetidamente una o más sílabas al comienzo de palabra o palabras completas.

MOTILIDAD	ACOMODACIÓN	INTEGRACIÓN BINOCULAR	HABILIDADES PERCEPTUALES
- Salta palabras o frases. - Regresiones. - Usa el dedo para guiarse. - Movimientos asociados de cabeza. - Sensación de movimientos de líneas.	- Poca capacidad para recordar lo que lee. - Velocidad lenta al copiar de la pizarra. - Cansancio tras concentración visual sostenida. - Borrosidad. - Baja compresión. - REVIP corto. - Síntomas astenópicos. - Diplopia ocasional.	- Salta palabras o frases. - Movimientos asociados de cabeza. - Cansancio tras la tarea mantenida. - Borrosidad. - Descansa la cabeza en el brazo cuando lee o escribe. - Sensación de que tuerce un ojo. - Dificultad con la estimación de distancias. - Diplopia ocasional.	- Confunde dcha. e izda. Invierte letras o palabras. - Movimientos asociados de cabeza (no definido el concepto de línea media. - Confunde palabras similares. - No reconoce la misma palabra en otra frase. - Control postural malo.

DIFERENCIAS ENTRE LECTORES EXPERTOS Y LECTORES DE BAJO RENDIMIENTO

A continuación destacamos las principales características de dichos lectores:

Lectores expertos:

- En su léxico mental tienen bien establecidas las conexiones entre las palabras escritas y sus significados.

- Conectan más fácilmente los fonemas de su lenguaje oral con las palabras y sílabas de los textos (integración visuo-auditivo).
- Se crean modelos mentales sobre lo que leen y luego los utilizan para formarse expectativas sobre la lectura.
- Controlan y adaptan correctamente sus estrategias de comprensión.
- Tienen un mayor espacio de reconocimiento, pueden llegar a una treintena de signos en cada fijación.
- Hacen menos cantidad de fijaciones y menos regresiones, por lo que aumenta su velocidad lectora y capacidad de concentración.
- Tienen una media de fijaciones más cortas y sacádicos más largos.
- Conforme aumenta la complejidad del texto, tienen una gran variabilidad en las duraciones de las pausas de fijación.
- Según aumenta el tiempo de lectura, la disminución de la amplitud de los microsacádicos, hace que se disminuya la discriminación periférica, aumentando la concentración.

Lectores inexpertos:

- No tienen seguridad de dónde están los rasgos distintivos de las letras (menor discriminación y constancia de forma).
- Poseen menos control cognoscitivo sobre sus movimientos oculares, y por tanto no usan su visión periférica como guía oculomotora para predecir el texto.
- Hacen más número de fijaciones y regresiones; la duración de sus fijaciones es mayor, afectando a la velocidad lectora.
- No modifican sus modelos de movimientos oculares con la complejidad del texto.

Para que los lectores inexpertos mejoren su rendimiento y comprensión lectora, los pacientes pueden someterse a un tratamiento de terapia visual. La efectividad de estos tratamientos queda demostrada por ejemplo, con

estudios como los realizados por Vallejo Salinas en el que se realizaba una comparación en las habilidades lectoras antes y después del tratamiento de terapia visual.

Dentro del examen optométrico completo se incluía también el test DEM y el test de análisis de lectoescritura (TALE).

Durante cada sesión de entrenamiento visual se trabajaba oculomotricidad, acomodación, binocularidad, memoria visual, atención y concentración.

La conclusión de este estudio fue la demostración estadística de que la terapia visual realizada mejoró la velocidad y la comprensión lectora de un alto porcentaje de pacientes, en independencia de su edad.

La velocidad lectora en el test DEM (sobre todo la horizontal) obtuvo una gran mejoría, ya que este tipo de lectura es la más afectada por los problemas oculomotores y binoculares. También tuvo un gran incremento la velocidad lectora oral del test TALE.

Además se observó una mejor comprensión lectora, medida con el test TALE.

Otro estudio que muestra la eficacia de la terapia visual en los problemas lectores es el realizado por Heath et al. el cual compara los resultados obtenidos entre dos grupos de niños de segundo y tercer grado; a uno de ellos se le realizó un programa de terapia oculomotora con retroalimentación perceptiva, y al otro no, obteniendo mejores puntuaciones en los test de lectura el grupo al que se le realizó entrenamiento visual.

Se puede concluir tras estos estudios que la terapia visual mejora el rendimiento lector incrementando la velocidad y la comprensión lectora. Con lo cual los optometristas pueden ayudar, con dichos tratamientos, a prevenir y mejorar los problemas de bajo rendimiento lector, en los que intervienen problemas visuales que en un futuro puedan ocasionar un fracaso escolar. Asimismo en adultos que necesiten recuperar e incrementar sus capacidades lectoras, conseguirán una mejoría a través de esta terapia.

A continuación se citan ejercicios para el entrenamiento de las habilidades visuales implicadas en las disfunciones lectoras, para que sean incluidos en un programa de terapia visual individualizado y seguidos exhaustivamente por parte del optometrista.

Tratamiento

Por todo lo estudiado anteriormente se propone un programa de terapia visual especialmente enfocado para el tratamiento de estas disfunciones.

Como toda terapia visual tendrá en cuenta las habilidades de las que parte cada paciente y los objetivos que, siendo realistas, desee alcanzar, siguiendo un orden cronológico y evolutivo tanto en las fases que debe tratar como en la dificultad de los ejercicios.

La secuencia propuesta incluirá ejercicios oculomotores, acomodativos, vergenciales, fusionales, evolutivos y perceptivos, centrándose más en los aspectos desarrollados en el trabajo.

EJERCICIOS DE MOTILIDAD OCULAR

Sacádicos

- Cartas de Hart Sacádicas.
- Mirando a dos lápices o punteros separados.
- Cartas ARB.
- 4 puntos de colores.
- Acuvision.
- Contar letras de una hoja
- MIT (hay un máscara que es ver la hélice en los agujeros)
- Fijaciones sacádicas en carta de Hart.
- Saltos con prismas sueltos.

Seguimientos

- Pelota de Marsden.
- Juego de trazos y círculos.
- Guerra de linternas.
- Rotaciones con bandeja.
- Rotaciones mono/binoculares con el cordón de Broca.
- Motilidad forzosa.
- Varilla de Wolf/Cuchara.
- Lápiz.
- Rotaciones con ojos cerrados.
- Lápiz con muñeco.
- MIT (hay un máscara que es un laberinto).

EJERCICIOS DE PSICOMOTRICIDAD

Imagen corporal

- "Simón dice…"
- Imitar: juego del espejo.
- "A trozos"; recomponer la figura humana a partir de recortes.
- Juegos de expresión corporal, expresión facial; tristeza, alegría,…
- Reconocer las partes del cuerpo que actúan en diferentes movimientos.
- "Me miro y muevo lo que miro"
- Dimensión propia; Laberintos. Goma elástica con varios cruces: atravesarla sin tocar.
- Mapa mental.

- Correspondencia de 3D a plano con figura dibujada en la pizarra.
- Los ángeles en la nieve.
- Sufflé de Randot. “Hacer y decir”.
- Pescadito o nadar en el sitio.

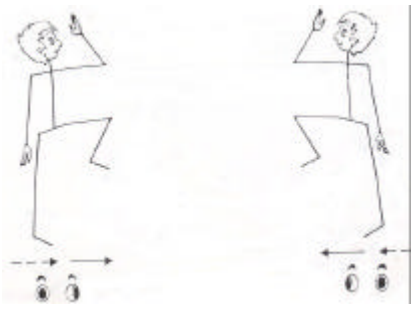


Fig.41. PESCADITO. INSTITUT DE VISIOLOGIE DE FRANCE. La visión y el niño. 2ª ed. Madrid (España): Sociedad Española de Optometría, 1986

- Reptar por una colchoneta.(La serpiente)
- Gatear por un túnel real o imaginario. (El perrito, el gato)
- Levantar dedos.
- Tambor con los dedos.
- Motilidad forzada: mover sus ojos en independencia de su cabeza. (Los movimientos de cabeza asociados se comienzan a inhibir a partir de los 4 ó 5 años).

Equilibrio

- Balancear un pie delante-detrás.
- De puntillas, siguiendo pelota.
- De puntas con los ojos cerrados.
- Estatuas: mimo en posición de equilibrio.
- Seguir una línea de cinta adhesiva puesta en el suelo.
- Balancín.
- Levantarse rápidamente siguiendo el movimiento de la pelota.
- Barra de equilibrio de Harmond.
- Pino con tres apoyos. Con dos.

- Desde la barra tocar la pelota en movimiento.

(Se sube el nivel: con demanda cognoscitiva, desestabilizando el balancín, con rotaciones oculares con los ojos cerrados, introduciendo prismas de Yoked para contraponer sensaciones; táctil-visual…)

Lateralidad-direccionalidad

- Pescadito.
- Cunita. (Reflejo simetrotónico).
- Gateo. (Homolateral y contralateral).
- Sufflé de Randot: homolaterales y contralterales. Con ojos cerrados.
- Círculos en la pizarra: con punto de fijación o carta de Hart. Simétricos y recíprocos.
- Espirales, cuadrados, triángulos,…en la pizarra.
- Letra D o pegatina roja en mano derecha.
- Sentir la mano derecha y la izquierda: saquitos de distintos pesos.
- Dos globos (Mano izquierda, azul- mano derecha, rojo).
- Preguntas izquierda- derecha.
- Simón dice…: introduciendo lateralidad.
- Proyección de partes del cuerpo.
- Derecha e izquierda de los personajes de los tebeos, revistas,…

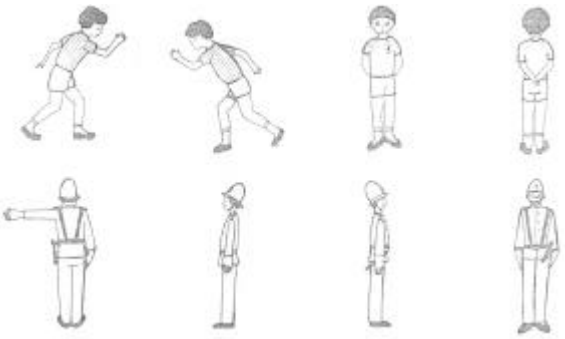


Fig.42. IZQUIERDA-DERECHA

- Figuras de Stickman.
- Laberintos y mapas de carretera.
- Buscando hormiguitas.

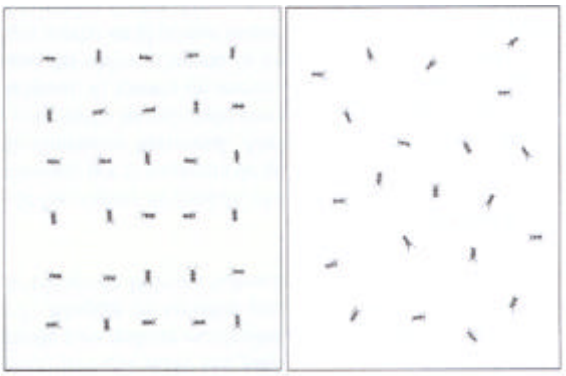


Fig.43. HORMIGAS Severston, E, D. Haymore, E y Kennedy, C. Percepción visual, Madrid (España): Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas, 1997, 123 p.

- Cartas con flechas de Kirschner: 1º rectas, 2º diagonales.
- Rayuela con letras D e I.
- Describir interrelaciones con los objetos.

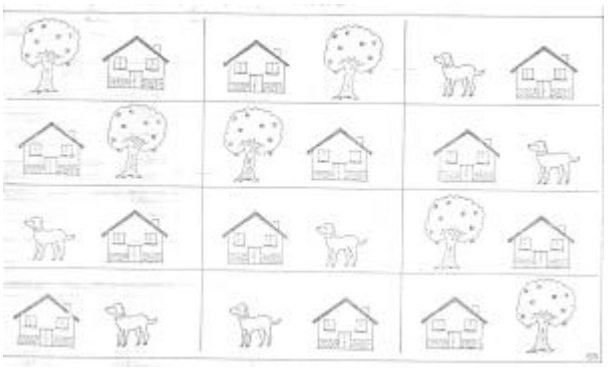


Fig.44.RELACIONES ENTRE OBJETOS.

Organización espacial

Los referidos a direccionalidad junto con consciencia corporal.

- Orientarse en un mapa y trazar un recorrido.
- Rotaciones con bandeja.
- Colorear figuras sin salirse.
- Palmitas.
- Jugar al baile de la Yenka.
- Realizar los ejercicios de terapia de fusión andando por el gabinete (si se encuentra en esa fase).
- Realizar recorridos por el gabinete usando prismas, lentes,… que le modifiquen sus patrones.

Ritmo

Todos los ejercicios de terapia visual introduciendo metrónomo, llevando el ritmo con el pie y vocalizando o al ritmo de una canción.

Coordinación ojo-mano. Integración visuo-motora

- Puntear “oes”.
- Arroz en botella.
- Puntero con pajita / anilla.
- Caminos y laberintos.
- Collar de perlas.
- Chinchetas luminosas.
- MIT con puntero.
- Cartón negro con agujero.

- Fijador espacial.
- Puntear con punzón.

Pensando con dedos:

- Arrugar el papel.
- Rasgar el papel.
- Levantamiento de dedos con los ojos abiertos.
- Tricky fingers.

Pizarra:

- Círculos simétricos y recíprocos.
- Caminos.
- Garabatos.

Trazos visuales:

- Fichas de XXXXXXOOOOOXXXXOOOOOXXX
- Fichas iguales pero en vertical para trabajar además el concepto de derecha e izquierda.
- Fichas direccionales de “d” y “b”.
- Fichas para hacer rítmicamente hacer dibujo en paint.
- Fichas de coordinación.

Fijador espacial: (monocular y binocular):

- Una mano en sentido horario.
- Una mano en sentido anti-horario.
- Cada vez con una mano.
- Con una mano y el pie del mismo lado.
- Cruzando el pie.
- Cada vez con una mano y un pie.
- Contralateral mano y pie.

Labarge.

EJERCICIOS DE PERCEPCIÓN VISUAL

Discriminación visual

- Parquetry: bloque con bloque.
  Cuadrado paralelo.
  Cuadrado no central paralelo.
  Cuadrado inclinado.
  Igual secuencia con patrón vertical.
- Caja de sensaciones.
  Táctil-visual.
  Visual-táctil.
  Construye y describe: verbal, gestos y preguntas sí-no.
- Geoboars.
- Patrones de 2 dimensiones de parquetry.
  Hojas con puntos.
- Cartas pick-it.

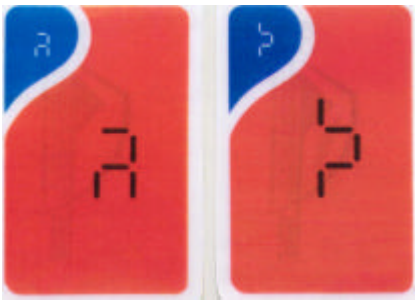


Fig.45.CARTAS PICK-IT.

- Perceptive.
- Set (cartas).

Figura fondo

- Set.
- Buscar la figura escondida.
- Perceptive.
- Hojas de seguimiento.
- Figuras: repasar contorno.
- Colorear figuras superpuestas.
- Colorear láminas con partes numeradas.
- Puntear el interior de una figura con punzón.
- Puntear el contorno de figuras con punzón.

Constancia de forma

- Bloque con bloque.
- Perceptive.
- Fichas de constancia de forma.
- Tangram.
- Arco y Miniarco.
- Ordenador con figuras.

Cerramiento visual

- Completar figura con puntos.
- Completar figura incompleta.
- Perceptive.

Relaciones visuo-espaciales.

- Transposición: jerarquía de ejes:

  Inversiones: Parquetry.

  Giros: Parquetry.

  Operaciones múltiples: Parquetry.

- Geoboars:

  Inversiones.

  Giros.

- Hojas con puntos:

  Inversiones.

  Giros.

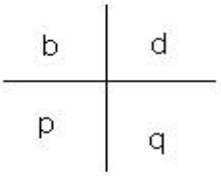
- Cartas pick -it:

  Inversiones.

  Giros.

- Manipulación visual: Flip Flops.

Fig.46.FLIP FLOPS



- Rodear la correcta

Fig.47. LETRAS DE DIFERENTES DIRECCIONES

- Perceptive.

EJERCICIOS DE MEMORIA VISUAL Y VISUALIZACIÓN

Bloques de Parquetry/frutas/coches:

- Un bloque - más bloques (se trabaja la memoria visual en tres dimensiones).
- Serie de números.
- Entrega de fichas en diferente orden.
- Construir en otro sitio.

Taquitoscópio:

- Proyectado en lejos.
- En el ordenador.

Deletrear en una ventana o pizarra.

Visual memory.

- Cartas.
- Ordenador.

La secuencia de terapia visual propuesta combinaría ejercicios de los apartados anteriormente comentados, para evitar la monotonía. Se realizarían una vez a la semana en consulta y a diario en casa, hasta conseguir los resultados deseados; posteriormente, sería necesaria una terapia de mantenimiento.

Es importante que el optometrista siga la evolución del paciente mediante revisiones periódicas.

Discusión

DISCUSIÓN

Si las demandas visuales son inferiores a las exigidas en el proceso escolar o esperadas para la edad del paciente, ¿desemboca esto en un menor rendimiento lector y por tanto en un problema de aprendizaje?

Según lo estudiado anteriormente se puede deducir que si el desarrollo del niño no ha sido el adecuado para alcanzar el nivel necesario en las habilidades oculomotoras, provocará un déficit en el rendimiento escolar y/o lector.

Entonces, ¿cuál es el papel del optometrista en estos problemas?

Aunque actualmente no se recurre al optometrista como una de las primeras opciones, se ha comprobado que mediante la terapia visual es posible mejorar las capacidades lectoras, consiguiendo así evitar el abandono de la tarea lectora por parte de los adultos y el fracaso escolar.

Conclusión

CONCLUSIÓN

El reto del optometrista es prevenir y tratar adecuadamente, tanto en niños como en adultos, los problemas relacionados con la lectura.

Con este fin se plantea la necesidad de llevar a cabo:

- una exhaustiva anamnesis que informe sobre las condiciones perinatales y postnatales, desarrollo psicomotor del niño, rendimiento académico, alimentación, historia médica propia y familiar.
- un completo examen optométrico que además de evaluar el estado refractivo se centre en el análisis de la visión binocular, valorando especialmente la motilidad ocular.
- una batería de tests predictivos, tanto perceptivos como de lectura, para la correcta detección. Para ello debemos tener conocimientos previos sobre su uso e interpretación.

Los resultados obtenidos nos proporcionarán el enfoque adecuado para un tratamiento de terapia visual individualizada.

Con este trabajo pretendemos que, fuera del ámbito de la optometría, sea conocida la implicación del sistema visual en las disfunciones lectoras, las cuales desembocarán en problemas de aprendizaje a no ser que sean debidamente tratadas mediante terapia visual.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA CASTROVIEJO, C. Bases neuronales de la percepción visual. En: Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología. Nº 2, febrero 2001
2. BRUNING, R.H., SCHRAW,G.J., y RONNING, R.R. *Cognitive psychology and instruction*. Traducción, adaptada y ampliada: F. Justicia. New Jersey (EEUU).
3. CABRANES AZCONA, M. *Apuntes de Terapia Visual COI*. Curso 2003-2004.
4. CRATTY, B. J. *Motricidad y psiquismo*. Valladolid (España). Miñón, D.L.1979, 175 p.
5. DEAÑO, M., VIDAL, L. *Orientación en el espacio y en el tiempo*. En: Psicología en la escuela infantil. Madrid (España): Ediciones de la Universidad Complutense. Cap. 7, 1992.
6. DELACATO, C. H. *Tratamiento y prevención de los problemas de lectura*. Madrid (España): Sociedad Española de Optometría, D.L.1985, 97 p.
7. EFE. *Estudio revela que el tacto de las letras es clave en el proceso al leer*. En: Diario El Tiempo. Bogota (Colombia), 8 de noviembre 2003.
8. EQUIPO "KON-TRASTE". *Fundamentos de la motricidad*. Coordinadora: Eugenia Trigo. Madrid (España): Gymnos, D.L. 2000, 374 p.
9. FISCHER, B. *Aprender a mirar*. En: Mente y cerebro. Barcelona (España): Prensa Científica, Nº 7, 2º Trimestre, 2004.
10. FLORECE, J. *Coordinación óculo-segmentaria*. En: Dossier Pedagógico. 1ª ed. Madrid (España): Gymnos. Nº 2, 1983.
11. FROSTIG, M. *Figuras y formas*. Madrid (España), 1989, 143 p.
12. GLASER, J S. *Neurooftalmología*. 2º ed. Barcelona (España): Ediciones Científicas Técnicas. Masson-Salvat Medicina, 1993, p. 37-39, 269-284.
13. GOMENDIO, M. *Trastornos de la comunicación*. Educación Física. Gymnos. Madrid (España). Nº 8, octubre 2000.

14. GRISHAM, D., SIMONS, H. *Perspectives on reading disabilities*. En: Principles and practice of pediatric optometry. USA: Lippincotl company, 1990.
15. GUTIÉRREZ, L. *Curso para autodidactas de Centrotecnes*. 115 p.
16. INSTITUT DE VISIOLOGIE DE FRANCE. *La Lateralidad*. Madrid (España): Sociedad Española de Optometría, D.L.1982, 23 p.
17. INSTITUT DE VISIOLOGIE DE FRANCE. *La visión y el niño*. 2ª ed. Madrid (España): Sociedad Española de Optometría, 1986, p. 10.
18. JIMÉNEZ CUESTA, J. R. *Apuntes de Visión Binocular*. Universidad de Granada. Curso 1999-2000.
19. MAPLES, W.C. *Prueba Oculomotora NSUCO*, Madrid (España): Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas, 1996.
20. MEZZETTI, M. D., PISTOLETTI, A. *La imagen corporal. En: Renovación de teoría y práctica*. Nº 19, enero – febrero 1988.
21. MONTÉS M, R., FERRER BLASCO, T. *Características de los movimientos oculares durante la lectura*, En: Gaceta Óptica Nº 360, Mayo 2002.
22. NÁCHER OVIEDO, B. *Apuntes de Optometría COI*. Curso 2003-2004.
23. PLOU CAMPO, P. *Apuntes de Neurología COI*. Curso 2003-2004.
24. PONS, A. *Apuntes de Cinemática del ojo*, Universitat de Valencia, 2001
25. RUIZ PÉREZ, L. M. *Desarrollo motor y actividades físicas*. Madrid (España), Gymnos, D.L. 1987, 258 p.
26. SCHEIMAN, M., WICK, B. *Tratamiento Clínico de la Visión Binocular*. Madrid (España): Ciagami, año1996, p. 379-390.
27. SEVERSTON, E, D. HAYMORE, E y KENNEDY, C. *Percepción visual*, O.E.P, Madrid (España): Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas, 1997, 123 p.
28. VIDAL LÓPEZ, J. *Uso del color en los problemas de lectura*. En: Archivos Optométricos. Gaceta Óptica. Madrid (España): Colegio Nacional de Ópticos- Optometristas, Vol. 5, Nº 2, diciembre 2001
29. VON NOORDEN, G. K. *Atlas de estrabismos*. 4ª ed. Madrid (España): Ciagami, 1997, p. 2-8.

30. WISSON, M.D. *Diagnosis and Management of reading dysfunction for the primary care optometrist*. En: Optometric diagnosis of reading dysfunction. Alabama (EEUU), American Academy of Optometry, 1993.
31. http://www.healthsystem.virginia.edu/UVAHealth/adult_pediatrics_sp/vision.cfm
32. http://www.netizen.com.ar/lenticon/Escolaridadyvision.htm#_top
33. http://www.uned.es/eyemovements-lab/links/tipos_movimientos.htm
34. http://www.saludalia.com/docs/Salud/web_saludalia/vivir_sano/doc/salud_ojos/doc/doc_vision_fracaso_escolar.htm#1
35. http://www.uv.es/~ponsa/docencia.htm
36. http://www.visualtraining.com/esp/indice.htm
37. http://www.terra.es/personal3/tmc000/meta4/lectura/rg.html#0
38. http://www.us.es/gneurocomp/general/organizacion_funcional_sistema_oculomotor.htm
39. http://www.terra.es/personal3/tmc000/meta4/lectura/lavista.htm#1
40. http://www.agape1.com/Eye%20Tracking.htm
41. http://personales.ya.com/erfac/ojo.htm
42. http://www.oftalmo.com/estrabologia/rev-97/97-01.htm
43. http://www.puc.cl/sw_educ/neurociencias/html/frame05.html
44. http://www. distraidos.com.ar/Mari/08_Grafo-neuro4.pdf.
45. http:/ / www. bbmundo.com/articulos/art_psicologia.asp?id_art=1064